



XVI SEPROSUL

XVI Simposio Sudamericano de Ingeniería de la Producción



MEMORIAS



FACULTAD DE CIENCIAS
APLICADAS A LA INDUSTRIA



Asociación de Universidades
GRUPO MONTEVIDEO

19 al 21 de Octubre
San Rafael Mendoza Argentina

XVI SEPROSUL

XVI Simposio Sudamericano de Ingeniería de la Producción.

San Rafael – Mendoza – Argentina

19, 20 y 21 de Octubre de 2016

Universidad Nacional de Cuyo
(Mendoza, República Argentina)
Rector: Ing. Agr. Daniel Ricardo Pizzi
Vicerrector: Dr. Prof. Jorge Horacio Barón

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria
(San Rafael, Mendoza, República Argentina)
Decana: Dra. Ing. Alicia Lucía Ordóñez
Vicedecano: Dr. Ing. Daniel Alfredo Castro



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE CIENCIAS
APLICADAS A LA INDUSTRIA

INTERNACIONALES
SECRETARÍA DE RELACIONES INTERNACIONALES
E INTEGRACIÓN REGIONAL UNIVERSITARIA



MEMORIAS

XVI SEPROSUL

XVI Simposio Sudamericano de
Ingeniería de la Producción

San Rafael – Mendoza –Argentina
2016

Memorias del Simposio de Ingeniería de la Producción: XVI SEPROSUL / Alicia Lucia Ordoñez... [et al.]. – 1ª edición multilingüe. - San Rafael: Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria de la Universidad Nacional de Cuyo, 2016.

Memoria USB, PDF

ISBN 978-987-46333-0-9

1. Ingeniería de la Producción. 2. Ingeniería Mecánica. 3. Gestión de Calidad. I. Ordoñez, Alicia Lucia

CDD 607

Fecha de catalogación: 12/09/2016

**XVI SEPROSUL: XVI Simposio Sudamericano de Ingeniería de la Producción.
Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria
San Rafael, Mendoza, Octubre de 2016.**

San Rafael, Mendoza, 1ª Edición 2016.

ISBN: 978-987-46333-0-9

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria
Bernardo de Irigoyen 375, 5600. San Rafael, Mendoza, Argentina

Autoridades Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Decana

Dra. Ing. Alicia Lucía ORDOÑEZ
aordonez@fcai.uncu.edu.ar - decana@fcai.uncu.edu.ar

Vicedecano

Dr. Ing. Daniel Alfredo CASTRO
dcastro@fcai.uncu.edu.ar - vicedecano@fcai.uncu.edu.ar

Secretaría Académica

Esp. Ing. Ángel Augusto ROGGIERO - aroggier@fcai.uncu.edu.ar

Secretaría de Ciencia y Técnica

Dra. Ing. María Silvina CABEZA - mscabeza@fcai.uncu.edu.ar

Secretaría de Extensión Universitaria

Ing. Sandra DIMARCO - sdimarco@fcai.uncu.edu.ar

Secretaría de Asuntos Estudiantiles

Ing. Mónica Alejandra MORANT - mamorant@fcai.uncu.edu.ar

Secretaría de Posgrado

Ing. Silvia Cristina CLAVIJO - scclavijo@fcai.uncu.edu.ar

Secretaría Administrativa Financiera

Cont. Liliana Rosa PÉREZ - liperez@fcai.uncu.edu.ar

Secretaría de Comunicaciones e Informática

Ing. Fabián Rafael TALIO - ftalio@fcai.uncu.edu.ar

Secretaría de Vinculación Tecnológica y Desarrollo Productivo

Ing. Sergio SINI - ssini@fcai.uncu.edu.ar

Secretaría de Mantenimiento, Obras e Infraestructura

Ing. Heber Noé POSSA - hpossa@fcai.uncu.edu.ar

Coordinación de Planta Piloto

Esp. Ing. Alejandro Ernesto GENTILE - agentile@fcai.uncu.edu.ar

Coordinación de Prácticas y Pasantías Profesionales

Ing. Martín A. MOYANO - mamoyano@fcai.uncu.edu.ar

Coordinación de Ingreso

Ing. Verónica Elina VIDELA - vvidela@fcai.uncu.edu.ar

Comité Científico

- Dr. Aires Borrás, Miguel Ángel
- Dr. Aranda, César
- Prof. Azevedo Ramos da Silva, João Eduardo
- Dra. Balanza, María Esther
- Ing. Benítez Codas, Manuel
- Ing. Bernasconi, Susana
- Dra. Cabeza, Silvina
- Dr. Castro, Daniel
- Dr. Chernikoff, Raúl
- Ing. Clavijo, Silvia
- Ing. Dittmar Weise, Andreas
- Prof. Fernandes Ferrarini, Cleyton
- Prof. Ferreira Danilevicz, Angela de Moura
- Dra. Flores, Cecilia
- Dra. Martín, María Carolina
- Prof. Martins Fontes, Andréa Regina
- Dr. Maser, Gustavo
- Dra. Merín, María Gabriela
- Dra. Morata, Vilma
- Dr. Narambuena, Claudio
- Prof. Neves Guimarães, Márcia Regina
- Dra. Ordóñez, Alicia Lucía
- Dra. Pece, Nora
- Dr. Palma, Ricardo
- Ing. Pugliesi, Alfredo
- Dra. Qüesta, Gabriela
- Ing. Quiroga, Oscar
- Prof. Rela, Guillermo
- Ing. Roggiero, Augusto
- Prof. Saltorato, Patrícia
- Dr. Sánchez Varretti, Fabricio
- Ing. Sanmarco, Enrique
- Dra. Santillán, María José
- Mag. Tapia, Hugo
- Prof. Torres, Isaias
- Ing. Vecchi, Carlos
- Dr. Villar, Marcelo

Comité Organizador

Presidente de la Organización:

- Dra. Alicia Lucía Ordóñez

Integrantes:

- Lic. Aloi, Damián
- MSc. Balada, Luis
- Dra. Balanza, María Esther.
- Prof. Barrera, Mónica
- Prof. Bru, Viviana
- Dra. Cabeza, María Silvina
- Dr. Castro, Daniel
- Ing. Dimarco, Sandra
- Téc. Fiochio, Luis
- Dra. Flores, Cecilia
- Téc. Gijón, Juan
- Prof. Kojanovich, Cecilia
- Téc. Miranda, Ricardo
- Dra. Ordóñez, Alicia
- Lic. Peñasco Andrés
- Cdora. Pérez, Liliana
- Lic. Poblete, Guillermo
- Ing. Roggiero, Augusto
- Ing. Talio, Fabián

XVI SEPROSUL

Reseña histórica de AUGM

La Asociación de Universidades Grupo Montevideo (AUGM) es una Red de Universidades públicas, autónomas y autogobernadas de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay que, en razón de sus semejanzas, comparten sus vocaciones, su carácter público, sus similitudes en las estructuras académicas y la equivalencia de los niveles de sus servicios; características que las sitúan en condiciones de desarrollar actividades de cooperación con perspectivas ciertas de viabilidad.

Nace en agosto de 1991 para dar respuesta a los desafíos por los que atravesaba la vida universitaria en el mundo. Un conjunto de Universidades y universitarios, comprendieron la necesidad de trabajar por la excelencia, la calidad, la pertinencia y cumplir con los cometidos que la educación superior pública requería.

Se consolidó en el devenir de los años compartiendo de manera solidaria, personal académico de máxima calificación, recursos materiales, instalaciones, equipamientos, laboratorios, Bibliotecas, construyendo un espacio académico común ampliado, donde los obstáculos son superados y se multiplican las posibilidades de acción.

La AUGM está organizada en Comités Académicos y Núcleos Disciplinarios.

El Simposio Sudamericano de Ingeniería de la Producción (SEPROSUL) es el evento anual del Núcleo Disciplinario de Ingeniería Mecánica y de la Producción (NDIMP).

La Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria forma parte del NDIMP y ambos son los responsables de la organización de la edición XVI del evento.

Se espera que el SEPROSUL se convierta en un foro internacional de discusión y debate para todas las empresas y los profesionales vinculados a la Ingeniería de la Producción, el Estado en sus diversos niveles y a los expertos, investigadores y docentes implicados en la formación de los futuros profesionales del área.

Frente al movimiento de integración de América del Sur, existe la necesidad de fortalecer la integración académica entre los países del Cono Sur. Así, el SEPROSUL tiene como objetivo principal posibilitar el intercambio de experiencias y el establecimiento de estrategias conjuntas para el desarrollo social de los países, la investigación y la enseñanza en el área de Ingeniería Mecánica y de la Producción de América del Sur.

El XVI SEPROSUL se realizará del 19 al 21 de octubre del corriente año y cobra particular relevancia ya que se festejan los 25 años de la AUGM

ÍNDICE

RESÚMENES EXTENDIDOS.....	1
ÁREA INGENIERÍA Y GESTIÓN DE LA CALIDAD	2
1RE-A1-Utilización de Indicadores Biológicos para el Control del Proceso de Esterilización del Producto Súper Sopa.....	3
2RE-A1-Calidad Microbiológica y Vida Útil en Sándwiches de Miga en Distintos Tipos de Envases	7
ÁREA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO.....	11
1RE-A2-Percepções sobre Habilidades e Competências do Engenheiro de Produção em uma Universidade Pública Brasileira	12
2RE-A2-Trayectorias Académicas Estudiantiles de la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria (Traces FCAI)	17
3RE-A2-Prácticas Sociales Educativas en la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria.....	24
4RE-A2-Consolidación del Sistema de Tutorías de la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria.....	27
ÁREA ARTICULACIÓN ESTADO-UNIVERSIDAD-EMPRESA PARA LA PRODUCCIÓN.....	30
1RE-A4-FUNC: Unidad de Vinculación Tecnológica de la Universidad Nacional de Cuyo	31
2RE-A4-Convenio Laboratorio de Combustible FCAI-INTI Programa Nacional de Control y Calidad de Combustible (PNCCC)	35
3RE-A4-Concentradores de Jugos de Tomate: Un Caso de Vinculación Entre la Universidad y la Empresa Privada.....	38
4RE-A4-Parque Científico Tecnológico – Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria.....	42
ÁREA INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN DE PROCESOS Y PRODUCTOS	46
1RE-A5-Microbiota de Uva de la Región DOC San Rafael Potencial Alterante del Vino.....	47
2RE-A5-Purificación de β -Lactoglobulina de Suero Lácteo Mediante la Formación de un Complejo con Alginato	51
3RE-A5-Perfil de Aminoácidos y Parámetros Nutricionales en Ensilados Biológicos de <i>Micropogonias Furnieri</i>	54
4RE-A5-Estudio de Proceso Separativo de una Mezcla de Metano-Etano Mediante Aproximaciones Numéricas	58
5RE-A5-Construcción Sencilla de Volutas de Bombas Centrífugas.....	61
6RE-A5-Probabilidad de Ocupación de Mezclas Binarias en los Agregados Limitados por Difusión	66
ÁREA LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO	69
1RE-A9-Nuevo Enfoque para la Programación Dinámica en la PRM Mediante el Análisis de Agrupamiento	70
TRABAJOS COMPLETOS.....	76
ÁREA INGENIERÍA Y GESTIÓN DE LA CALIDAD	77
1TC-A1-Sistema de Gerenciamento dos Recursos Operacionais de Produção: Estudo de Caso em uma Empresa Metalúrgica do Planalto Rio-Grandense	78
2TC-A1-Aplicação do Seis Sigma como Ferramenta de Melhoria do Serviço em uma Franquia do Setor Alimentício: Um Estudo de Caso	87
3TC-A1-Algoritmos de Procesamiento de Imagen para Desarrollo de un Sensor de Biomasa: Evaluación Modelo HSV.....	97
4TC-A1 -Medición de Calidad en los Servicios de dos Organizaciones (Pública Y Privada) del Paraguay Mediante la Aplicación de la Teoría de Gronroos	103

5TC-A1 -A Importância do Gerenciamento da Disponibilidade dos Equipamentos de uma Linha Produtiva: Um Estudo de Caso	110
6TC-A1-A Importância da Utilização das Ferramentas da Qualidade na Redução de Retrabalhos em um Processo Produtivo Industrial	121
7TC-A1 -O Uso do Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) na Análise e Melhoria de Desempenho Operacional	132
8TC-A1 -Métodos Estatísticos de Suavização Exponencial Holt- Winters para Previsão da Demanda de Fertilizantes Importados no Paraguai	142
9TC-A1-Da Unicidade à Multiplicidade de Certificações E/Ou Acreditações Hospitalares: em Busca do Melhor Modelo de Gestão	148
10TC-A1-Uso de Filas e Simulação da Capacidade Portuária do Porto Sul	158
11TC-A1-Identificação das Práticas da Filosofia Lean Construction no Processo Produtivo de um Empreendimento na Cidade de Santa Maria – RS.....	166
ÁREA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO.....	177
1TC-A2-Sistemática de Capacitação EAD na Gestão da Inovação: Uma Proposta Aplicada ao Setor Elétrico	178
2TC-A2-Características, Atitude e Intenção Empreendedoras em Alunos de Graduação - Uma Perspectiva Brasileira.....	188
3TC-A2-Calidad del Hormigón en Obras Comunes en	198
San Rafael	198
4TC-A2-Resiliencia en Carreras Universitarias	205
Estudio sobre su medición e impacto en las carreras innovadoras y de tecnología de la Universidad Nacional de Cuyo.....	205
5TC-A2-Enseñanza del Electromagnetismo: Los Transformadores Eléctricos	213
6TC-A2-El Laboratorio en Química Orgánica: Una Propuesta para la Promoción de Competencias Científico Tecnológicas	221
7TC-A2-AUSAL: Cursos de Grado y Encuentros Docentes, en Carreras de Ingeniería de Alimentos	229
8TC-A2-AUSAL: Experiencia de Integración en Latinoamérica de la Educación Superior en Ingeniería	237
ÁREA ERGONOMÍA, HIGIENE Y SEGURIDAD DEL TRABAJO.....	243
1TC-A3-Análise Ergonômica do Trabalho (AET). Panorama das Publicações Brasileiras 1950 - 2015	244
ÁREA ARTICULACIÓN ESTADO-UNIVERSIDAD-EMPRESA PARA LA PRODUCCIÓN.....	253
1TC-A4-Quíntupla Hélice: o caso do Vale do Silício.....	254
2TC-A4-El Emprendedorismo Como Factor de Competitividad Regional: Aspectos Motivacionales	261
3TC-A4-Análise Comparativa entre Regimes Tributários: um Estudo de Caso em Empresas de Advocacia, Administração de Condomínios e Corretagem de Seguros.....	271
4TC-A4-Modelagem para Mensuração de Ativos Intangíveis em Empresas de Base Tecnológica	280
ÁREA INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN DE PROCESOS Y PRODUCTOS	287
1TC-A5-Síntese de Redes de Trocadores de Calor Utilizando Evolução Diferencial.....	288
2TC-A5-Uma Abordagem Estruturada em Avaliação de Custos e Planejamento da Capacidade de Produção para o Controle do Desempenho Operacional.....	297
3TC-A5-Redes de Inovação: Uma Análise Bibliométrica	308
4TC-A5-Modificación Estructural de Bentonitas por Intercalación de Polihidroxidaciones de Aluminio ...	318
5TC-A5-Evaluación de Configuraciones Inversas en Hornos de Deshidratado de Ciruela	324
6TC-A5-Measurement System Analysis (MSA): Ferramenta de Avaliação do Sistema de Medição Aplicado à Indústria Siderúrgica	333
7TC-A5-Aplicações Lean na Área da Saúde: Revisão Bibliográfica	343

8TC-A5-Electrodeposición de Aleación de Wolframio-Cobalto: Optimización de Dureza a través del Diseño Experimental	355
9TC-A5-Evaluación de la Bioactividad in vitro de Recubrimientos Compuestos de Chitosan/Bioglass®/TiO2	365
10TC-A5-Estudio de la Gestión del Proceso de Desarrollo de Productos en Empresas Lácteas	374
11TC-A5-Modelo de Análisis de Productos Innovadores: Innovación Tecnológica en el Sector Metalmecánico.....	381
12TC-A5-Pesquisa Experimental sobre Carvão Ativado do Carço da Manga	388
13TC-A5-Innovación Tecnológica Basada en el Diseño y Desarrollo de Nuevos Productos.....	394
14TC-A5-Destoxificación de la Almendra de Higuierilla (Ricinus communis) y Evaluación de la Toxicidad Crónica de su Fracción Proteínica en Ratones (vía oral)	403
15TC-A5-Producción de Enzimas Pectinolíticas por Fermentación: Eficacia del Método de Producción y Downstream	413
16TC-A5-Evaluación de las Propiedades Funcionales y la Capacidad Antioxidante de Harina de Remolacha (Beta Bulgaris)	423
17TC-A5-Padronização de Componentes: Simplificação de Processos Automotivos	431
18TC-A5-Análise de Modelos de Desenvolvimento de Produtos Visando o Atendimento a Regulamentações da ANVISA - Estudo no Desenvolvimento de Produtos Médicos Implantáveis	441
19TC-A5-Análise e Planejamento Estratégico como Meio de Maturação de uma Microempresa	450
20TC-A5-Estudo de Caso do Processo de Desenvolvimento de Produtos em Empresas Industriais no Setor de Implementos e Máquinas Agrícolas da Região Noroeste - RS.....	461
21TC-A5-Selección e Identificación de Levaduras para el Control Biológico de Alternaria en Uva Malbec.....	472
22TC-A5-Recubrimientos de Poli (ϵ -caprolactona)/Biovidrio Obtenidos por Co-Deposición Electroforética	482
23TC-A5-Metodologia Avaliadora da Capacidade das Empresas para Inovar.....	489
24TC-A5-Indicadores como Ferramenta para Aumento da Produtividade de Manufatura com Base nas Premissas da Produção Enxuta.....	498
25TC-A5-Importância da Inovação nas Organizações Metalúrgicas Como um Fator de Competitividade	507
26TC-A5-Desoneração da Folha de Pagamento no Ramo da Construção Civil: Um Estudo de Caso	516
27TC-A5-Factibilidad de Recuperación de Principios Bioactivos a Partir de Residuos de la Industrialización de Tomate	527
28TC-A5-Levaduras Vínicas Autóctonas: Potencial Fuente de Prebióticos para Formular Alimentos Funcionales.....	533
29TC-A5-Producción Limpia: Agresividad de Efluentes Agroindustriales Utilizados para el Riego	543
ÁREA INVESTIGACIÓN OPERATIVA Y SIMULACIÓN	550
1TC-A7-Programação Linear Aplicada à Maximização de Lucro de Concreteira.....	551
2TC-A7-Programação Linear: Um Estudo de Caso Sobre os Custos de Transporte do Setor Logístico Belém-Pa/Brasil	558
3TC-A7-Dimensionamento e Sequenciamento de Lotes em Ambiente de Teste de Funcionamento	568
4TC-A7-Investimentos em Manutenção Como Meio de Redução dos Custos de Produção.....	579
5TC-A7-Investimentos em P&D para Empresas Fabricantes de Smartphones: Um Comparativo Entre o Ambiente Real e o Simulado	586
6TC-A7-Proceso de Pasteurización de Jugo de Naranja con Estudio Económico, Simulado con un Software Matemático	596
7TC-A7-Modelado y Simulación de Propagación de Fracturas en Cáscaras Delgadas Frágiles Mediante Campos de Fase.....	602

ÁREA GESTIÓN DE PROYECTOS.....	616
1TC-A8-Processo de Tomada de Decisão para a Execução de Obras de Construção Civil: Categorização e Fatores de Influência	617
2TC-A8-Revisão Sistemática da Literatura sobre Projeto do Sistema de Produção (Psp) para Construção Civil	626
3TC-A8-Estudo de Viabilidade Financeira de Portaria Remota	636
4TC-A8-Análise de Viabilidade de Negócio: Método de Pagamento de Faturas Remoto para Bares, Restaurantes e Casas Noturnas.....	646
5TC-A8-Análise de Viabilidade de Negócio: Entrega de Café Especiais em Região Comercial de Curitiba	656
6TC-A8-Estado del Arte en Cadenas de Abastecimiento en Proyectos.....	666
ÁREA LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO	676
1TC-A9-Mejoramiento de Pronóstico de Ventas en una Empresa Textil de Punto.....	677
2TC-A9-Desarrollo de una Mejora en los Almacenes de una Automotriz.....	687
3TC-A9-Desarrollo de una Herramienta de Costeo para Presupuestar la Tarifa del Transporte de Combustibles Livianos	693

RESÚMENES EXTENDIDOS

ÁREA INGENIERÍA Y GESTIÓN DE LA CALIDAD

Resúmenes Extendidos

1RE-A1-Utilización de Indicadores Biológicos para el Control del Proceso de Esterilización del Producto Súper Sopa

Federico Luchetti

María Verónica Kyanko

Vanesa Ludemann

Gastón Arraiz

*Departamento de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Quilmes
garraiz@gmail.com*

Resumen

El trabajo consistió en estudiar la factibilidad del uso de indicadores biológicos para evaluar la eficacia del proceso térmico que se le realiza al producto Súper Sopa en la Planta de Enlatados de la Universidad Nacional de Quilmes. Para el mismo se evaluaron las curvas térmicas del proceso de esterilización a 14 lotes de producción de Súper Sopa en conjunto con el uso de los indicadores biológicos. Se planteó un nuevo esquema para la liberación de lotes con una disminución en los costos de análisis, garantizando la inocuidad del producto y eliminando de esta forma el ensayo de esterilidad como control a cada lote.

Palabras clave: *Indicadores biológicos, proceso térmico.*

1 Introducción

La Universidad Nacional de Quilmes cuenta con una Planta de Producción de Alimentos con fines sociales donde los alumnos de la carrera de Ingeniería en Alimentos realizan su Práctica Profesional dentro del Programa Súper Sopa. En la misma se elaboran alimentos enlatados concentrados como sopas, guisos y locro (Figura 1).



Figura 1. Imágenes de la Planta de Alimentos Enlatados de la Universidad Nacional de Quilmes.

Fuente: Propia.

La Súper Sopa es una sopa concentrada elaborada sobre la base de hortalizas como fuente de vitaminas, minerales y fibra, carne vacuna como fuente de proteínas, aporte calórico en la forma de materias grasas y una base amilácea como el arroz, con una presentación en lata de hojalata de 4 litros. Los lotes producidos son sometidos a controles de estabilidad y esterilidad para su liberación y comercialización (www.supersopa.unq.edu.ar).

Se debe garantizar en principio la inocuidad del producto, asegurando que no existan esporas de *Clostridium botulinum*, principal patógeno causante de intoxicaciones en conservas poco ácidas, además el tratamiento térmico debe ser lo suficientemente efectivo como para eliminar esporas de microorganismos alterantes capaces de desarrollarse en las condiciones de almacenamiento (*Hersom y Hulland, 1995*).

El objetivo del trabajo es estudiar la factibilidad del uso de indicadores biológicos para evaluar la eficacia del proceso térmico que se le realiza al producto Súper Sopa en la Planta de Enlatados de la Universidad Nacional de Quilmes

2 Descripción Técnica del Proceso

Las latas de producto Súper Sopa son sometidas a un proceso de esterilización comercial en equipos autoclaves estáticos horizontales con vapor saturado. El proceso térmico aplicado consta de tres etapas: calentamiento, mantenimiento de temperatura y enfriamiento. El vapor que es suministrado a los autoclaves es generado por una caldera humotubular, la presión de trabajo en el autoclave es de $2,3 \text{ kg/cm}^2$ lo que garantiza una temperatura de $137,5 \text{ }^\circ\text{C}$, este ciclo se extiende por el tiempo de 1 hora y 45 minutos. Una vez finalizado el ciclo de esterilización, se inyecta agua fría a alta presión junto con aire comprimido para mantener la presión de trabajo durante el ciclo de enfriamiento, este último es de 45 minutos (Riveira, 2003).

Si bien el control de proceso del ciclo de esterilización y enfriado garantiza los parámetros de trabajo del equipo, además se somete a cada lote producido a un ensayo de estabilidad y esterilidad para asegurar la inocuidad del producto. El ensayo de estabilidad consiste en someter a una muestra del lote a 37°C y 55° durante 7 días y luego comparar sus caracteres organolépticos, pH e integridad del envase contra el control no incubado, mientras que el ensayo de esterilidad garantiza la ausencia de microorganismos mesófilos y termófilos, aerobios y anaerobios en 1 gramo de producto.

3 Descripción de la modificación en el control del proceso

Se llevó a cabo el estudio de la factibilidad de la utilización de indicadores biológicos con esporas termorresistentes como parte de una integración de herramientas complementarias al análisis de estabilidad para la liberación de lotes de producto Súper Sopa. Para esto se ha seleccionado el indicador biológico Bionova® BT21/6 el cual posee una población de $6,5 \times 10^6 \pm 20\%$ esporas de *Geobacillus stearothermophilus* por cada vial individual y se ha realizado el estudio en un total de 14 lotes de producto Súper Sopa en latas de 4 litros.

En primera instancia se realizó un recuento de microorganismos en los distintos lotes de producción colectando producto desde la llenadora, previo al proceso de esterilización comercial. Las distintas determinaciones microbiológicas contemplaron el recuento de microorganismos vegetativos mesófilos aerobios y anaerobios, microorganismos vegetativos termófilos aerobios y anaerobios, microorganismos esporulados mesófilos aerobios y anaerobios, y microorganismos esporulados termófilos aerobios y anaerobios. Los resultados obtenidos, indicaron que los valores máximos hallados para los microorganismos esporulados se encuentran entre los 10^5 y 10^6 ufc/lata, mientras que para los vegetativos los valores hallados se encuentran entre los 10^7 y 10^8 ufc/lata.

Los indicadores biológicos se colocaron en un soporte de acero inoxidable que fue diseñado a medida, con el fin de que permanezcan en el centro geométrico de la lata. La misma fue llenada con el producto y remachado según procedimiento (Figura 2). Se la sometió junto a otras latas del mismo lote al proceso de esterilización comercial. Las experiencias obtenidas mostraron que en 3 de 14 lotes de producción estudiados, los indicadores biológicos viraron su coloración evidenciando que el proceso térmico no fue suficiente para destruir la totalidad de la población microbiana contenida en el indicador biológico ($6,5 \times 10^6 \pm 20\%$ esporas).

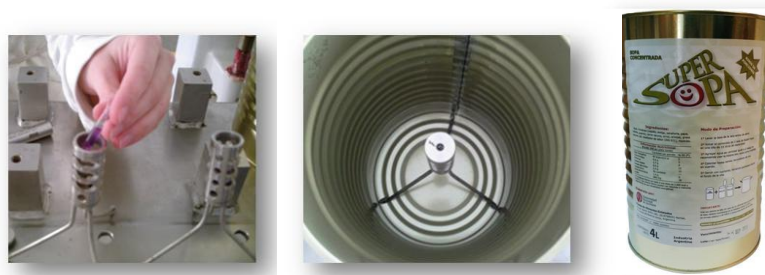


Figura 2. Ubicación del indicador biológico en el soporte diseñado para ubicarse en el centro de la lata de Super Sopa.

Fuente: Propia.

Paralelamente se realizaron 14 monitoreos de temperatura y tiempo a los procesos térmicos aplicados al producto con la utilización de una termocupla inalámbrica HOBO® U12 en diferentes puntos del autoclave (centro y extremos) (Figura 3).

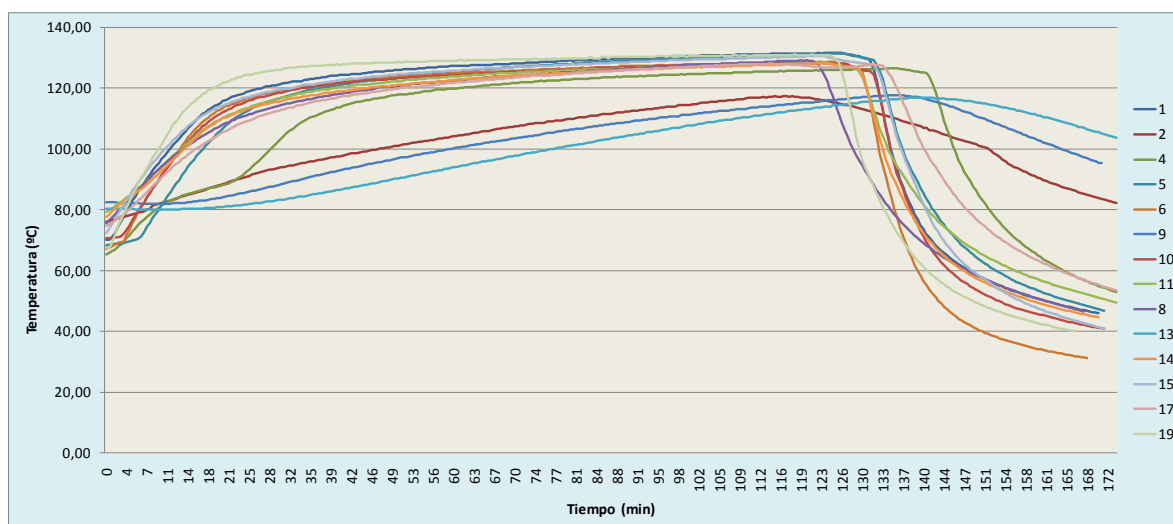


Figura 3. Tratamiento térmico con sensor ubicado en el centro y en los extremos del autoclave. Fuente: Propia.

Estos datos fueron analizados según el método trapezoidal para el cálculo de la letalidad del proceso (Sharma y otros, 2003). Los datos mostraron que en todos los casos se superaron ampliamente los valores de muerte térmica teóricos para *Clostridium botulinum* (2,52 min) y *Geobacillus stearothermophilus* (16,20 min) (Tabla 1). Además no se ven diferencias en las curvas respecto de la ubicación del sensor en el centro o en los extremos del autoclave.

La ampolla viró al amarillo denotando presencia de esporas vivas de *Geobacillus stearothermophilus* en aquellos procesos donde existió algún punto fuera de control (3 de 14 lotes), como se evidencia en las curvas 2, 9 y 13 de la Figura 3, debido a falla en el suministro de vapor de la caldera. En estos casos no se superó el valor de muerte térmica (F_{Exp}) de 30,20 minutos para este microorganismo, sin embargo cuando se realizaron los controles de estabilidad y esterilidad para una muestra representativa de cada lote, en todos los casos los mismos mostraron ser comercialmente estériles (Tabla 1).

Tabla 1: Valores de muerte térmica experimentales (F_{Exp}) para <i>Cl. botulinum</i> y <i>G. stearothermophilus</i>		
Curva N°	F_{Exp} <i>Cl. Botulinum</i> (min)	F_{Exp} <i>G. stearothermophilus</i> (min)
1	666,30	316,20
2	14,90	29,40
4	187,30	144,20
5	553,40	274,40
6	341,10	211,10
8	251,80	164,00
9	15,50	30,20
10	318,50	203,30
11	295,90	190,90
13	13,90	28,40
14	255,80	173,10
15	474,00	257,80
17	273,20	180,00
19	735,20	342,90

Fuente: Propia.



Con la aplicación de los controles biológicos se haría el análisis de esterilidad a los lotes en que haya un resultado positivo en los indicadores.

Se propuso entonces como método de liberación de lotes, la realización de un nuevo procedimiento que integre el uso de los indicadores biológicos, el estudio de estabilidad y el monitoreo de tiempo y temperatura de los procesos térmicos (Figura 4).

Figura 4. Procedimiento para la liberación de un lote.

Fuente: Propia.

4 Estimación de costos

Al realizar los análisis pertinentes de los costos para la liberación de lotes del producto Súper Sopa, con la implementación de los indicadores biológicos Bionova®, se obtuvo como resultado que dicha ejecución generaría una reducción de costos del 16,4% comparado con los costos actuales, por lo que resultaría beneficioso a nivel económico poder implementar esta modificación.

5 Conclusiones

Luego del estudio de las ampollas como mecanismo de control de procesos de esterilización comercial del producto Súper Sopa se puede afirmar que su uso es factible a nivel de control general del proceso, de esta forma se tendrían las herramientas suficientes para prescindir del análisis de esterilidad que se realiza actualmente a todos los lotes.

Referencias Bibliográficas

HERSOM, A. C. y HULLAND, E. D. (1995). Conservas alimenticias (Sexta Edición). Zaragoza, España. Editorial Acribia.

RIVEIRA, J. (2003). Trabajo Final (Carrera de Ingeniería en Alimentos). “Puesta en Marcha Planta Súper Sopa”. Universidad Nacional de Quilmes. Buenos Aires, Argentina.

SHARMA, K., MULVANEY, S.J. Y RIZVI, S. H. (2003). Ingeniería en Alimentos. México. Editorial Limusa.

<http://www.supersopa.unq.edu.ar/>

2RE-A1-Calidad Microbiológica y Vida Útil en Sándwiches de Miga en Distintos Tipos de Envases

Martín, Fanny Raquel;

Alcantú, Stella Maris de Lourdes;

Evangelista, Sara Mabel;

Guajardo, Adriana Beatriz;

Díaz, María Laura;

De La Sierra, Yamila;

Sandoval, Benjamín.

FCAI-Universidad Nacional de Cuyo.

Resumen

Los sándwiches están formados por ingredientes muy variados como panes, fiambres, embutidos, carnes, quesos, vegetales y aderezos (salsas, mayonesa, manteca e inclusive mezcla de ambas). Se preparan formando capas sucesivas de pan untado con aderezos, seguido por fetas (lonjas finas) de fiambre, rodajas de tomate, pimiento, huevo duro picado, lechuga, entre otros vegetales, para terminar con otra capa de pan.

La elaboración de los sándwich de miga implica una manipulación considerable y se consumen sin ningún tratamiento térmico posterior, factores que convierten a dicho alimento en potencial vehículo de microorganismos patógenos. Además los sándwiches presentan características óptimas para el desarrollo de microorganismos, ya que tienen alto contenido de nutrientes, pH, actividad de agua (aw) elevada.

Debido al déficit de datos en nuestra ciudad que reflejen las cargas microbianas que poseen estos productos y la importancia de mantener el control sanitario de esta actividad, se propone en este trabajo determinar la vida útil y verificar la calidad microbiológica de sándwiches de miga a la venta en la ciudad de San Rafael, Provincia de Mendoza, en distintos tipos de envases.

Palabras Clave: *Sándwiches – calidad microbiológica – vida útil*

Introducción:

Es necesario conocer la calidad microbiológica de los sándwiches de miga que se expenden en la ciudad de San Rafael, Provincia de Mendoza ya que estos pueden ser medios de cultivo ideales para el desarrollo de microorganismos causantes de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA). Los factores que contribuyen a los brotes de ETA son la refrigeración inadecuada, preparación temprana de los alimentos, falta de higiene en la manipulación e incorrecto almacenamiento de comidas preparadas (1, 2, 3). El consumo masivo de estos productos en eventos sociales, fiestas o adquiridos al paso como comida rápida en puestos, ferias y carros ambulantes (vía pública) constituyen un peligro potencial para la salud del hombre (4).

Un trabajo realizado por profesionales de Bromatología Municipal en la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca (2004) que lideran el mercado de estos productos sobre un total de 100 (cien) unidades de sándwich entre las variedades jamón y queso, y ternera y tomate se encontró en sándwich variedad jamón y queso la presencia de E. coli en un 42% de las muestras y S. aureus en un 46 % de las muestras. En sándwich variedad ternera y tomate se encontró la presencia de E. coli en un 26% de las muestras y S. aureus en un 40 % de las muestras. Solamente tres de los diez locales muestreados presentaron productos libres de los contaminantes. De

los 10 locales elaboradores de sándwich de miga visitados solo el 20% cumple las normativas del Código Alimentario Argentino y el Reglamento Técnico del MERCOSUR en cuanto a infraestructura edilicia, condiciones higiénico sanitarias y prácticas de manipulación.

Un estudio realizado por Revelant y cols. (1998) demostró la presencia de *E.coli* (*enterobacteriaceae*) (7,9%) y *S. aureus* (38,1%) sobre un total de 189 emparedados envasados de venta directa al público provenientes de 5 fábricas de la ciudad de Rosario, (Santa Fe-Argentina), lo que permitió concluir una alta ocurrencia de estos microorganismos vinculados a la falta de manipulación higiénica durante y después de su tratamiento (5).

Bailo y colaboradores en 1998 en la ciudad de Santa Fe (Argentina), analizaron 25 muestras de emparedados triples (pan, jamón, queso y tomates) a los que se determinó a las 0 y 48 Hs. de elaboración su carga microbiana encontrándose valores de 5×10^4 a 7×10^7 UFC/g (Recuento total de aerobios mesófilos); 10^2 a 5×10^6 UFC/g (coliformes) respectivamente y Negativo en todas las muestras para *S. aureus*.

■ Así mismo, un trabajo realizado en la Ciudad de Salta por Ola y cols. (1989) en 10 locales de elaboración y venta de emparedados de chorizo (embutido fresco, elaborado sobre la base de carne de cerdo, de vacuno, de ovino o mezcla de ellas, con la adición de tocino y el agregado o no de otras sustancias permitidas) revelaron que los expendedores no cumplimentaban con las normas de comercialización ni contaban con infraestructura adecuada y se encontró alto porcentaje de contaminación de dichos productos (30 % contaminados con enterococos, 70% con coliformes fecales y 90 % con recuento total positivo, superiores a los límites internacionales establecidos), lo cual indica graves problemas durante el tratamiento de los mismos.

■ Conocemos en la ciudad de San Rafael datos no formales de personas sanas que han consumido este tipo de productos y han padecido toxiinfecciones con síntomas como vómitos, diarreas de diferente gravedad y de lenta recuperación.

■ En la actualidad se encuentran establecidos en el Código Alimentario Argentino (CAA) los límites microbiológicos para las comidas preparadas sin tratamiento térmico o preparadas con tratamiento térmico que incluyan posteriormente ingredientes no sometidos a tratamiento térmico (7) como es el caso de este tipo de sándwiches, pero se carece de datos de la calidad microbiológica en ésta zona, ni de la vida útil de los sándwiches envasados en distintos tipos de envases y no existe una guía específica para la elaboración, manipulación y almacenamiento correcto de estos productos.

■ Materiales y métodos

En una primera etapa se ha llevado a cabo la verificación de la calidad microbiológica de los sándwiches de miga a la venta en la ciudad de San Rafael, Provincia de Mendoza. Se analizaron un total de 100 muestras de sándwich de miga. Las muestras fueron obtenidas de locales habilitados por la Dirección Bromatológica de la Municipalidad de San Rafael – Mendoza, elaboradas con pan de miga, jamón cocido o paleta, queso en barra, mayonesa o manteca. Las muestras se extrajeron en condiciones similares a las de compra por el consumidor y se procesaron en forma inmediata. Se homogeneizaron y suspendieron en agua peptonada estéril al 0,1%. Se realizaron diluciones decimales, efectuándose los siguientes análisis: recuento total de *Enterobacterias* (UFC/g); *Escherichia coli* (NMP/g), *Staphylococcus coagulasa Positiva* (NMP/g), *Salmonella spp* y *Listeria monocytogenes* según lo establecido por el Código Alimentario Argentino (C.A.A.) en el Art. 156 tris Res. Conj. SPRel y SAGyP N° 193 y N° 826 del 18.10.12).

En una etapa posterior determinó la vida útil de los sándwiches conservados en distintos tipos de envases. Para ello se elaboraron sándwiches, que se prepararon con pan de miga, paleta, queso y mayonesa en condiciones controladas, con Buenas Prácticas de Manufactura. Se envasaron en distintos tipos de envases: film de PVC (policloruro de vinilo), envase preformado de PET (polietileno tereftalato), envasados al vacío con atmósfera modificada en envases laminados con PVC (policloruro de vinilo) y al detalle, y se conservaron en refrigeración por un tiempo de 21 días. Las muestras se analizaron al inicio, luego a las 24 horas y posteriormente a los 3, 5, 7, 10, 15, 18 y 21 días de envasado, efectuándose los siguientes análisis microbiológicos, físico-químicos y sensoriales:

- Microbiológico: se determinó Recuento total de: *Enterobacterias* (UFC/g) según metodología ICMSF; *Escherichia coli* (NMP/g) según (método1) ICMSF; *Staphylococcus coagulasa Positiva* (NMP/g) según metodología ICMSF, *Salmonella spp* según metodología BAM-FDA: 2011 y *Listeria monocytogenes* según metodología BAM-FDA: 2011.

- Físico / químico Se determinó pH (con pHmetro Denver instrument - Ultra Basic -USA), actividad acuosa (ROTRONIC HIGROPALM, HP23-AW-A-SET-14) y acidez por titulación

- Análisis sensorial (textura, color, olor, sabor y aceptabilidad) Se realizó con un panel de 10 estudiantes semi entrenados y se utilizó una escala hedónica de 1 a 5 para apreciar cada uno de los atributos mencionados.

Una vez obtenidos los resultados en los sándwiches de venta al consumidor y los elaborados en condiciones controladas se llevó a cabo un estudio comparativo para analizar las causas posibles de los desvíos detectados.

Resultados

Los resultados de los análisis microbiológicos de los sándwiches de venta al público fueron comparados con los criterios de aceptación del C.A.A. y se comprueba que:

- Para los sándwiches vendidos al detalle: el 56% presenta valores excedidos en *Enterobacterias* (UFC/g); el 77% supera el valor establecido de *Escherichia coli* (NMP/g). Los recuentos de *Staphylococcus coagulasa Positiva* (NMP/g) estuvieron dentro de lo permitido y ausencia de *Salmonella spp* y *Listeria monocytogenes* en 25 g.

- En el caso de los sándwiches conservados en film de PVC (policloruro de vinilo): el 20% de las muestras presenta valores excedidos en el recuento total de *Enterobacterias* (UFC/g); el 90% superan el valor establecido en la determinación de *Escherichia coli* (NMP/g). Los recuentos de *Staphylococcus coagulasa Positiva* (NMP/g) estuvieron dentro de lo permitido y ausencia de *Salmonella spp* y *Listeria monocytogenes* en 25 g.

Los resultados de los análisis microbiológicos, de los sándwiches de miga elaborados en condiciones controladas recién preparados se comprueba que se ajustaron en su totalidad a lo solicitado en cuanto al: recuento total de *Enterobacterias* (UFC/g) ; *Escherichia coli* (NMP/g), *Staphylococcus coagulasa Positiva* (NMP/g), *Salmonella spp* y *Listeria monocytogenes*.

Los resultados de los análisis de los sándwiches envasados en distintos tipos de envases: film de PVC (policloruro de vinilo), envase preformado de PET (polietileno tereftalato), envasados al vacío con atmósfera modificada en envases laminados de PVC (policloruro de vinilo) y al detalle (preparados y listos para su venta, sin ningún tipo de envase solo recubiertos en la heladera con un papel folex) y conservados en refrigeración (4 ± 2 °C) por un tiempo de 21 días son los siguientes:

- 1) En los SANDWICHES CONSERVADOS EN REFRIGERACIÓN AL DETALLE se observó al tercer día una disminución notable de la actividad acuosa del 7% y del 17% al décimo día. La acidez y el pH no tienen variaciones significativas en el lapso de tiempo en que se realiza el estudio. Los análisis microbiológicos se ajustan en su totalidad a lo establecido por el C.A.A. hasta el día 10° analizado. En los atributos color, olor se encontró que no existe diferencia significativa entre el sándwich del día 1° y del día 3°, según la evaluación sensorial realizada por los panelistas. Al analizar el atributo sabor en el sándwich si existe diferencia significativa entre el sándwich del día 3° y del día 10° teniendo mayor aceptabilidad el del día 3°. Al ser evaluado el atributo textura en los sándwiches si existe diferencia significativa entre los sándwiches del día 3° y del día 5° pues se determinó que el pan de mayor aceptabilidad es del día 3°.
- 2) En los SANDWICHES CONSERVADOS EN REFRIGERACIÓN EN ATMÓSFERA MODIFICADA CON NITRÓGENO en envases laminados con PVC, se observó que la actividad acuosa, acidez y el pH no tienen variaciones significativas en el lapso de tiempo en que se realiza el estudio. En los atributos color, olor se encontró que no existe diferencia significativa entre el sándwich del día 3° y del día 10, según la evaluación sensorial realizada por los panelistas. Al analizar el atributo sabor en el sándwich sí existe diferencia significativa entre el sándwich del día 7° y del día 10°, teniendo mayor aceptabilidad el del día 7°. Los recuentos microbiológicos aumentan notablemente quedando a los 10 días al margen de lo solicitado por el CAA.
- 3) En los SANDWICHES CONSERVADOS EN REFRIGERACIÓN ENVASADOS EN ENVASE PRE FORMADO DE PET se observa que el pH y la acidez no tienen variaciones significativas en el lapso de tiempo en que se realiza el estudio. La actividad acuosa se observa una pequeña elevación de la misma no significativa a partir del 3° día hasta el día 10°. En los atributos color, olor y sabor se encontró que no existe diferencia significativa entre el sándwich del día 3° y del día 10°, según la evaluación sensorial realizada por los panelistas teniendo mayor aceptabilidad el del día 3° pero los recuentos microbiológicos aumentan notablemente quedando al 5° día al margen de lo solicitado por el CAA.

- 4) En los SANDWICHES CONSERVADOS EN REFRIGERACIÓN ENVASADOS EN FILM de PVC se observa que el pH y la acidez no tienen variaciones significativas en el lapso de tiempo en que se realiza el estudio. La actividad acuosa se observa un aumento de la misma a partir del 3° día del 5% hasta el día 10°. En los atributos color, olor y sabor se encontró que no existe diferencia significativa entre el sándwich del día 5° y del día 10°, según la evaluación sensorial realizada por los panelistas teniendo mayor aceptabilidad el del día 5° pero los recuentos microbiológicos aumentan notablemente quedando después de los 7° día al margen de lo solicitado por el CAA.

Conclusiones

Se llevó a cabo un estudio comparativo entre los resultados microbiológicos obtenidos en los sándwiches de venta al consumidor y los análisis de los sándwiches elaborados con buenas prácticas de fabricación para indagar las causas posibles de los desvíos detectados.

Si bien en ningún análisis se detectó la presencia de *Staphylococcus coagulasa Positiva*, *Salmonella spp.*, y *Listeria monocytógenes*, los recuentos excedidos de *E. coli* y *Enterobacterias*, (microorganismos indicadores de calidad higiénica), en los sándwiches de venta al público, nos señalan deficiencias durante la elaboración, ya sea por insumos contaminados o manipulación inadecuada, por posibles contaminaciones de origen fecal o por heridas en la piel, o infecciones de los operarios.

Los cambios físicos, químicos y microbiológicos que sufren los sándwiches durante el almacenamiento se traducen finalmente en alteraciones sensoriales que dependen en gran medida del tipo de envase utilizado en su conservación. Por ello se aconseja establecer como vida útil para los sándwiches de miga elaborados con buenas prácticas de manufactura y conservados en refrigeración:

- 1) SANDWICHES AL DETALLE , puede establecerse una Vida útil de TRES DÍAS siendo el limitante la pérdida de aceptabilidad del producto por pérdida de humedad que provoca endurecimiento del pan de miga.
- 2) SANDWICH envasado al vacío con ATMOSFERA MODIFICADA CON NITRÓGENO en envases laminados con PVC no debería superar los SIETE DÍAS, siendo el limitante la pérdida de características organolépticas aceptables.
- 3) SANDWICH de miga envasado ENVASE PREFORMADO DE PET no debería superar los TRES DÍAS, siendo el limitante la calidad microbiológica que deja al producto al margen de lo exigido por el CAA.
- 4) SANDWICH de miga envasado en FILM de PVC puede establecerse una vida útil de CINCO DÍAS, siendo el limitante la calidad microbiológica que deja al producto al margen de lo exigido por el C.A.A.

Con el objetivo de contribuir a preservar la salud de los consumidores a través de la concientización de los elaboradores de sándwiches de miga, sobre la relevancia de aplicar prácticas correctas en la elaboración, manipulación y conservación para obtener alimentos inocuos, se confeccionó una Guía sugiriendo las buenas prácticas de fabricación de los sándwiches y los tiempos de vida útil en función del tipo de envase, condiciones de envasado y almacenamiento. La guía de Buenas prácticas de fabricación se entregó a elaboradores y describe la aplicación de las normativas del C.A.A. en el contexto particular de las Sandwicherías, para evitar errores de interpretación y/u omisiones, de manera tal de cumplir con la legislación vigente en materia alimentaria y obtener productos inocuos para la salud del consumidor, preservando además sus características organolépticas y nutricionales.

Referencias:

- (1) DELFINO, R., S. FANTO Y S. DELFINO. 2000. Calidad Bromatológica y Nutricional en Alimentos. Editorial Delfino Consultores. 192 pp,
- (2) WINDRANTZ, P Y M. L. ARIAS. 2000. Evaluation of the bacteriological quality of ice cream sold at San Jose, Costa Rica. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 50 N° 3:301-303.
- (3) REY, A. M. Y A. A. SILVESTRE. 1999. Comer sin riesgos. Editorial Hemisferio Sur S.A. 199 pp.
- (4) Delfino, R. *et. al. Op cit.*
- (5) REVELANT, G. C., M.D. POSADAS, M. VINGALE. Y M. C. OLGUÍN. 1998. Calidad Higiénico Sanitaria de Sándwiches Envasados. La Alimentación Latinoamericana N° 232: 43-46.
- (6) Código Alimentario Argentino Actualizado
- (7) ICMSF. 2000.- Microorganismos de los Alimentos. Ecología microbiana de los productos alimentarios. Editorial Acribia, Zaragoza.
- (8) FRAZIER, W. C. Microbiología de los alimentos. Editorial Acribia. España, 6° edición. 2.002.

ÁREA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

Resúmenes Extendidos

1RE-A2-Percepções sobre Habilidades e Competências do Engenheiro de Produção em uma Universidade Pública Brasileira

Tiago Fonseca Albuquerque Cavalcanti Sigahi
(tiago_sigahi@hotmail.com – UFSCar/Sorocaba)

Cleyton Fernandes Ferrarini
(cleyton@ufscar.br – DEPS /UFSCar/Sorocaba)

Miguel Ángel Aires Borrás
(maborras@ufscar.br – DEPS/UFSCar/Sorocaba)

Patrícia Saltorato
(patrisal@dep.ufscar.br – DEPS/UFSCar/Sorocaba)

Resumo

Trata-se de um estudo cujo objetivo foi elucidar quais as diferenças e semelhanças entre as percepções de discentes, egressos, docentes e empresas acerca da importância das habilidades e competências do engenheiro de produção, assim como identificar o papel de atividades acadêmicas no desenvolvimento pessoal e profissional dos alunos.

Palavras chave: *Habilidades, Competências, Engenheiro de Produção, Universidade pública brasileira*

1 Introdução

A Engenharia de Produção (EP) teve início nos EUA, no início do século XX (Fleury, 2007), e surge no Brasil com a criação de duas disciplinas no curso de Engenharia Mecânica, em 1955, na POLI/USP (Leme, 1983).

O conceito de EP teve como foco, até 1920, a busca da eficiência na produção (Fleury, 2007), passando por marcos como o surgimento do pensamento enxuto na década de 40 (Womack *et al.*, 2004), da Pesquisa Operacional já na segunda metade do século XX (Másculo, 2009), da filosofia *Supply Chain Management* nos anos 90 (Fleury, 2007) e, recentemente, a crescente importância da temática da sustentabilidade.

Neste contexto de transformação da profissão, o presente trabalho buscou investigar a percepção de discentes, egressos, docentes e empresas em relação às habilidades e competências do EP, tendo como foco o curso de graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba (EPS).

2 Procedimentos metodológicos

Do ponto de vista dos seus objetivos, o presente trabalho pode ser classificado como uma pesquisa exploratória (Gil, 2002, p. 41), de natureza transversal. Quanto aos procedimentos de coleta de dados, foi utilizado o questionário, contendo questões de múltipla escolha, escala *Likert* e de classificação forçada (Flynn *et al.*, 1990), além de perguntas abertas. Foram elaborados questionários específicos para cada grupo com o auxílio da ferramenta *Forms* do *Google*, tendo sido realizados testes piloto com discentes (3), egressos (2), docentes (2) e empresas (2), a fim de verificar pontos de melhoria, incorporados ao instrumento final. Os dados foram organizados por tema (i.g. competências) e por grupo (i.g. discentes), visando a realização de comparações.

3 Caracterização dos grupos participantes

Participaram do estudo discentes, egressos (compreendendo, no momento do estudo, todas as dez turmas existentes) e docentes do curso EPS, além de empresas sem restrições de setor, porte ou região (tabela 1):

Tabela 1: Caracterização dos grupos de discentes, egressos, docentes e empresas

Grupo	Participantes	Representatividade
Discentes	97	~ 29%
Egressos	38	~ 20%
Docentes	11	~ 62%
Empresas	11	-

Fonte: elaboração própria

4 Percepção sobre a importância das habilidades do engenheiro de produção

Com base nas 14 habilidades do EP da ABEPRO (Associação Brasileira de Eng. de Produção) e considerando-se os objetivos do projeto pedagógico do curso EPS, foram definidos cinco grupos de habilidades (tabela 2):

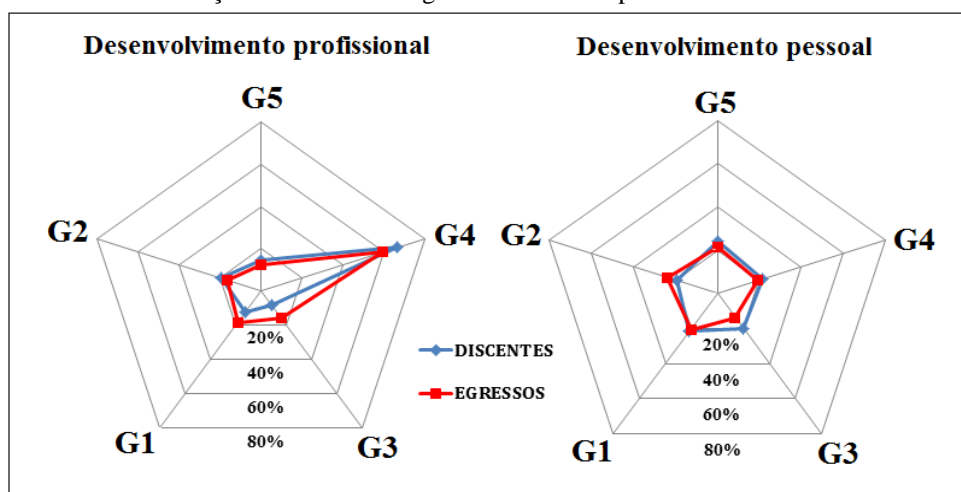
Tabela 2: Habilidades do EP organizadas por grupo de acordo com os objetivos do projeto pedagógico EPS

Grupo	Habilidade	Representação
Aprendizado e tecnologia (G1)	Disposição para autoaprendizado e educação continuada	H1
	Domínio de técnicas computacionais	H2
Criatividade e autoconhecimento (G2)	Iniciativa empreendedora	H3
	Visão crítica de ordens de grandeza	H4
	"Pensar globalmente, agir localmente"	H5
Comunicação (G3)	Comunicação oral e escrita	H6
	Domínio de língua estrangeira	H7
Flexibilidade e atuação multidisciplinar (G4)	Leitura, interpretação e expressão por meios gráficos	H8
	Capacidade de identificar, modelar e resolver problemas	H9
Entendimento do papel do EP na sociedade (G5)	Capacidade de trabalhar em equipes multidisciplinares	H10
	Compromisso com a ética profissional	H11
	Responsabilidade social e ambiental	H12
	Conhecimento da legislação pertinente	H13
	Compreensão dos problemas adm., socioeconômicos e do meio ambiente	H14

Fonte: elaboração própria

O gráfico 1 apresenta a avaliação de discentes e egressos sobre a importância de tais habilidades:

Gráfico 1: Avaliação de discentes e egressos sobre a importância das habilidades do EP



Fonte: elaboração própria

De forma geral, discentes e egressos fizeram escolhas semelhantes para o desenvolvimento profissional. G4 foi o grupo de habilidades mais valorizado (acima de 60%). Os demais grupos obtiveram índice de escolha menor que 20%. Após G4, o grupo discente atribuiu maior importância à G2 e G5, enquanto os egressos à G1 e G3. Uma análise mais detalhada permitiu observar que G2 (Criatividade e autoconhecimento) é valorizado pelos discentes do 1º ano de curso (30%, ano de ingresso 2015) e menos valorizado pela turma mais antiga de egressos (13%, ano de ingresso 2006), enquanto o oposto ocorreu com G3 (Comunicação). G5 apresentou maior estabilidade ($\sigma = 4\%$). Para o desenvolvimento pessoal, notou-se um maior equilíbrio entre os grupos de habilidades. Observou-se a

diminuição gradativa de G2 de 2014 (28%) a 2010 (14%), o que compreende 87% dos discentes. Um resumo da avaliação das habilidades por todos os grupos pesquisados é mostrado na tabela 3:

Tabela 3: Resumo das percepções de discentes, egressos, docentes e empresas sobre as habilidades do EP

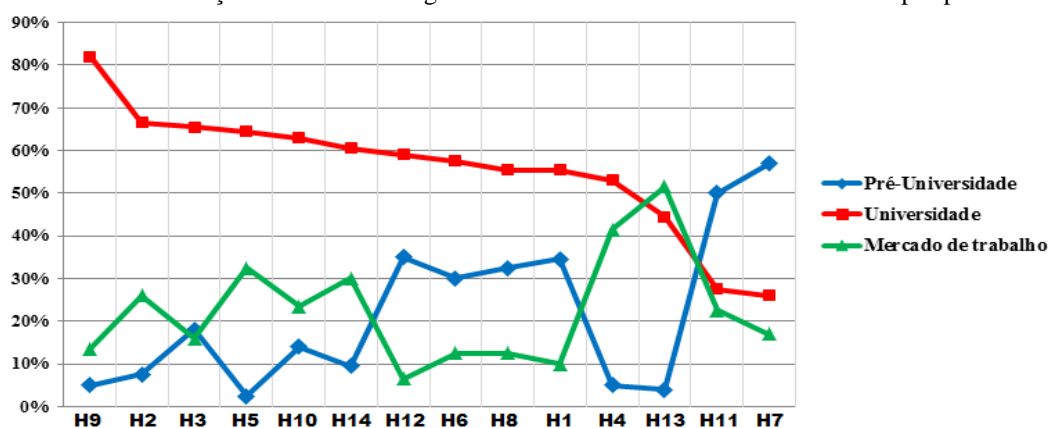
Grupo	Critério	Habilidades	
		Mais votadas	Menos votadas
Discente	Importância Profissional / Pessoal	H9 (73%) / H11 (42%)	H13 (0%) / H13 (2%)
Egresso		H9 (66%) / H1 (53%)	H8 (0%) / H8 (0%)
Docente	Maior necessidade de desenvolvimento	H1 (55%)	H2, H7, H8 e H13 (0%)
	Grau de contribuição (bom)	H11 (91%)	H3 (9%)
Empresa	Grau de importância (alto)	H9, H10 e H11 (100%)	H3 (18%)

Fonte: elaboração própria

Os docentes acreditam que sua contribuição é grande para o aprimoramento de H11 (ética profissional), que é também a mais valorizada pelas empresas e a mais importante na percepção discente para o desenvolvimento pessoal. Em termos de desenvolvimento profissional, H9 é a mais valorizada por todos. Quanto à habilidade menos valorizada, foram escolhidas H3 (empresas), H8 e H13 (discentes e egressos).

Discentes e egressos também avaliaram as habilidades em diferentes fases de desenvolvimento (gráfico 2):

Gráfico 2: Avaliação de discentes e egressos do desenvolvimento das habilidades por período



Fonte: elaboração própria

H9 foi apontada por 82% como a melhor desenvolvida durante a vida acadêmica, a qual também foi escolhida como a mais importante para o desenvolvimento profissional por ambos (66% egressos e 73,1% discentes). Para o desenvolvimento pessoal, as escolhas de maior importância para os discentes e egressos foram, respectivamente, H11 (42%) e H1 (53%). Entre as 14 opções avaliadas, tais habilidades figuraram entre as últimas colocadas em termos de contribuição da universidade: 10ª e 13ª colocações.

5 Percepção sobre as competências do engenheiro de produção

De acordo com a ABEPRO, o EP deve possuir dez competências, a saber:

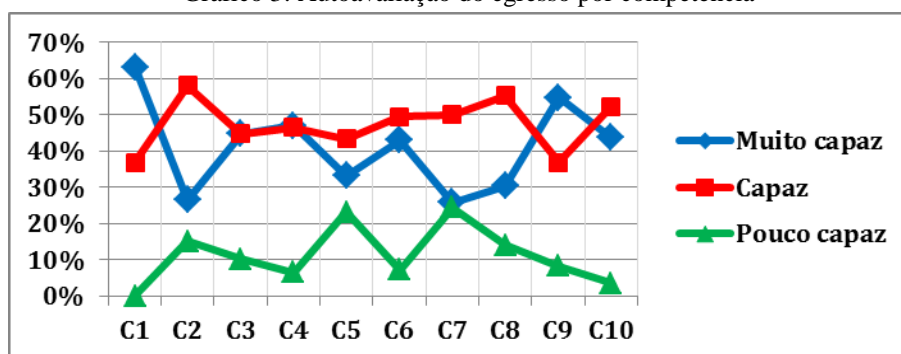
Tabela 4: Competências da ABEPRO e suas representações

Representação	Competência
C1	Dimensionar/integrar recursos físicos, humanos e financeiros a fim de produzir, com eficiência e menor custo
C2	Utilizar ferramental matemático/estatístico para modelar sistemas de produção e auxiliar a tomada de decisão
C3	Projetar, implementar e aperfeiçoar sistemas, produtos e processos
C4	Prever e analisar demandas, selecionar tecnologias e <i>know-how</i>
C5	Incorporar conceitos e técnicas da qualidade em todo o sistema produtivo
C6	Prever a evolução dos cenários produtivos
C7	Acompanhar os avanços tecnológicos, organizando-os e colocando-os a serviço das empresas/sociedade
C8	Compreender a inter-relação dos sistemas de produção com o meio ambiente
C9	Utilizar indicadores de desempenho, sistemas de custeio, avaliar a viabilidade econômica de projetos
C10	Gerenciar e otimizar o fluxo de informação nas empresas

Fonte: adaptado de ABEPRO (2014)

Com base em tais informações, os egressos realizaram uma autoavaliação relativa às suas capacidades:

Gráfico 3: Autoavaliação do egresso por competência

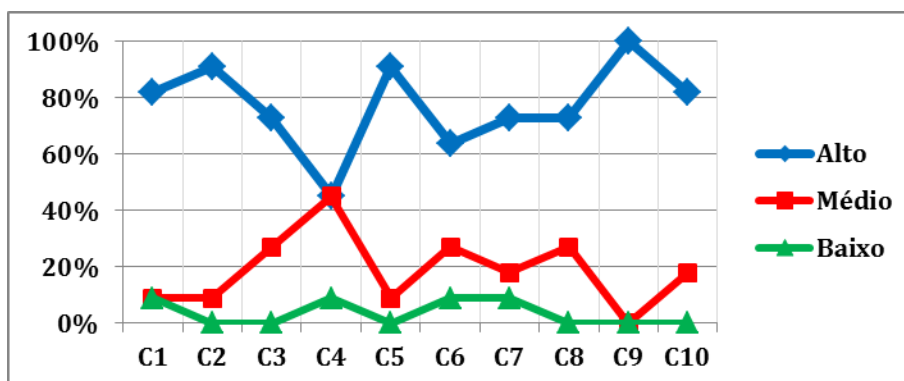


Fonte: elaboração própria

Destaca-se C1, na qual 63% dos egressos se autoavaliaram como “muito capazes”, não tendo sido avaliada negativamente, seguida de C9 (55% muito capazes). As mais deficientes são C7 e C5 (24% “pouco capazes”).

O gráfico 4 mostra a avaliação de importância das competências pelas empresas:

Gráfico 4: Avaliação do grau de importância das competências pelas empresas



Fonte: elaboração própria

C9 figura na primeira colocação (100% “alta importância”), tendo sido segunda colocada para egressos (autoavaliação de capacidade) e docentes (em termos de formação do egresso EPS). Por sua vez, C5 (90% “alta importância” pelas empresas) merece atenção, já que 23% dos egressos se autoavaliaram “pouco capazes”.

6 Considerações finais

O estudo permitiu notar que, na percepção dos discentes e egressos, as habilidades mais importantes são a “capacidade de identificar, modelar e resolver problemas” (H9) e a “capacidade de trabalhar em equipes multidisciplinares” (H10), as quais compõem G4 (Flexibilidade e atuação multidisciplinar).

O período de formação universitária foi eleito como o de maior desenvolvimento em 11 das 14 habilidades, ainda que tenha baixa contribuição em outras, como H7 (língua estrangeira) e H11 (ética profissional). Com o passar do tempo, cresce a importância de G3 (Comunicação), enquanto decresce G2 (Criatividade e autoconhecimento).

Quanto às competências, nota-se que o egresso do curso EPS se sente bem preparado para o mercado de trabalho, principalmente em C1 (dimensionar/integrar recursos físicos, humanos e financeiros a fim de produzir, com eficiência e menor custo) e C9 (utilizar indicadores de desempenho, sistemas de custeio e avaliar a viabilidade econômica de projetos), sendo esta última a competência mais valorizada pelas empresas.

Referências

- ABEPRO. 2014. Associação Brasileira de Engenharia de Produção. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/>. Acesso em: 22/03/2016.
- FLEURY, A. C. C. 2007. O que é a Engenharia de Produção? In: BATALHA, M. O. (Coord.). Introdução à engenharia de produção. Rio de Janeiro: Elsevier Campus.
- FLYNN, B. B., KAKIBARA, S. S., SCHROEDER, R. G., BATES, K. A., FLYNN, E. J. 1990. Empirical Research Methods in Operations Management. *Journal of Operations Management*, v. 90, nº 2.
- GIL, A. C. 2002. Como elaborar projetos de pesquisa (4ª ed.). São Paulo: Atlas.
- LEME, R. A. S. 1983. A história da engenharia de produção no Brasil. In: III Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Paulo.
- MÁSCULO, F. S. 2009. Um Panorama da Engenharia de Produção. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/interna.asp?ss=1&c=924>. Acesso em: 01/06/2015.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, CAMPUS SOROCABA. 2008. Projeto Pedagógico do curso de graduação em Engenharia de Produção. Disponível em: http://www.sorocaba.ufscar.br/ufscar/mce/arquivo/pagina19/projetopedagogico_eps.pdf. Acesso em: 26/04/2016.
- WOMACK, J., JONES, D., ROOS, D. 2004. A Máquina que Mudou o Mundo (4ª ed.). São Paulo: Elsevier

2RE-A2-Trayectorias Académicas Estudiantiles de la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria (Traces FCAI)

Augusto Roggiero

Julieta Santa María

M. Cecilia Guillén

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria UNCUYO

Resumen

La UNCuyo asume la educación como bien público y gratuito, como derecho humano y como obligación del Estado y desarrolla políticas con principios de calidad y pertinencia, que fortalecen la inclusión social, la igualdad de oportunidades, la integración en la diversidad y el respeto por las identidades culturales, en el ejercicio pleno de los principios democráticos. Agregar lo del Plan estratégico

El Proyecto Trayectorias Académicas Estudiantiles (TRACES) de Secretaría Académica de Rectorado responde a esta misión de la Universidad y tiene como objetivo establecer líneas de acción para el acompañamiento y apoyo a los estudiantes desde el ingreso hasta el egreso, articulando su tarea con las etapas previas y posteriores al sistema. Dicho Proyecto se trabaja de manera horizontal y vertical con todas las Unidades Académicas que componen la UNCuyo como un desafío en una política de inclusión e igualdad de oportunidades, integración de la diversidad y en el respeto por las identidades culturales en el ejercicio pleno de principios y valores democráticos. Dada su pertinencia fue aprobado según Ordenanza N° 23/2013 CS.

Palabras claves: acompañamiento, trayectoria académica, estudiante.

1. Introducción

El tránsito de los estudiantes del nivel medio al nivel superior, se constituye en un espacio de especial referencia para las políticas que tienden a asegurar la igualdad de oportunidades en educación, a la vez que son base para el mejoramiento en el ingreso y posterior permanencia en la universidad.

Se re-diseñan dispositivos, pensados a la luz de las prácticas docentes, ofreciendo desde la Facultad espacios formativos y ámbitos de reflexión consensuados entre ambos niveles. Se trabaja activamente propiciando acciones que favorecen la plena integración de personas con discapacidad, evitando y eliminando barreras obstaculizantes.

Al ingresar a la Universidad el estudiante debe enfrentar una nueva organización académica e institucional; es en la Ambientación Universitaria donde se genera un espacio de acompañamiento al estudiante durante el proceso de transición con el objetivo de brindar ayuda en su proceso de inserción e integración al nuevo nivel.

TRACES FCAI 2016 se constituye en un espacio de reflexión en el tema del compromiso con la permanencia, porque corresponde asumir la responsabilidad de la profundización de dispositivos y generar otros que favorezcan a la retención

Esta Unidad Académica vislumbra las dificultades que hacen que los estudiantes no terminen a tiempo sus estudios, tales como: dificultades socio-afectivas; económicas; académicas y de índole personal. El trabajo personalizado propicia la superación de las mismas, permitiendo seguir adelante reflexionando acerca de lo que produjo el retraso en las carreras y logrando avances a través de las acciones implementadas desde el Proyecto TRACES conjuntamente con el Servicio de Apoyo y Orientación al Estudiante, incrementando la confianza y seguridad para el diseño de sus metas.

El objetivo es Garantizar el derecho a la educación en la UNCuyo a partir de la comprensión de las trayectorias académicas de sus estudiantes, como procesos situados y contextualizados, históricamente construidos, múltiples y no lineales y pasibles de ser repensados y modificados, que se organizan en una continuidad articulada y no como momentos aislados unos de otros. Desarrollar también una propuesta de trabajo en red de acompañamiento a las

Trayectorias Académicas Estudiantiles, que propicie un marco de acciones conjuntas en nuestra Universidad y que contemple a la par, y de manera flexible, las diferencias institucionales propias de cada Facultad y/o Instituto de acuerdo con sus necesidades, demandas y experiencias previas construidas, tendientes a la mejora del desempeño académico de los estudiantes.

Planificar un proyecto de Acompañamiento a las Trayectorias Académicas Estudiantiles de la FCAI para la intervención de carácter dinámico y flexible, en permanente reconstrucción. Las distintas instancias y actividades proyectadas son de carácter provisorio y serán modificadas en función de los efectos y resultados de su implementación. Se propiciará el trabajo conjunto con todos los actores institucionales implicados en las situaciones así como con las dependencias de la Facultad y de la UNCUIYO que se encuentren vinculadas al quehacer de TRACES para favorecer, con calidad e inclusión, el Ingreso, Inclusión, Permanencia y Egreso.

El seguimiento, evaluación y la implementación de líneas de acción para el mejoramiento de las Trayectorias Académicas Estudiantiles en la FCAI, instaló un cuestionamiento que permitió vislumbrar algo nuevo, por tratarse de una respuesta diferente a los hechos habituales. Volver a mirar lo ya conocido y encontrar huellas, marcas, legados, tradiciones; advertir sobre las múltiples miradas, los diversos espectadores y protagonistas; inscribirse en la transmisión y posicionarse como pasador de lo propio y de lo de los otros y reflexionar desde la acción.

En base a esto se postulan los siguientes objetivos específicos:

- Construir y desarrollar las articulaciones pertinentes entre Secretaría Académica de Rectorado de la UNCuyo, su equipo técnico y la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, con sus áreas de dependencia, para promover y garantizar procesos de inclusión e igualdad de oportunidades de acceso, permanencia y egreso de sus estudiantes.
- Desarrollar dispositivos institucionales pertinentes para los estudiantes del último año de la Escuela Media que acompañen al diseño personal del próximo tramo: los estudios superiores de sus trayectorias académicas.
- Fortalecer y garantizar en la FCAI el derecho al ingreso, permanencia y egreso de los estudiantes con discapacidad desde una mirada inclusiva.
- Crear un espacio de reflexión, a través del Curso de Confrontación Vocacional, sobre el proyecto vocacional de los aspirantes, que les permita diseñar elementos de juicio para su inserción en la vida universitaria.
- Desarrollar, a través del Curso de Nivelación de Conocimientos Básicos, capacidades básicas mediante acciones educativas que permitan la nivelación de los aspirantes en el conocimiento científico de aquellos saberes formativos necesarios para iniciar etapa.
- Generar, a través del Curso de Ambientación, un espacio de interacción, reflexión y estudio que les permita a los ingresantes a la FCAI, aumentar sus niveles de involucramiento y protagonismo en las áreas de sus trayectorias académicas estudiantiles y sociales de la vida universitaria y comprometerse, paulatinamente, en el ejercicio de sus deberes y derechos de ciudadanía.
- Detectar, apoyar y realizar un seguimiento sistemático a los estudiantes en sus rendimientos académicos durante los tres primeros años de sus estudios superiores para optimizar la continuidad de sus trayectorias académicas.
- Profundizar acciones para estudiantes en situación de demora que atiendan a la problemática vigente: la distancia entre la duración teórica y la duración real de las carreras que ofrece la FCAI.
- Desarrollar estrategias conjuntas para la mejora de indicadores académicos.

- Optimizar el flujo de información a fin de organizar una comunicación eficiente entre los miembros del equipo TRACES y la comunidad educativa..
- Favorecer la expresión artística, comunicacional y personal de los estudiantes de la FCAI. Propiciar el análisis crítico de la realidad y las diversas manifestaciones culturales.

3.1 Actividades

Tabla 1. Actividades establecidas según objetivos

ACTIVIDADES	POBLACIÓN DESTINATARIA	RESPONSABLES	CRONOGRAMA
Participación activa y comprometida de la FCAI en el Programa de Inclusión de Personas con Discapacidad de la UNCuyo	Estudiantes, Equipo de Gestión, Docentes, Personal de Apoyo Académico	Referente de la FCAI ante el Programa de Inclusión de Personas con Discapacidad de la UNCuyo	mayo 2016 – marzo 2017
Fomento de movilidad estudiantil	Secretaría Académica y Secretaría de Relaciones Internacionales	Secretaría Académica Secretaría de Asuntos Internacionales	mayo 2016 – marzo 2017
Acciones de innovación pedagógica que favorezcan la retención en primer año	Estudiantes de primer año de las carreras de la U.A.	Secretaría Académica Docentes de la FCAI	junio – diciembre 2016
Implementación del Departamento de Idiomas en la FCAI para desarrollar políticas relativas a lenguas.	Estudiantes y docentes de FCAI	Secretaría Académica	mayo 2016 – marzo 2017
Profundización en la comprensión lingüística de los nativos del idioma español en producción escrita y oralidad con objetivos universitarios para uso profesional	Estudiantes de la FCAI	Departamento de idiomas Secretaría Académica	agosto – setiembre 2016
Implementación, a modo de experiencia piloto, de Práctica Social Educativa, en espacios curriculares de las carreras de la FCAI	Docentes que dictan espacios curriculares en las carreras que ofrece la FCAI	Secretaría Académica Secretaría de Extensión Docentes de Cátedras	mayo 2016 – marzo 2017
Promover la participación de los estudiantes en investigación	Estudiantes de la FCAI	Secretaría Académica Secretaría de Ciencia y Técnica	mayo 2016 – marzo 2017
Impulso del diseño, desarrollo e implementación de propuestas educativas con modalidad a distancia bajo los principios de equidad, calidad e innovación	Docentes que dictan espacios curriculares en las carreras que ofrece la FCAI	Secretaría Académica	
Fortalecimiento de la realización de Residencias Universitarias	Estudiantes que cursan el último año de la Escuela Media	Secretaría Académica Secretaría de Extensión	mayo 2016 – marzo 2017
Adaptación de experiencias y material didáctico para estudiantes que presenten discapacidad, en caso que las autoridades escolares lo requieran.	Estudiantes con discapacidad	Referente de la FCAI ante el Programa de Inclusión de Personas con Discapacidad de la UNCuyo Secretaría Académica	mayo 2016 – marzo 2017

Trabajo cooperativo entre autoridades de la DGE, Equipo de Gestión de las Escuelas de Educ. Media y Secretaría Académica de la FCAI, tendientes a favorecer el ingreso y permanencia de los estudiantes del nivel secundario en el nivel superior	Equipos de gestión de las Escuelas de Educación Media	Secretaría Académica Autoridades de la DGE Equipo de Gestión de las Esc. de Educación Media participantes	mayo 2016 – marzo 2017
Taller: “El desafío de la vida universitaria” destinado a satisfacer las expectativas de los estudiantes	Estudiantes que cursan el último año de la Esc. Media	Secretaría Académica Esc. de Educación Media	marzo 2017
Ciclo de Encuentros: “La UNCuyo va al Secundario” tendiente a fortalecer los espacios básicos de cada carrera científico-tecnológica.	Estudiantes que cursan el último año de la Esc. Media	Secretaría Académica Docentes de la FCAI Equipo de Gestión de las Esc. de Educación Media Participantes	junio 2016
Certamen: “El conocimiento gana”, estrategia contemporánea y metodológicamente flexible que propia espacios de reflexión en el enseñar y el aprender	Estudiantes que cursan el último año de la Escuela Media	Secretaría Académica	agosto 2016 (fecha estimativa)
Encuentro con docentes de las ciencias exactas del Nivel Medio y de la FCAI para lograr acuerdos básicos en la enseñanza de las disciplinas científico-tecnológicas	Docentes del Nivel Medio Docentes de la FCAI	S.A. - Equipo de Gestión de las Esc. Media Docentes de la FCAI Docentes de las Esc. Media participantes	mayo 2016 – marzo 2017
Acompañamiento a los docentes y personal de apoyo académico a construir estrategias que garanticen una permanencia inclusiva en la FCAI de los estudiantes con discapacidad	Docentes Personal de Apoyo Académico	Referente de la FCAI ante el Programa de Inclusión	mayo 2016 – marzo 2017
Instalación de aro magnético para personas con hipoacusia	Estudiantes con discapacidad auditiva que cursan sus estudios en carreras que ofrece la FCAI	Referente de la FCAI ante el Programa de Inclusión Secretaría de Infraestructura y Mantenimiento	agosto 2016
Entrevista personal a cada uno de los estudiantes que manifiestan tener discapacidad para su constatación a través del CUD y actuar en consecuencia	Estudiantes que declaran tener discapacidad	Referente de las FCAI ante el Programa de Inclusión	mayo 2016 – marzo 2017
Creación, a través de la modalidad de taller, de un espacio de reflexión sobre el proyecto vocacional para la construcción de elementos de juicio para su inserción en la vida universitaria.	Aspirantes a primer año a las Carreras de la FCAI	Coord. Gral. de Ingreso, SAPOE, Psicopedagoga	mayo, junio, julio y octubre 2016
Construcción del oficio de estudiantes universitarios desde la materialización de los espacios que hacen a la organización de la FCAI. Análisis conjunto del Régimen de Enseñanza Aprendizaje.	Alumnos ingresantes a las carreras de la FCAI de la UNCuyo	Coordinadora TRACES FCAI. Ref. de comunicación	marzo 2017
Construcción e identificación de los pilares de protección social útiles para la vida cotidiana y la integración académica. (Ambientación)	Alumnos ingresantes a las carreras de la FCAI de la UNCuyo	Coordinadora TRACES FCAI Secretaría de Bienestar Universitario, Delegación Sur	marzo 2017
Concientización a los estudiantes del valor de la actividad física como parte de una	Alumnos ingresantes a las carreras de la	Coordinadora TRACES	marzo 2017

educación integral y recreativa. (Ambientación)	FCAI de la UNCuyo	FCAI	
SISTEMA DE TUTORIAS como un recurso de apoyo complementario, en el que se constituye un verdadero encuentro de acciones comunes. (Ambientación).	Alumnos ingresantes a las carreras de la FCAI de la UNCuyo	Coordinadora TRACES FCAI Coordinadora de tutorías	marzo 2017
Entrevista personal a cada uno de los estudiantes ingresantes que autodeclaran poseer una discapacidad (CUD). Posterior informe a Secretaría Académica y Programa de Inclusión de Personas con discapacidad de la UNCuyo. (Ambientación)	Alumnos ingresantes que se autodeclaran como portadores de una discapacidad	Coordinadora TRACES FCAI	marzo 2017
Construcción del Perfil de Ingresante a través del conocimiento de su historia académica anterior y personal. Posterior socialización. (Ambientación)	Alumnos ingresantes a las carreras de la FCAI de la UNCuyo	Coordinadora TRACES FCAI	abril 2016 marzo 2017
Atención de ingresantes que presentan distintas problemáticas que son derivados o asisten, espontáneamente, al SAPOE. (Ambientación).	Alumnos ingresantes a las carreras de la FCAI de la UNCuyo	Coordinadora TRACES FCAI SAPOE	abril 2016 marzo 2017
Seguimiento sistemático del rendimiento académico de los estudiantes.	Estudiantes de 1º, 2º y 3º años de las carreras que ofrece la FCAI	Coordinadora TRACES Secretaría de Comunicación e Informática Departamento de Alumnos	mayo 2016 – marzo 2017
Participación activa de los estudiantes con RAN y RAM del Taller de Resolución de Problemas, articulado con el sistema de tutorías	Estudiantes con RAN RAM	SAPOE - Coord. del Sistema de Tutoría	mayo 2016 – marzo 2017
Taller: “Nuestros primeros pasos en la FACU”, acompañamiento a los estudiantes de primer año.	Estudiantes de 1º año de todas las carreras de la FCAI	Centro de Estudiantes	mayo 2016
Detectar los espacios curriculares donde se presentan las mayores dificultades y que provocan demora en el egreso en las distintas carreras que ofrece la FCAI. Articulación de modalidades de trabajo con los equipos docentes de los espacios curriculares en los que se hayan detectado dificultades relacionadas a la demora en el egreso.	Alumnos	Secretaría Académica Director y coordinadora Proyecto TRACES Tutores mejora en el egreso, Coordinadora demora en el egreso	marzo 2016 – mayo 2017

En la Tabla 1 se describen las actividades planteadas según los objetivos específicos, consignando población destinataria, actores intervinientes y fechas de realización.

3.2 Recursos

Recursos necesarios para el desarrollo de actividades previstas
Honorarios Profesionales
1 Coordinadora
3 Tutores mejora egreso
3 Tutores pares
1 Tutor pedagógica
1 Informático
3 Tutores Articulación Esc. Media
2 Asistentes Técnicos
1 Coord. de Tutorías
12 Articuladores prácticas sociales
1 Responsable de comunicación y tareas administrativas

4 Conclusiones

El equipo de trabajo de este Proyecto acuerda que: “la evaluación resulta un proceso complejo y por ello enriquecedor, siendo que se trata de una práctica social inserta en un contexto que impacta de múltiples maneras en los distintos actores involucrados” (La evaluación significativa, Rebeca Anijovich-Paidós, 2013)

Se concluye que en esta Facultad Aplicadas a la Industria de la UNCuyo se inició desde 2004 una tradición de Proyectos de la Unidad Académica, de Rectorado y de la Nación que se consolidan en este Proyecto TRACES FCAI. Dicho Proyecto se sostiene desde el financiamiento a recurso humano que atienden las demandas de este Proyecto implica y que está destinado a la razón de ser de las universidades: los estudiantes a través de la concreción de líneas actuales de acción y diseño de líneas futuras posibles, que abarquen desde el ingreso, permanencia y egreso de los mismos.

Este Proyecto resignifica la figura de los docentes y de los estudiantes no visibilizados, permitiendo que el discurso universitario se abra a espacios diferentes, yendo un paso más allá de los saberes atesorados. Todo lo cual, implica una práctica concreta de diálogo y de construcción de pensamiento en torno a las prácticas que hoy nos convoca.

Se concluye que este Proyecto logró y logra un trabajo en red con las Secretarías de la Unidad Académica que desde un marco de acciones conjuntas permiten garantizar procesos de inclusión e igualdad de oportunidades en el acceso, permanencia y egreso de los estudiantes en las carreras que ofrece la FCAI.

Referencias Bibliográficas

BADANO, M del R. 2006. “Políticas, Prácticas y Saberes sobre el Ingreso a la Universidad”. Universidad Autónoma de Entre Ríos y Universidad Nacional de Entre Ríos.

FERNÁNDEZ, ANA MARÍA 2008 “La lógica colectivas, imaginarias, cuerpos y multiplicidades” Buenos Aires.

MORIN, EDGAR 1997 “Introducción al pensamiento complejo” Barcelona: Gedisa.

Plan Estratégico 2021.2012. “Un Proyecto de Universidad Compartido UNCuyo”

STAPICH, ELENA 2010 “Hacer audible el susurro de la lectura” Revista Lectura y Vida N° 2

ZAPATA, ERICE 2011 “Claves para el éxito universitario” Buenos Aires Dunken.

3RE-A2-Prácticas Sociales Educativas en la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Augusto Roggiero

Emanuel Sánchez Varretti

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria UNCUYO

Resumen

Las Prácticas Sociales Educativas consisten en el desarrollo de una estrategia de innovación educativa para alcanzar la formación universitaria de manera integral. Radica en incorporar al trayecto académico del estudiante universitario espacios que integren las funciones de docencia, de extensión y de investigación en los que se desarrollen acciones educativas teórico-prácticas en un determinado entorno territorial, en articulación con organizaciones sociales, promoviendo el diálogo de saberes, la inter y transdisciplina y favoreciendo el compromiso social.

Palabras clave: *saberes, prácticas, conciencia social*

1 Introducción

Estas prácticas promueven el intercambio de conocimientos entre el saber académico y el saber popular. En este sentido, se espera que los universitarios que desarrollen estas prácticas sean capaces de partir de un diagnóstico construido junto a los actores sociales que permita identificar un camino en común de mutuo enriquecimiento.

Propone una reorganización de los roles en las relaciones educativas, favoreciendo un aprendizaje horizontal. Se agrega un nuevo actor educativo: el actor comunitario, que es portador de saberes, capaz de aprender y de enseñar desde la experiencia.

A partir del cual se determinan los objetivos y las metas. Allí es posible el aprendizaje situado, es decir, se aprende poniendo en juego teorías mientras se busca realizar contribuciones concretas a procesos sociales determinados. Será preciso determinar que lugar geográfico, que actores y que realidades concretas componen el territorio de cada práctica.

Para responder a una realidad compleja hace falta un abordaje complejo. Es necesario construir puentes entre las carreras que permitan a los estudiantes conocer el valor del trabajo en equipos interdisciplinarios, romper los comportamientos estancos en los que se encuentran muchas disciplinas y promover una comunidad universitaria más conectada entre sí.

Así la teoría y la práctica se redefinen mutuamente y muchas veces redefinen la vocación del estudiante, en la resignificación de los conceptos centrales de la disciplina por su naturaleza dinámica. A través de ellas, se pueden actualizar permanentemente los contenidos, metodologías y objetivos de cátedra; impulsar nuevos proyectos de investigación con acento en la resolución de problemáticas socialmente relevantes e incorporación de saberes populares.

2 Objetivos

Fortalecer propuestas pedagógicas que articulen acciones solidarias, con contenidos formales curriculares, buscando promover la participación ciudadana y democrática de los estudiantes en sus comunidades.

Atender problemáticas sociales relevantes en experiencias que, a la vez, les permite a los docentes universitarios y a los estudiantes profundizar sus aprendizajes.

Comprometer a los docentes y estudiante con la transformación de sus comunidades y estimular el deseo de aprender para volcar su conocimiento al servicio de otros en situaciones concretas y reales.

Formar a los estudiantes universitarios integralmente, favoreciendo su mejor desempeño profesional y social.

Generar una contribución por parte de la universidad pública a los procesos sociales, culturales, políticos y económicos emancipatorios.

3 Marco Legal

3.1 Ley de educación superior

“Garantizar una educación integral que desarrolle todas las dimensiones de la persona y habilite tanto para el desempeño social y laboral, como para el acceso a estudios superiores”

“Brindar una formación ciudadana comprometida con los valores éticos democráticos de participación, libertad, solidaridad, resolución pacífica de conflictos, respeto a los derechos humanos, responsabilidad, honestidad, valoración y preservación del patrimonio natural y cultural”.

“Una contribución que, en el ejercicio integrado de la docencia, la investigación, la vinculación y la extensión, articulando saberes y disciplinas; se involucra con la sociedad en el logro del bien común, en la construcción de ciudadanía y en el desarrollo socialmente justo, ambientalmente sostenible y territorialmente equilibrado del pueblo argentino, en un contexto de integración regional latinoamericana y caribeña, en el marco de los procesos de internacionalización de la educación superior” (2013)

3.2 Plan estratégico

“autonomía con responsabilidad social, comprometida con la educación como bien público y gratuito (...) con funciones sustantivas con inclusión, pertenencia y excelencia” (2013, 9). Así mismo, dentro del primer Objetivo, se resalta, la necesidad de:

“Contribuir al desarrollo de la comunidad, al bien común y a la ciudadanía plena en los ámbitos local, nacional y regional, atendiendo con pertinencia, necesidades y demandas sociales, considerando los planes estratégicos provinciales y nacionales y articulando los saberes y prácticas con una clara orientación interdisciplinar, en un marco de responsabilidad institucional” (2013, 9)

3.3 Ordenanza N°11/2014 C.S.

“(…) un ejemplo concreto de cambio en la forma de aprender y enseñar. Además, favorecen la construcción colectiva del conocimiento entre docentes, graduados, personal de apoyo, investigadores y estudiantes, en encuentro y diálogo con los saberes populares.

Con la PSE se busca que los estudiantes se formen como ciudadanos con responsabilidad y conciencia social contribuyendo, en ese marco de experiencia de aprendizaje, a mejorar las condiciones de existencia de la comunidad” (2014, 8)

3.4 Líneas estratégicas

Fortalecimiento de mecanismos institucionales, plurales y participativos, orientados a identificar y abordar las demandas y necesidades sociales.

Este tipo de práctica se lleva a cabo en diálogo con las organizaciones sociales e instituciones públicas, desde la identificación misma del problema a la ejecución de la propuesta.

Es muy importante la definición de “con quienes” se realizan estas prácticas.

4. Actividades

Encuentros donde los estudiantes sepan de qué van a ser parte o por qué van a ser parte de esto. Preferiblemente las organizaciones sociales deben participar de estos momentos.

Los estudiantes desarrollan acciones en territorio junto a los actores sociales, en función de los objetivos consensuados previamente, con el acompañamiento de los docentes, tutores y/o monitores.

Implementación de la currícula:

Incorporar las PSE en todos los años de la carrera con un 20% como mínimo sobre el total de la carga horaria.

- Crear espacios curriculares propios.
- Incorporar las prácticas socioeducativas en espacios curriculares ya existentes.

Las materias que lo incorporen deben trabajar articuladamente para garantizar un proceso formativo armónico y de complejidad creciente.

5. Conclusiones

En vista de poder consolidar en el ámbito de la FCAI este sistema que data de varios años con una necesidad concreta de asistencia potencial de todos los alumnos de los dos primeros años del ciclo básico de las carreras que conforman la oferta educativa, es necesario consolidar el equipo de coordinación y tutores disciplinares mediante cargos docentes a los fines de propiciar la debida continuidad, permanencia y evaluación constante de la implementación de este servicio.

Dichos tutores se desempeñan en las disciplinas Matemática, Física y Química de primer y segundo año de las distintas carreras, áreas sobre las que se ha estado actuando en la FCAI desde sistemas tutoriales previos con financiamiento específico de programas y proyectos tales como PROMEI, FUNDAR; TRACES, PROFOCE.

Los tutores se encuentran afectados a la asistencia de los alumnos:

- a) con dificultades académicas específicas
- b) los que los docentes académicos deriven al sistema
- c) aquellos que lo demanden por necesidad de fortalecer su condición de estudiante universitario y disminuir el retraso en la formación.

Referencias Bibliográficas

- BORDONI, N. Agosto de 2004. "Vínculo entre la universidad y la sociedad" en Universidad, Sociedad y Producción. Juan. Ministerio de Educación, Ciencia y Técnica.
- HERRERO, M.A. 2010. Una nueva forma de producción de conocimientos: el aprendizaje-servicio en educación superior en Revista Científica TZHOECOEN Universidad Señor de SIPAN Año 3/Nº 5. Chiclayo, Perú.

4RE-A2-Consolidación del Sistema de Tutorías de la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Augusto Roggiero

Diana Margara

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria UNCUYO

Resumen

El sistema de tutorías configura una estrategia pedagógica que posibilita, conjuntamente con las restantes estrategias que promueven el ingreso y la permanencia de los estudiantes en los estudios superiores, acompañar al ingresante en la inserción a la vida universitaria. Las tutorías específicamente, como vínculo pedagógico personalizado, intentan favorecer el desarrollo de las capacidades del estudiante y fortalecer sus prácticas de aprendizaje en las cursadas ordinarias, permitiéndole detectar y aprovechar sus potencialidades, desarrollando su capacidad crítica e innovadora, acompañando su trayectoria académica para lograr la permanencia y acercar el tiempo real de cursado con el formal de las carreras.

Palabras clave: *Permanencia, Apoyo, Tutoría*

1 Introducción

Desde inicios del mil novecientos, se inicia en la Argentina un proceso de expansión y desarrollo de la educación de nivel superior, de esta manera se satisfacía a las demandas y aspiraciones de movilidad ascendente de los sectores sociales tradicionalmente excluidos del sistema universitario. Desde esos tiempo se construye y configura la Universidad, comprendiendo actualmente cientos de instituciones de gestión tanto estatal como privada que ofrecen una amplia oferta de carreras de pregrado, grado y que si bien ha sido capaz de dar respuestas a las demandas por un mayor número de vacantes presenta como problemática la retención y graduación de sus estudiantes. Por esto, es menester la realización de dispositivos que aseguren una óptima trayectoria académica de los alumnos, brindando acompañamiento, seguimiento y fortaleciendo las áreas disciplinares troncales de cada carrera.

En esta Unidad Académica nace el Sistema de Tutoría como un espacio de orientación y apoyo complementario. Se amalgama en un verdadero encuentro de acciones comunes centradas en el aprendizaje, de apoyo para los procesos cognitivos y afectivos en función de la identificación de problemáticas detectadas en los estudiantes. Complementando la formación académica impartida en los espacios curriculares, canalizando inquietudes, considerándolas como una compleja trama de significados y prácticas es que se constituyen las Tutorías en las carreras que ofrece la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria de la UNCuyo.

2 Objetivos

Las tutorías disciplinares tienen como objetivo el seguimiento del desempeño académico de los estudiantes durante el cursado de los espacios curriculares de Matemática, Física y Química, dado que son las materias en las que evidencian mayores índices de reprobación y deserción. Estas tutorías con modalidad disciplinar permiten la detección de las dificultades en sus hábitos de estudio, en sus modalidades de acercarse al conocimiento y de ese modo una reflexión sobre el abordaje de los mismos y de una nueva forma luego de un acompañamiento en la reflexión. Impulsando en el estudiante el desarrollo de autonomía a optimizar su desempeño académico y disminuyendo los índices de deserción y desgranamiento.

Se trabaja en el desarrollo y la implementación de estrategias que favorezcan la identificación de las dificultades e inquietudes de los estudiantes en el proceso de inserción en el nivel universitario. Contribuyendo a mejorar las condiciones de aprendizaje de los estudiantes, por medio del análisis y reflexión colectiva sobre la información generada en las experiencias tutoriales.

3 Actividades

El sistema de tutoría se desarrolla::

Coordinación del sistema tutorial.

- Acciones de capacitación tutorial
- Organización de las actividades de los tutores
- Elevación semestral de informe de avance, cualitativo y cualitativo.
- Elaboración de propuesta de mejora y análisis de debilidades

Orientación y apoyo en Matemática (Matemática I y Matemática II)

Orientación y apoyo en Química (Química General y Química Inorgánica)

Orientación y apoyo en Física.

Coordinación pedagógica

- Provisión de información de datos personales
- Análisis de resultados de asistencia y notas parciales
- Evaluación del sistema
- Toma de encuestas y entrevistas
- Recopilación de datos y elaboración de informes.
- Elaboración de: materiales, instrumentos de diagnóstico y seguimiento,
- Orientación psicopedagógica.

Tutores

- Atención personalizada a cada tutorando
- Realización de registro de actividades
- Participación en capacitaciones y reuniones

La población destinataria del sistema de tutorías disciplinares comprende estudiantes de primer y segundo año de las carreras de Ingeniería Química e Ingeniería en Industrias de la Alimentación. En el último año asistieron 73 alumnos, de los cuáles el 83% obtuvo la regularidad de los espacios curriculares.

5. Conclusiones

En vista de poder consolidar en el ámbito de la FCAI este sistema, que data de varios años, con una necesidad concreta de asistencia potencial de todos los estudiantes de los dos primeros años del ciclo básico de las carreras que conforman la oferta educativa, es necesario consolidar el equipo de coordinación y tutores disciplinares mediante cargos docentes a los fines de propiciar la debida continuidad, permanencia y evaluación constante de la implementación de este servicio.

Dichos tutores se desempeñarán en las disciplinas Matemática, Física y Química de primer y segundo año de las distintas carreras, áreas sobre las que se ha estado actuando en la FCAI desde sistemas tutoriales previos con financiamiento específico de programas y proyectos tales como PROMEI, FUNDAR; TRACES, PROFOCE.

Los tutores estarán afectados a la atención de estudiantes: a) con dificultades académicas específicas, b) los que son derivados por los docentes de las cátedras al sistema; y c) aquellos que lo demanden por necesidad de fortalecer su condición de estudiante universitario y disminuir el retraso en la formación.

Se vivencia en las universidades argentinas situaciones complejas en la que convergen aspectos de diferente índole, tales como aspectos sociológicos que indican un acceso masivo a la universidad, aspectos psicológicos que dan cuenta de la desarticulación entre los sistemas educativos que provocan en el estudiante una nueva realidad desconcertante y por momentos desestructurante y el aspecto científico, dado que estos conocimientos han crecido de manera radical y requieren ser aprehendidos en forma autónoma para lo cual se hace necesario la construcción de competencias.

La Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria de la UNCuyo da respuesta a esta situación para gestar un futuro más alentador a los estudiantes que cursan los primeros años de las carreras que ofrece y asume la realidad de los mismos para garantizar su formación en este escenario con las características actuales en un marco de acciones que garanticen proceso de inclusión e igualdad de oportunidades en el acceso y permanencia.

Es necesario para su total consolidación que este Sistema de Tutoría, que data de varios años, con financiamiento específico de programas y proyectos tales como PROMEI, FUNDAR, TRACES, PROFOCE, mediante cargos docentes a los fines de propiciar la continuidad permanencia y evaluación constantes de este servicio.

Referencias Bibliográficas

CARLINO, P. 2005. “Escribir, leer y aprender en la Universidad. Fondo de Cultura Económica, Bs.As.

LITWIN E. 1996. “El campo de la didáctica, la búsqueda de una nueva agenda”. Bs. As. Paidós.

MORANO O. 2008. Documento Preliminar. Proyecto estratégico de reforma curricular de las ingenierías.

LITWIN E. 1997. “Las configuraciones didácticas” Bs. As. Paidós.

AGUILAR RIVERA M del C. 2004. La transición a la vida universitaria. Éxito, fracaso y abandono. Madrid.

GARCÍA de FANELLI. 2002. Indicadores y estrategias con el abandono universitario. La agenda universitaria.

ÁLVAREZ PÉREZ P. 2002. La función tutorial en la universidad. Una apuesta por la mejora de la calidad en la enseñanza. ED.EOS, Madrid.

ÁREA ARTICULACIÓN ESTADO- UNIVERSIDAD-EMPRESA PARA LA PRODUCCIÓN

Resúmenes Extendidos

1RE-A4-FUNC: Unidad de Vinculación Tecnológica de la Universidad Nacional de Cuyo

Ing. Daniela Inés Bocci

Ing. Sergio Adrián Sini

FUNC (Fundación Universidad Nacional de Cuyo)

UNCuyo– FCAI (Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria)

Resumen

La Fundación de la Universidad Nacional de Cuyo es una Unidad de Vinculación Tecnológica (UVT). Las UVT son entidades a las cuales pueden recurrir las empresas cuando planifican la presentación de un proyecto, dado que brindan asistencia a la formulación y a la vinculación entre Instituciones de Ciencia y Tecnología y el sector privado. Fomentan innovaciones que impliquen investigación y desarrollo; transmisión de tecnología y asistencia técnica.

Dentro de este marco general, la FUNC intenta vincular el sector público y privado con el sector del conocimiento desarrollado en todo el ámbito de la Universidad Nacional de Cuyo, articulando diversos mecanismos para alcanzar este fin. Tiene como objetivo primordial acercar al medio todos los recursos, humanos, técnicos, de investigación e infraestructura disponible en la Universidad, para enriquecer su accionar fundamentalmente en lo que al desarrollo e innovación tecnológica se refiere; y a su vez, captar del mismo todas las demandas e inquietudes presentes, de forma de buscar la manera más conveniente de satisfacerlas.

Palabras clave: *Unidad de Vinculación Tecnológica, Capacitación, Financiamiento, Asistencia Técnica.*

1 Introducción

La Fundación Universidad Nacional de Cuyo (FUNC) es una Unidad de Vinculación Tecnológica (UVT) perteneciente a la Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo).

A principios del 1991, por Ley N° 23.877, se crean las UVT en el ámbito nacional, cuya misión es conectar el sector del conocimiento o de tecnología con el sector demandante vinculado a la producción, y con el objetivo de generar nuevos productos o servicios.

Las UVT tienen como misión asistir a las empresas en el desarrollo de proyectos que tengan como fin el mejoramiento de actividades productivas y comerciales. Fomentan innovaciones que impliquen investigación y desarrollo; transmisión de tecnología y asistencia técnica. Además, aportan su estructura jurídica para facilitar la gestión, la organización y el gerenciamiento de los proyectos.

Las mismas se encuentran reguladas por el Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR), organismo encargado de evaluar y realizar las habilitaciones de las unidades de vinculación. Actualmente, en la provincia de Mendoza existen otras unidades de vinculación: universitarias, consultoras privadas, etc.

La FUNC se fundó el 14 de diciembre de 1978 por iniciativa de la Universidad y más de sesenta entidades y empresas mendocinas de diferentes sectores: agricultura, industria, comercio, servicios, etc., y funciona como una entidad jurídica sin fines de lucro. (Ver logo en Figura 1).



Figura 1. Logo institucional de la FUNC.

Fuente: página web oficial de la FUNC -
<http://func.uncuyo.edu.ar/index.php>

Desde la FUNC se realizan diversas actividades, entre las que se destacan: consultoría y asistencia técnica, gestión de proyectos, capacitación de recursos humanos, estudios específicos e implementación de sistemas de gestión de la calidad y ambiental, en distintos sectores productivos y de servicios de la provincia y la región.

La sede central de la FUNC funciona, desde sus inicios, en el Edificio Rectorado del Centro Universitario (ver figura 2), ubicado en el Parque General San Martín, Mendoza. En el año 2008, de la mano de su Presidente, Ing. Fabio Rafael Tarantola, se abrió la sede SUR, que desarrolla sus actividades en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria (FCAI) y trabaja en forma conjunta con la Secretaría de Vinculación Tecnológica y Desarrollo Productivo (SeViTec) de la misma.



Figura 2. Sede Central de la FUNC ubicada en el Edificio Rectorado del Centro Universitario

Fuente: página web oficial de la FUNC -
<http://func.uncuyo.edu.ar/index.php>

1.1 Misión

Favorecer las relaciones de la UNCuyo con las empresas, gobierno e instituciones con el objetivo de promover la innovación tecnológica a través de la investigación y desarrollo, la transmisión tecnológica y la asistencia técnica, como instrumentos de mejora de la actividad productiva de bienes y servicios.

1.2 Objetivos

El principal objetivo de la FUNC es transferir el conocimiento científico y tecnológico de la Universidad Nacional de Cuyo al medio. Para ello se persigue:

- Promover la innovación tecnológica.
- Gestionar y celebrar acuerdos y/o convenios con entidades, personas, equipos de investigación y/o empresas, para perseguir fines específicos.
- Administramos proyectos de investigación e innovación tecnológica.

Además, cabe destacar que la FUNC cuenta con el apoyo de los recursos humanos, administrativos, científicos y tecnológicos de la UNCuyo a través de sus Unidades Académicas, Institutos, Centros de Investigación y Laboratorios, englobando las más variadas áreas. Esto permite a la FUNC dar respuestas a las diversas demandas de la sociedad, gracias al soporte académico y científico de sus doce unidades académicas:

1. Facultad de Artes
2. Facultad de Ciencias Agrarias
3. Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

4. Facultad de Ciencias Económicas
5. Facultad de Ciencias Médicas
6. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales
7. Facultad de Derecho
8. Facultad de Educación Elemental y Especial
9. Facultad de Filosofía y Letras
10. Facultad de Ingeniería
11. Facultad de Odontología
12. Instituto Balseiro

La UNCuyo, cuenta con más de 3.800 docentes y más de 1000 investigadores, los que desarrollan, en promedio, unos 360 proyectos de investigación por año en distintas áreas: Ciencias Exactas y Naturales, Ciencias de la Salud, Ciencias Agrarias, de la Ingeniería y de los Materiales y Ciencias Sociales y Humanidades.

Además, se articulan relaciones entre empresas y otras instituciones especializadas, centros de servicios o de investigación de la provincia y del país.

2 Servicios

La FUNC intenta vincular el sector público y privado con el sector del conocimiento desarrollado en todo el ámbito de la UNCuyo, articulando diversos mecanismos para alcanzar este fin. Tiene como objetivo primordial acercar al medio todos los recursos, humanos, técnicos, de investigación e infraestructura disponible en la UNCuyo, para enriquecer su accionar fundamentalmente en lo que al desarrollo e innovación tecnológica se refiere; y a su vez, captar del mismo todas las demandas e inquietudes presentes, de forma de buscar la manera más conveniente de satisfacerlas.

2.1 Consultoría y Asesoramiento Profesional en temas específicos

Participa activamente en temas relacionados a evaluaciones de impacto ambiental, como por ejemplo en dique Potrerillos y Portezuelo del viento; diseño e implementación de sistemas de calidad, gestión ambiental, seguridad ocupacional; investigación y desarrollo de nuevos productos y/o procesos.

2.2 Capacitación

Posee una serie de capacitaciones preparadas para ser impartidas en el ámbito de las empresas, utilizando como capacitadores Docentes y especialistas en diversas temáticas

2.3 Gestión de Líneas de Financiamiento y Créditos.

Se desempeña en el acompañamiento en gestión de créditos y subsidios para el desarrollo de proyectos. También, en asesoramiento y vinculación con líneas de financiamiento disponibles en distintos organismos a nivel Nacional, Provincial y Municipal.

2.4 Difusión

Desde abril de 2016, la FUNC llega a sus amigos y clientes con un newsletter que se envía regularmente por mail y que también, puede leerse en la web oficial de la FUNC: func.uncuyo.edu.ar. En cada edición se pueden leer novedades sobre capacitaciones, líneas de financiación para pymes, tendencias sobre innovación tecnológica e información sobre las actividades que realiza la Fundación.

3. Sede SUR de la FUNC

Asistencia y formulación de proyectos:

- PFIP 2005 – Cerricoop LTDA – "Incorporación de tecnología en usina láctea para la reactivación de la producción tambera en la zona sur de la Provincia de Mendoza" – APROBADO – CONCRETADO.
- ANR 800 – PLASTIANDINO S.A. – "Desarrollo de Film Sustentable para Envases Flexibles." – NO APROBADO.

- ANR CT - PLASTIANDINO S.A. – “Sistematización de la Programación de la Producción” – NO APROBADO.
- PFIP 2009 – FCAI – CONICET - “Innovación de las principales herramientas biotecnológicas para vinificación, levaduras y enzimas pectinolíticas, para la diferenciación de los vinos de la región sur de Mendoza.”
- PACC 7523/2012 – TASSAROLLI S.A. – “Sistematización de abastecimiento y logística de materia prima con destino a producción” – APROBADO – NO EJECUTADO.
- FITR 2013 – Tasarolli S.A. - “Línea de forjado” – APROBADO – Proceso de Pre-Ejecución.
- ANR 800 – SECRETOS DEL MONTE – “Desarrollo de una semiconserva de carne con bioconservante y su producción a escala piloto” – APROBADO – NO EJECUTADO POR LA EMPRESA
- ANR 1700 – SISTEMAS DE EMBALAJE S.A. - “Diseño y construcción de prototipo de paletizador automático para industria farmacéutica, integrado con desarrollo de un sistema de trazabilidad de medicamentos para envases secundarios y terciarios”. APROBADO

Además de los proyectos antes mencionados, la Sede Sur de la FUNC ha trabajado exitosamente en el dictado de Capacitaciones y Asistencia Técnica en diferentes empresas. Algunas de ellas son PLASTIANDINO S.A; CASA BIANCHI S.A, entre otras.

2RE-A4-Convenio Laboratorio de Combustible FCAI-INTI Programa Nacional de Control y Calidad de Combustible (PNCCC)

Juan Carlos Najul (Dir. Centro INTI Mendoza)

Roque Bielli (I.N.T.I. Centro Petróleo)

Alicia Ordoñez (Decana FCAI)

Sergio Sini (Secretaria de Vinculación y Tecnología / FCAI)

Resumen

Por requerimiento de la Secretaría de Energía se realiza el Control de la Calidad de Combustibles, tiene como objetivo ejercer el control de la calidad de naftas y gasoil comercializadas en todo el territorio nacional. Las actividades comprenden la inspección y muestreo de la mitad de las estaciones de servicio del país durante un período anual, y la evaluación de la calidad del combustible según las normas técnicas correspondientes. Desde el laboratorio de la Facultad de Ciencias Aplicada a la Industria e I.N.T.I se asistirá a las industrias de la región a partir de un acuerdo específico que formaliza la creación y puesta en funcionamiento del Laboratorio de Combustibles Líquidos. Se ubicará en las instalaciones del Parque Científico y Tecnológico de la FCAI, perteneciente a la Universidad Nacional de Cuyo, sito en el Parque norte de San Rafael.

Palabras clave: *Control de calidad de Combustible, calidad de naftas y gasoil.*

1 Introducción

El Programa Nacional de Control de Calidad de Combustibles (PNCCC) se encarga de realizar los controles pertinentes a los combustibles líquidos, entre ellos, las naftas y gasoil. Entre las acciones que lleva adelante el Programa Nacional de Control de Calidad de Combustibles (PNCCC) pueden mencionarse:

La determinación de la calidad de los combustibles que se expenden en las estaciones de servicio, terminales, plantas, centros de distribución, y toda otra dependencia donde se comercializan o administran naftas y gas oil.

La verificación de todos los aspectos administrativos legales de inscripción de tales establecimientos ante la autoridad competente.

El cumplimiento de las normas relacionadas con la seguridad en instalaciones y el manipuleo de productos que dicha inscripción conlleva, así como de toda otra normativa que propenda al control de los combustibles.

El relevamiento completo de precios. Esto comprende, la verificación y confrontación de los precios exhibidos al consumidor (contemplado bajo normas), con los indicados en los surtidores y bocas de expendio, y los efectivamente abonados por el consumidor final. La información que resulta de tal relevamiento luego es puesta a disposición de los consumidores en la página web de la Secretaría de Energía.

La comprobación y verificación –tanto en campo como en los laboratorios– de presencia de “marcadores” o trazadores a los efectos de corroborar el correcto destino de los combustibles y solventes con gravámenes diferenciados.

La ejecución de este programa implica, en forma genérica, la verificación y control de 500 establecimientos mensuales, repartidos en seis zonas en que se ha dividido el país.

El convenio contempla la incorporación tanto de personal como de equipamiento especializado en Análisis de Combustible. Los técnicos del INTI tendrán a su cargo la auditoría de los puntos de expendio y la toma de muestra de combustibles, que serán recibidas en el Laboratorio INTI-FCAI e ingresarán al sistema siguiendo los

protocolos de análisis establecidos y asegurando el soporte técnico y administrativo para la trazabilidad de las muestras, según los requerimientos de calidad.

Ambos organismos crearán una Comisión de Seguimiento y Control técnico para supervisar el adecuado funcionamiento del Laboratorio, integrado por profesionales de cada institución.

2 Descripción del Proceso

De la toma y retiro de muestras: Se tomará una muestra de nafta normal o común (de 83 RON mínimo), una de nafta especial o extra (de 93 RON mínimo) y una de gas oil. El INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL (INTI) retirará CUATRO (4) tomas de cada una de las mangueras de naftas elegidas al azar y TRES (3) tomas de la manguera de gas oil elegida al azar. UNA (1) de las tomas de cada producto será dejada en el punto de inspección para ser utilizada como contraprueba.

Las tomas deberán ser, en todos los casos, cerradas, precintadas e identificadas de conformidad por las partes presentes en los puntos de inspección.

Cada muestra de nafta constará de CUATRO (4) litros y cada muestra de gas oil constará de TRES (3) litros, los que serán envasados en recipientes de UN (1) litro cada uno.

1 - Verificación del cumplimiento de la obligación de exhibir la calidad de los productos.

2 - Confección del Acta de Inspección.

Sobre las muestras extraídas de cada punto de inspección en el laboratorio de la Facultad -FCAI- se efectuarán las siguientes determinaciones.

Naftas: Índice de octanos research (RON). Benceno y aromáticos totales. Curva de destilación. Detección de trazadores. Detección de plomo

Gas oil: Índice de cetanos. Contenido de azufre. Punto de inflamación. Curva de destilación. Viscosidad. Densidad

3 Laboratorio FCAI-INTI.

Según convenio particular entre ambas Instituciones FCAI - INTI aportarán dos equipos infrarrojos, un equipo de quimioluminiscencia, un destilador automático, un equipo de punto de inflamación, dos vehículos equipados para la toma y transporte de muestras, capacitación del personal y el espacio físico necesario para la realización de los análisis pertinentes en el predio del Parque Tecnológico de la Facultad.



4 Conclusiones

Este Programa Nacional de Calidad de Combustibles trabajado bajo convenio entre ambas Instituciones no solo trabajara en el análisis de nafta y gasoil sino que realiza otras investigaciones como el aumento de la proporción de etanol en las naftas que permitirá a provincias nortenas volcar recursos de la caña de azúcar a ese compuesto químico, como también en el gasoil con la incorporación del biodiesel.

La especialización de los profesionales de la Facultad podrá generar derrame de conocimiento no solo en la transferencia de conocimientos hacia las empresas, sino también para el interior de sus cátedras en sus carreras de grado y especializaciones.

Es realmente importante el convenio entre FCAI - INTI en su rol de acercar la tecnología y la ciencia a los actores locales, y promover el desarrollo en este espacio que es la principal fuente de recursos humanos calificados para el Instituto y la Facultad.



Referencia.

www.inti.gob.ar

<http://fcai.uncuyo.edu.ar/>

3RE-A4-Concentradores de Jugos de Tomate: Un Caso de Vinculación Entre la Universidad y la Empresa Privada

Luis Armando Rubio

Sergio Adrián Sini

Heber Noé Possa

Ernesto Muñoz Puentes

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Resumen

Se presenta un caso de exitosa vinculación entre la Universidad Pública Nacional, a través de un grupo de investigación de la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, y una empresa privada dedicada a la concentración de jugos, contando además con el apoyo del Estado mediante financiamiento.

Se realizó una evaluación y diagnóstico del estado de funcionamiento de dos equipos de evaporación y se propuso una modificación y adaptación de los mismos, con la incorporación de muy pocas partes nuevas, logrando incrementar la capacidad de evaporación del conjunto en un 80 %, con el mismo consumo de potencia eléctrica y sólo un incremento del 25 % del consumo de vapor.

Palabras claves: *Evaporadores – Vinculación - Concentradores*

1.- Introducción

El siguiente es un caso de feliz confluencia entre las necesidades y capacidades de la industria, los dispositivos de financiamiento y desarrollo del Estado, y los recursos humanos formados en la Universidad Nacional para solución de problemas regionales.

Una empresa procesadora de tomates ubicada en un parque industrial rural contaba con evaporadores adquiridos a proveedores ya desaparecidos. Este conjunto producía poco, con muchos problemas mecánicos, con altos costos operativos y con producto maltratado desde el punto de vista de su procesamiento.

Al iniciar la vinculación con el equipo de investigación de la Universidad, los objetivos empresariales eran: a) aumentar la capacidad de evaporación, que constituía una traba para el crecimiento; b) disminuir los costos operativos creciendo, pero manteniendo consumos constantes, dado que la situación del país no lo permitía; c) lograr lo anterior utilizando el equipamiento existente (el cual, por otra parte ya había sido modificado sin éxito) pues económicamente no era posible comprar nuevo equipamiento, descartando lo que se tenía.

2.- Análisis técnico y propuesta:

2.1. Toma de datos: La empresa contaba con dos evaporadores de unos cuarenta años, caracterizados por ser equipos continuos, de intercambiadores tubulares, que operaban en film descendente, uno simple y el otro doble efecto, logrando concentrar hasta 11 Brix el jugo de tomate.

Luego, se completa el proceso en concentradores tipo *boule*, que operan por lotes (*batch*), pudiendo llegar hasta 32 Brix, ya como extracto de tomates, pero que descargaban a distintas concentraciones.

Se inspeccionaron los intercambiadores de calor hallándose sólo uno en buen estado; los demás tenían tubos obstruidos con tomate quemado o estaban anulados.

Se realizó también un relevamiento de las bombas existentes y se midieron los ciclones y cañerías, tanto de vahos como de producto.

En la figura 1 se muestra una vista del conjunto de concentradores antes de la modificación y mejora realizada, mientras que en la figura 2 se observa el estado del haz tubular de uno de los intercambiadores de casco y tubo.

De los registros de producción de la empresa se determinan las siguientes capacidades de evaporación:

TABLA 1: Operación con equipos existentes			
Equipo	Agua evaporada	Consumo vapor	Temperatura de producto
Tubular, simple efecto	500 kg/h	600 kg/h	75 a 85°C
Tubular, doble efecto	1.500 kg/h	850 kg/h	84 a 88°C Primer efecto 72 a 78 °C Segundo efecto
Boules, cocinadores	3.000 kg/h	3.100 kg/h	55 °C
Total (2)	5.325 kg/h	4.550 kg/h	



Figura 1: Vista del conjunto de concentradores



Figura 2: Estado de intercambiadores de calor

2.2. Diagnóstico: Los equipos de tubos no han operado como de film descendente o no lo han hecho correctamente (tales equipos son poco aptos para esta aplicación, exigiendo terminaciones y montajes muy ajustados) por lo que se ha sufrido gran deterioro. El equipo doble efecto ha operado en la modalidad de flujo en equicorriente.

Los tubos de intercambio de calor deben ser renovados, las tuberías en algunos casos son insuficientes aunque pueden aprovecharse algunas cambiando su uso (las de vahos pueden servir para circulación de producto); las bombas de tornillo son caras de mantenimiento y de operación, aunque bombean bajo condiciones muy desfavorables.

De los tres equipos simple efecto que operan por lotes, uno convendría retirarlo de servicio, los otros dos se encuentran en buen estado.

2.3. Propuesta: Los dos equipos tubulares poseen un total de siete intercambiadores de los que se propone utilizar tres, de los cuales a dos se le deben cambiar todos los tubos; se aprovechará entonces para aumentar su superficie alargándolos lo que significará un sustancial aumento de la capacidad, lo que se logrará sin incrementar los caudales de producto sino la presión requerida. Al modificar intercambiadores de calor éstos deben cumplir con la normativa vigente, certificado por especialista en seguridad externo (sólo para primer efecto).

Además se requerirán nuevos ciclones separadores, tuberías de vahos y condensador nuevo.

El modo de operación propuesto es en contracorriente, para que el producto más concentrado opere con mayor temperatura y así evitar que la viscosidad aumente en exceso. Ambos efectos operaran en circulación forzada, el primero en configuración ascendente y el segundo ascendente- descendente.

Con esta reforma el segundo efecto evaporará 7.500 kg/h de agua (esto es, un 50% más de lo que evapora toda la planta) con el mismo consumo de vapor, pero además la concentración del producto será el doble de la actual (22 °Brix) lo cual hará que se deba de evaporar mucho menos en las boules.

De las bombas existentes se usará solamente la bomba de extracción de producto final, la bomba de vacío y la bomba de alimentación de agua al condensador, pero los motores eléctricos serán los mismos, esto es, la modificación no requiere mayor consumo de potencia eléctrica.

La empresa propone, además, que dada la envergadura del trabajo y la posibilidad de no concluirlo en término (ya que las adaptaciones de partes existentes y el montaje las haría la empresa) que ellos instalarían el equipo simple efecto, usando algunos intercambiadores no usados. Se acuerda ayudar en tal tarea transformándolo a circulación forzada aunque no se cambian tubos, ni siquiera se cambian aquellos obstruidos y anulados, sólo se modifica un precalentador cambiando el número de pasos y se elige, entre las disponibles, la bomba de circulación.

En la figura 3 se presenta una vista del conjunto luego de ser modificado.



Figura 3: Vista del conjunto luego de ser modificado

3.- Resultados operativos obtenidos

Equipo	Agua evap.	Consumo de vapor	Temperatura de producto
Tubular, simple efecto	4.000 kg/h	4.200 kg/h	45 a 50°C
Tubular, doble efecto	8.000 kg/h	4.200 kg/h	75 a 78°C Primer efecto 45 a 50 °C Segundo efecto
Boules, cocinadores	1.500 kg/h	1.600 kg/h	55 °C
Total (2)	9.500 kg/h	5.800 kg/h	

4.- La participación del Estado:

Estas modificaciones, así como otras de adecuación de las líneas de preparación de materia prima, se concretaron mediante un crédito de la línea de financiamiento 400-48 del Banco de la Nación Argentina para Parques Industriales Rurales. De este modo el Estado contribuye a la generación de riqueza y al arraigo de las poblaciones rurales.

5.- Conclusiones

- a) Se logró incrementar la capacidad de evaporación del conjunto en un 80 %, con el mismo consumo de potencia eléctrica y sólo un incremento del 25 % del consumo de vapor.
- b) Los valores corresponden a balances globales de materia prima, ya que se terminaba la puesta a punto y el equipo entraba en operación; para la siguiente temporada se harán mediciones precisas.
- c) No hay vapor suficiente para operar todos los equipos en simultáneo, por lo que el Tubular simple efecto quedará como evaporador de emergencia
- d) La vinculación lograda entre el sector del conocimiento, la empresa privada y el estado, permitió desarrollar un proyecto que mejoró sustancialmente la capacidad de producción de la planta de concentrado, hecho que tendrá un impacto directo en los costos y permitirá aumentar las toneladas procesadas con los mismos recursos, logrando una mejora de la situación general del negocio que en un corto plazo impactará positivamente en la economía y en la sociedad cercana.
- e) La concreción de este proyecto aporta a revertir la tendencia actual de nuestro país como importador de pasta de tomate. Hace cuarenta años (la edad de los evaporadores) cuando Argentina exportaba plantas de procesamiento llave en mano a EEUU, el país exportaba grandes cantidades de pasta de tomate a Italia y otros países. Pero años después eso cambió y Argentina pasó de exportador a importador de pasta de tomate. Hasta hace unos seis años el 60 % de los productos derivados del tomate (puré, pulpa, salsas) consumidos en el país se elaboraban usando pasta importada. El déficit fiscal y la caída en las divisas, hicieron que se fueran restringiendo las importaciones hasta prácticamente volver al autoabastecimiento. Pero en el camino quedaron los pequeños productores: hoy son los mismos fabricantes o grandes productores los que plantan. Los demás venden y se mudan a las ciudades.

6- Referencias bibliográficas

- Rubio, L.- Muñoz, E.- Chernikoff, R.- Eirín, R.- Possa, H. Marco teórico superador para el fenómeno de evaporación en tubos. Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 15-17/11/2006. Córdoba
- Dimian, A.(1994) Use process simulation to improve plant operations. Chemical Engineering Progress, September 58-66
- Cao, E., Transferencia de Calor en Ingeniería de Procesos, Nueva Librería, Buenos Aires, 2006 2da. Edición yss.
- McCabe, W.L. Smith, J.C., Harriott, P., Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, 4ta ed., Madrid, España, McGraw-Hill, 1991.
- Levenspiel, O., Flujo de Fluidos e Intercambio de Calor, Barcelona, España, Reverté, 1993.

4RE-A4-Parque Científico Tecnológico – Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Sergio Adrián Sini

Daniel Alfredo Castro

Heber Noé Possa

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Resumen

Se presentan los fundamentos, objetivos y estado de avance del proyecto de construcción y puesta en funcionamiento de un Parque Científico Tecnológico de la Facultad de Ciencias Aplicadas (PCT-FCAI), cuyo principal objetivo es “Contribuir al desarrollo nacional, y con especial énfasis al regional y local, a través de proyectos de investigación, desarrollo, innovación y transferencia de tecnología, logrado mediante la articulación con organizaciones públicas y privadas, fortaleciendo la integración de la Universidad y la sociedad”. Se muestra el avance de la obra edilicia donde funcionará físicamente el proyecto y se mencionan los adelantos en el desarrollo de actividades que se pretende potenciar a futuro con el mencionado proyecto.

Palabras claves: *vinculación – parque tecnológico.*

1. Introducción

Las innumerables tecnologías que hoy son necesarias para el normal desarrollo y funcionamiento de cualquier sociedad moderna, encuentran su centro en conocimientos radicados mayoritariamente en las Universidades.

La Universidad está en condiciones de cumplir no sólo con el rol de conservar, crear y transferir conocimientos, de hecho lo hace, sino también con otro más importante: el de servir de foro de debate en temas de alcance nacional, provincial y municipal, tanto para los grandes problemas como para los pequeños; y de ser el ámbito en el cual puedan desarrollarse actividades de investigación y desarrollo logrando sinergia entre organismos públicos y privados que permitan la transferencia al medio socio productivo de nuevas tecnologías, procedimientos y procesos que permitan la sustentabilidad del desarrollo de la región.

La Universidad debe asumir la responsabilidad de interpretar, participar y aportar a ese proceso de cambio prestando especial atención al territorio que influencia directamente, del que se nutre y con el que convive. Debe integrarse a él y a su propia comunidad, demostrando día a día que es una herramienta imprescindible para el desarrollo colectivo y un insumo estratégico para el progreso del conjunto.

En los aspectos ya citados, conocimiento, oportunidad y pertinencia, es donde la Universidad Pública Argentina puede y debe contribuir con el desarrollo nacional, micro-regional y local, protagonizando el gran desafío que ello implica.

2. Antecedentes

Como antecedentes se puede señalar que en la República Argentina existen numerosos centros y parques de desarrollo tecnológico los cuales son importantes puntos de referencia para las soluciones a las demandas insatisfechas de empresas y otros organismos de los lugares donde estos están emplazados; destacándose entre ellos:

- PLAPIQUI
- Parque Tecnológico del Litoral Centro SAPEM, Santa Fe
- Ciudad de la Ciencia y Parque Tecnológico INTA — Castelar, Provincia de Buenos Aires
- Parque de Ciencia de la Universidad Nacional de La Plata — Argentina

- Fundación "Manuel Sadosky" para el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación
- Parque Tecnológico de Andalucía, Málaga, España
- Las tecnópolis francesas — Thierry Bruta

3. Necesidad y Justificación del Proyecto

Algunas de las debilidades significativas del conjunto territorial del Sur de la Provincia de Mendoza, que impactan negativamente en sus posibilidades de desarrollo son:

La obsolescencia tecnológica y organizacional.

El déficit en la construcción de las necesarias sinergias entre los actores locales relevantes, fundamentalmente en cuanto al vínculo que propone el Triángulo de Sábato: organizaciones públicas, organizaciones empresariales y organizaciones del conocimiento.

La debilidad en cuanto al diseño, la implantación y sustentabilidad de políticas y planes estratégicos de desarrollo.

La cuasi inexistencia, en la praxis, del concepto de competitividad sistémica territorial, entendida ésta como la combinación entre la capacidad del territorio (micro-regional y local) para producir bienes y servicios con los estándares de calidad requeridos por los mercados y, simultáneamente, el progreso y la sustentabilidad de la calidad de vida de sus habitantes.

Por ello se cree como relevante y pertinente que la Universidad Pública realice acciones concretas para atacar estas y otras problemáticas, asistiendo, en conjunto con otros actores sociales locales, a las fuerzas productivas del territorio con la mira puesta en la generación de riqueza y empleo. La idea del Parque Científico Tecnológico de la Facultad de Ciencias Aplicadas se inscribe en este derrotero.

La conjunción entre la actual situación macroeconómica del país sumada al proceso de globalización constituye hoy un marco de referencia muy interesante que favorece el desarrollo de actividades de investigación, desarrollo e innovación en diversas áreas de interés. Se suma a esto la imperiosa necesidad de agregar valor a la producción, ya sea a nivel nacional, y con especial énfasis, a la región y zona de influencia directa e indirecta de los espacios locales, sobre la base de la acción articulada y cooperativa.

Las universidades a través del aporte de masa crítica, infraestructura existente, equipamientos de laboratorios, servicios informáticos, integración a empresas de capital público y privado, reparticiones nacionales, provinciales y municipales, pueden potenciar sensiblemente su aporte actual a la comunidad, generando recursos genuinos para la ella, los cuales, reinvertidos en el sistema, pueden mejorar sus funciones actuales, logrando una mayor y mejor integración al medio, y realimentando el proceso de desarrollo.

Todas las actividades que permitan la investigación, el desarrollo, los procesos de innovación y la transferencia de tecnología orientadas al aprovechamiento de recursos naturales y humanos disponibles en la región y en las Universidades, serán sin duda un gran aporte a las economías locales, cuyo crecimiento está por debajo de los índices de otras regiones del país mostrando un sesgo hacia el sector agroindustrial con bajo valor agregado y una fuerte dependencia de insumos externos; resulta por tanto un imperativo dirigir los esfuerzos hacia aspectos tales como: la agregación de valor y la diversificación de la producción local; el fortalecimiento e integración de las cadenas de valor; el fortalecimiento del sector de servicios de apoyo a la producción, la disminución de la dependencia externa; la mejora progresiva de la infraestructura física y de servicios y el aseguramiento de la provisión energética para la evolución de la producción.

4. Objetivos del Parque Científico Tecnológico

Objetivo General

Contribuir al desarrollo nacional, y con especial énfasis al regional y local a través de la implementación de un Centro con funciones de investigación, desarrollo, innovación y transferencia de tecnología, logrado mediante la articulación y cooperación de actividades y recursos de la FCAI-UNCuyo y de otras organizaciones públicas y privadas, fortaleciendo la integración de la Universidad y la sociedad.

Objetivos específicos

Contribuir al afianzamiento de los vínculos y las interacciones necesarias entre instituciones y empresas con el fin de generar innovaciones, conocimientos, ideas y el fortalecimiento de los sectores de la producción de bienes y servicios, las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales y la sociedad toda.

Realizar actividades de investigación, desarrollo e innovación tendientes a generar conocimientos por sí y/o en respuesta a las demandas de organizaciones de carácter público y privado a nivel local, regional y nacional.

Transferir y difundir los conocimientos y tecnologías generados por los procesos de desarrollo local y territorial, promoviendo formas de gestión organizacional, tanto públicas como privadas, que potencien las posibilidades de competitividad sistémica del territorio.

Promover la formación continua de RRHH a través de estrategias diversas y flexibles que contribuyan al desarrollo del capital social nacional, regional y local, tanto público como privado.

5. Estado de avance del PCT

A la fecha el Proyecto del Parque Científico Tecnológico de la Facultad de Ciencias Aplicadas es una realidad inminente, debido a que:

- Se elaboró el proyecto para la construcción de un edificio de 1200 m² de superficie, dotado de las dependencias necesarias para desarrollar las actividades antes mencionadas. Entre las principales se destacan laboratorios de investigación y de servicios, planta piloto, oficinas, sala de reunión y capacitación, boxes para incubadoras de empresas y desarrollo de proyectos conjuntos con empresas y/o instituciones, sala de servicios.
- Se concretó la construcción del mencionado edificio, estando la obra con un 90 % de avance y con el objetivo de ser inaugurada en el transcurso de este año. A continuación se muestran algunas imágenes de la misma:



Fig 1. Vista exterior de edificio



Fig 2. Vista interna de laboratorios



Fig 3. Vista interna de oficinas y boxes incubadoras

- Actualmente la Facultad se encuentra ejecutando algunas de las obras complementarias, dotando al edificio de todos los servicios necesarios, equipamiento, mobiliario y comunicaciones y con el firme objetivo de lograr la inauguración antes de fines del año 2016.

- En forma paralela se han iniciado en algunos casos, y consolidado en otros, líneas de trabajo que se desarrollaran plenamente en el mencionado PCT, entre las que se destacan:

- Centro de estudios Tecnológicos y ambientales y Laboratorios de Servicios a Terceros
- Vinculación con INTI: desarrollo de proyectos como Tecnología de Gestión, eficiencia energética, laboratorio de combustibles.
- Vinculación con CONICET: laboratorio de Biotecnología y Unidad de Transferencia.
- Acompañamiento de emprendedores en etapas de incubación de sus ideas proyectos de base tecnológica.
- Articulación con empresas privadas para desarrollos conjuntos.

**ÁREA INVESTIGACIÓN,
DESARROLLO E INNOVACIÓN
DE PROCESOS Y PRODUCTOS**

Resúmenes Extendidos

1RE-A5-Microbiota de Uva de la Región DOC San Rafael Potencial Alterante del Vino

Marianela del Carmen Bignert

María Gabriela Merín

Vilma Inés Morata de Ambrosini

*FCA I (UNCuyo), CONICET
Laboratorio de Biotecnología*

Resumen

En el presente trabajo, se tomó muestras de uva de la variedad Malbec de 2 zonas de la región DOC San Rafael, tanto de uvas sanas como enfermas, con el objetivo de realizar distintas vinificaciones y conocer el desarrollo de los microorganismos, principalmente aquellos potenciales productores de aromas indeseables en los vinos, pertenecientes al ecosistema uva-mosto-vino.

Palabras clave: *Microorganismos alterantes, vinificación, aromas indeseables.*

1 Introducción

La provincia de Mendoza es un punto de referencia nacional para la industria enológica argentina concentrando 159.648,9600 ha de viñedos, que representa el 71,05% de la superficie implantada del país. La región del sur mendocino-Oasis Sur- que abarca los departamentos de San Rafael y General Alvear, tiene 14.279,468 ha cultivadas con vid y cuenta con aproximadamente 75 bodegas, que elaboran 599.707 hL de vino (INV, 2015). Particularmente, San Rafael es una de las dos regiones vitivinícolas del país que gozan de la DOC (Denominación de Origen Controlada), lo cual representa una ventaja competitiva posicionando a los vinos regionales en los mejores mercados tanto a nivel nacional como internacional.

El vino es el resultado de interacciones biológicas y bioquímicas complejas entre el mosto de uva y diferentes microorganismos que incluyen levaduras, bacterias y hongos. En el proceso de vinificación, las levaduras son los microorganismos responsables de la fermentación alcohólica, la principal reacción en la conversión del mosto de uva en vino, conducida normalmente por *Saccharomyces cerevisiae*.

En cuanto a los atributos del vino, el *flavor* es la característica distintiva principal y podría decirse que es la impresión sensorial que brinda tanto al aroma y al sabor (Jiang y col., 2013), y por lo tanto juega un rol importante en la preferencia del consumidor. Por ello, presenta un gran interés el estudio de microorganismos que son causa de deterioro de los vinos. Dentro de estos se encuentran hongos filamentosos los cuales pueden influir negativamente tanto en las cualidades sensoriales mediante la generación de aromas y sabores desagradables (*off-flavors*) tales como aroma a tierra húmeda y a setas frescas, como en la seguridad, a través de la generación de micotoxinas (Steel y col., 2013). Adicionalmente, se hacen presentes las levaduras, responsable de la producción de una extensa cantidad de compuestos volátiles, que también pueden alterar el vino. Ejemplo de ello son las levaduras *Saccharomyces cerevisiae*, especies fermentativas de *Dekkera* (y su anamorfo *Brettanomyces*, *Pichia guilliermondii*, entre otros).

También es necesario tener en cuenta que algunos de los compuestos de aroma provienen directamente de la baya de uva (aroma varietal) otros se forman en la fermentación y en el añejamiento (aroma post-fermentativos) (Jiang y col. 2013). Los principales compuestos volátiles de la fermentación son los ácidos orgánicos, alcoholes superiores y ésteres, en menor medida los aldehídos. Sin embargo, cuando algunos de estos compuestos están en exceso, pueden ser perjudiciales en el flavor. Numerosos estudios se han reportado acerca de estos compuestos en el vino (Swiegers y Petrorius, 2007; Landaud y col. 208; Jiang y col. 2013).

En la región vitivinícola de San Rafael, todavía no se ha investigado la microbiota fúngica del ecosistema uva-mosto-vino que impacta sobre la calidad sensorial del vino. Por lo tanto, este trabajo se ha centrado en estudiar la

microbiota alterante de superficie de uva, mostos y vinos de la región DOC San Rafael (Mza.) con potencial para afectar negativamente al perfil sensorial de los vinos.

El objetivo del presente trabajo es aislar microorganismos (hongos y levaduras), a partir de uvas sanas y enfermas de la DOC San Rafael, y seleccionar aquellos con potencial para deteriorar las características sensoriales de aroma y sabor del vino.

2 Materiales y Métodos

Para el aislamiento de microorganismos alterantes del vino se tomaron muestras de uva de la variedad Malbec (*Vitis vinifera* L.) sanas y enfermas de la región DOC San Rafael (34,5°– 36° latitud sur y 70°– 66,5° longitud oeste). Las muestras de uva se recolectaron en 2 distritos de esta región vitivinícola.

El muestreo de las uvas sanas se realizó de la siguiente manera: se tomó al azar aproximadamente 3 racimos de uvas sanas por claro cada 5 hileras, recolectando un total de 2 Kg de uva. Sin embargo, las muestras de uvas enfermas fueron tomadas al azar sin ningún orden específico, según se observaban signos de enfermedad en el fruto. Se colocaron en bolsas plásticas en condiciones asépticas, sin tener contacto con las manos. Las muestras fueron transportadas inmediatamente al laboratorio donde se conservaron a 4°C para su posterior procesamiento.

Tabla 1. Puntos de muestreo de las uvas para vinificar en las distintas zonas de la DOC San Rafael

Punto	Procedencia	Zona	Malbec	°Brix	pH
I	Rama Caída	Finca El Nevado	Uva Sana	19,9	3,74
			Uva Enferma	20,0	3,65
II	Las Paredes	Mumm	Uva Sana	19,6	3,55
			Uva Enferma	17,5	3,66

Fuente: Bignert 2016

Se llevó a cabo el aislamiento de hongos a partir de las bayas de uva molidas (mosto de uva) y el aislamiento de levaduras a partir de las bayas de uva molidas, del mosto en fermentación y del vino obtenido de ellas, siguiendo el protocolo propuesto por Barata y col. (2008) con modificaciones menores.

En las mismas bolsas donde se recolectaron las muestras de uva se realizó una molienda y descobajado manual en condiciones asépticas, moliendo por separado las uvas sanas y enfermas. Con el mosto obtenido se condujeron fermentaciones en Erlenmeyers de 1 L de capacidad conteniendo 800 g de mosto de uva. Los tratamientos analizados por punto de muestreo de uva fueron 4: fermentación a partir de uva sana y fermentación con un 80% de uva sana y el 20% restante de uva enferma, adicionados o no de 80 mg/L de SO₂ (en forma de metabisulfito de sodio). Luego del acondicionamiento del mosto, se inoculó la levadura comercial *Saccharomyces cerevisiae* IOC 18-2007 (Institute Oenologique Champagne) a la concentración indicada por el fabricante, para llevar adelante la fermentación. Las vinificaciones se siguieron por pérdida de peso, hasta una pérdida de peso igual o menor a 0,5 g en dos pesadas consecutivas. Los vinos resultantes se descubaron, desborraron y embotellaron.

Para llevar a cabo el aislamiento de microorganismos, se realizaron muestreos antes de la adición de la levadura comercial (antes de la fermentación), en la mitad y en el final de la fermentación. Se aplicó el método de las diluciones decimales en agua peptona 0,1% y la siembra de dichas diluciones en un medio general (WL, Wallerstein Laboratory) y en dos medios selectivos/diferenciales para la detección de especies alterantes: DBDM (*Dekkera/Brettanomyces* Differential Medium), ZBDM (*Zygosaccharomyces bailii* Differential Medium). Las placas se incubaron a 28°C, por 3-5 días el medio WL y por 15-20 días los medios DBDM y ZBDM. Después de la observación de colonias, se realizó el recuento de microorganismos en cada medio y el aislamiento de colonias representativas de cada grupo morfológico y se seleccionaron las levaduras provenientes de los medios DBDM y ZBDM que presuntivamente pertenecieron a los géneros *Dekkera/Brettanomyces* y *Zygosaccharomyces*

Tabla 2. Distintos tratamientos de vinificación

Tratamiento	Composición del mosto de uva
US	100% uva sana
UE	20% uva enferma, 80% uva sana
US- SO ₂	100% uva sana, con SO ₂
UE- SO ₂	20% uva enferma, 80% uva sana, con SO ₂

Fuente: Bignert 2016

3 Resultados y Discusión

En la Figura 1 se muestra el avance de las fermentaciones de los distintos tratamientos, en los dos puntos de muestreo analizados, y el poder fermentativo (% alcohol v/v) obtenido en cada una. Se puede observar que todas las vinificaciones presentaron una cinética típica de fermentación y llegaron a un contenido teórico de alcohol alrededor del 14% (v/v). En las vinificaciones llevadas a cabo con uvas de Finca El Nevado, se observó que las fermentaciones en presencia de SO₂ mostraron un menor contenido de alcohol potencial en relación a sus respectivos tratamientos en ausencia de este antimicrobiano, lo que es coincidente con los menores recuentos observados.

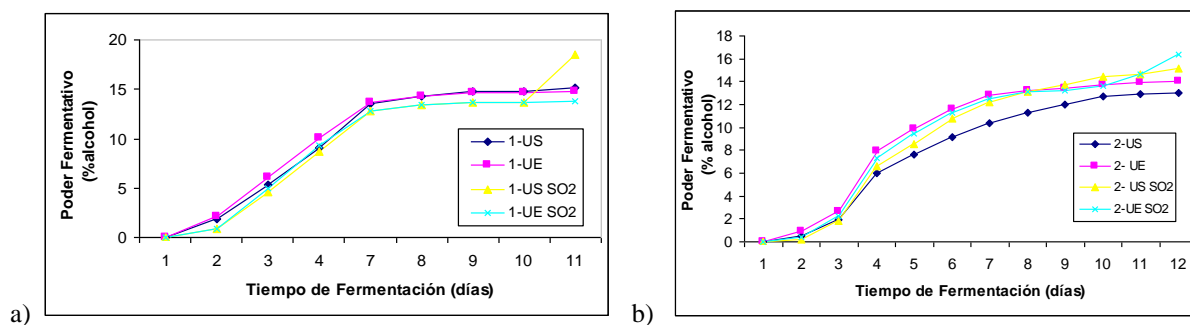


Figura 1. Avance de fermentación de los 4 tratamientos de los distintos puntos de muestreo: a) Punto I: Finca El Nevado; b) Punto II: Mumm

Fuente: Bignert 2016.

Tabla 3. Recuento de microorganismos obtenidos en distintos tiempos de fermentación.

MO	Punto de muestreo	Medio de cultivo	Microvinificaciones							
			Punto I: Rama Caída				Punto II: Las Paredes			
			1-US	1-UE	1-US SO ₂	1-UE SO ₂	2-US	2-UE	2-US SO ₂	2-UE SO ₂
Hongos										
Levaduras	AF	WL	2,10.10 ⁴	5,23.10 ⁴	2,00.10 ³	2,00.10 ³	4,35.10 ⁴	3,65.10 ⁴	1,20.10 ⁴	2,00.10 ⁴
		WL	ND	8,00.10 ⁴	ND	ND	ND	5,10.10 ³	ND	1,22.10 ⁴
		DBDM	ND	8,00.10 ⁴	ND	ND	ND	5,10.10 ³	ND	1,22.10 ⁴
		ZBDM*	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	MF	WL	1,18.10 ⁸	8,22.10 ⁷	3,55.10 ⁷	5,05.10 ⁷	6,95.10 ⁷	1,03.10 ⁸	7,02.10 ⁷	1,03.10 ⁸
		DBDM	ND	ND	ND	ND	9,50.10 ²	1,00.10 ²	3,50.10 ²	1,00.10 ²
		ZBDM*	ND	ND	ND	ND	2,00.10 ²	1,70.10 ³	5,00.10 ¹	5,00.10 ¹
		FF	WL	1,47.10 ⁸	1,33.10 ⁸	1,96.10 ⁷	5,47.10 ⁷	5,78.10 ⁷	1,90.10 ⁶	1,50.10 ⁶
	FF	DBDM	ND	ND	ND	ND	5,00.10 ¹	ND	ND	ND
		ZBDM*	ND	ND	ND	ND	ND	ND	9,00.10 ²	ND

MO: Microorganismos

AF: Antes de Fermentación, MF: Mitad de Fermentación, FF: Final de Fermentación

*: No se considera en el recuento a las levaduras *Saccharomyces cerevisiae* en el medio ZBDM

Los recuentos de microorganismos están expresados en ufc/mL.

ND: No detectado

Fuente: Bignert 2016.

Analizando la tabla anterior, se observa en general, en el medio WL y antes de la fermentación (AF), un mayor recuento de microorganismos, tanto hongos como levaduras, en las fermentaciones con uva enferma respecto a las mismas con uva sana, debido probablemente a la presencia de microorganismos de deterioro aportados desde la uva enferma.

Por otro lado, antes de la fermentación (AF), en el Punto I también se detectó la presencia de levaduras en el medio selectivo DBDM sólo en la vinificación con uva enferma y sin SO₂, y en las dos fermentaciones con uva enferma en el Punto II, sugiriendo que levaduras como *Dekkera/Brettanomyces* de potencial deterioro del vino provienen de la uva enferma. No se observó desarrollo de levaduras en el medio ZBDM.

En la mitad de la fermentación (MF), los recuentos totales (en WL) aumentaron en todas la vinificaciones hasta valores alrededor de 3×10^7 - 1×10^8 ufc/mL debido a la adición de la levadura comercial *S. cerevisiae*, pero se observa que el mayor incremento de la población se produce en los tratamientos con uva enferma. Respecto a los medios selectivos/diferenciales, en el punto I de muestreo no se detectó levaduras, mientras que en el Punto II de muestreo, se ve la aparición de colonias en el medio DBDM y ZBDM en todos los tratamientos, con uva sana y enferma con y sin SO₂. Hacia el final de la fermentación, solamente se observó crecimiento en el medio DBDM en la vinificación con uva sana y en ZBDM en la vinificación con uva sana y SO₂. El crecimiento en los medios selectivos mencionados anteriormente, podría ser un indicio de la posible existencia de levaduras de deterioro del vino.

4 Conclusión

Se concluye que existe un mayor recuento o presencia de microorganismos en vinificaciones llevadas a cabo con uva enferma. Por otra parte, se detectaron colonias de levadura en medios selectivos como DBDM en los tratamientos con uva enferma, lo que podría conllevar a la identificación y selección futura de microorganismos de deterioro del vino debido a la presencia de uva enferma en la vinificación.

Referencias Bibliográficas

- Barata, A., González, S., Malfeito-Ferreira M., Querol, A., Loureiro V., 2008. Sour rot-damaged grapes are sources of wine spoilage yeasts. <http://www.oxfordjournals.org/Science & Mathematics, FEMS Yeast Research, Volume 8, Issue 7, Pp. 1008 - 1017>
- Barata, A., Malfeito-Ferreira, M., Loureiro, V., 2012. The microbial ecology of wine grape berries. *Int.J, Food Microb.* 153, 243-259.,
- INV (2015), Instituto DATOS PROVISORIOS INFORME PROCESO DE ELABORACIÓN 2.015 Nacional de Vitivinicultura
- Jiang, B., Xi, Z., Luo, M., Zhang, Z., 2013. Comparison on aroma compounds in Cabernet Sauvignon and Merlot vines from four wine grape-growing regions in China. *Food Res. Int.* 51, 482-489
- Jiang Chunmei, Shi Junling, Han Qi'an, Liu Yanlin, 2013. Occurrence of toxin-producing fungi in intact and rotten table and wine grapes and related influencing factors. *Food Control* 31, 5-3.
- Landaud, S., Helinck, S., Bonnarme, P., 2008. Formation of volatile sulfur compounds and metabolism of methionine and other sulfur compounds in fermented food. *Appl. Microbiol. Biotechnol* 77, 1191-1205.
- Le Roux, C., Carsouille, J., Lempereur, V., Berger, J.L., 2005. Goûtsterreux: observation au vignoble et mise au point d'un test prédictif. *Rev. Fr. d'Œnol.* 214, 7- 11.
- Loureiro, V., Malfeito-Ferreira, M., 2003. Spoilage yeasts in the wine industry. *International Journal of Food Microbiology* 86, 23-50
- Rousseaux, S., Diguta, C.F., Radoi-Matei, F., Alexandre, H., Guilloux-Bénatier, M. 2014. Non-Botrytis grape-rotting fungi responsible for earthy and moldy off-flavors and mycotoxins. *Food Microbiology* 38, 104-121
- Steel, C., Blackman, J., Schmidtke, L., 2013. Grapevine bunch rots: Impacts on wine composition, quality, and potential procedures for the removal of wine faults. *J. Agric. Food Chem.* 61, 5189-5206
- Swiegers, J.H., Pretorius, I.S., 2007. Modulation of volatile sulfur compounds by wine yeast. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 74, 954-960

2RE-A5-Purificación de β -Lactoglobulina de Suero Lácteo Mediante la Formación de un Complejo con Alginato

Paola Torres (Instituto de Física Aplicada. UNS, San Luis)

Romina Ingrassia (Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas. UNR, Rosario)

Fabrizio O. Sanchez Varretti (Facultad Regional San Rafael, UTN)

José Antonio Ramirez Pastor (Instituto de Física Aplicada. UNS, San Luis)

Valeria Boeris (Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas. UNR, Rosario)

Claudio F. Narambuena (Instituto de Física Aplicada. UNS, San Luis)

Resumen

En este trabajo estudiamos mediante simulaciones computacionales la interacción y formación del complejo entre β -lactoglobulina la y un polielectrolito débil llamado alginato. Usamos para ello un modelo de grano grueso y el método de monte carlo en el ensamble semigranocanónico.

Palabras Claves: *proteína, Monte Carlo, polielectrolito, β -lactoglobulina.*

1. Introducción

El suero lácteo constituye cerca del 85-90% del volumen de leche utilizado para la elaboración de los quesos, y retiene cerca del 55% de los nutrientes. El elevado volumen de suero que se genera al producir quesos es un problema desde el punto de vista medioambiental ya que es altamente contaminante (y no puede ser descartado libremente) debido a su elevado contenido de materia orgánica. (Walstra et al., 1984)

Las proteínas del suero lácteo (PSL) se destacan por su elevado valor biológico en relación a otras proteínas y por su contenido de aminoácidos esenciales. Sin embargo, su utilización como ingrediente en alimentos se encuentra limitada debido a su sabor amargo, por lo que se utiliza como abono o alimento de animales. Actualmente, las PSL se concentran y aíslan utilizando técnicas de microfiltración, ósmosis inversa, intercambio iónico y ultrafiltración para que las mismas puedan ser utilizadas en formulaciones alimenticias. Sin embargo, estas técnicas resultan onerosas para muchas empresas lácteas por lo que resultaría de importancia sustituir las mismas para obtener concentrados o aislados de las PSL mediante operaciones más sencillas, económicas y escalables. La posibilidad de recuperar las PSL mediante técnicas más accesibles permitiría a las pequeñas empresas llevar a cabo el tratamiento de su propio suero. (Kinsella et al., 1989)

Una propuesta interesante es obtener concentrados de las PSL utilizando polisacáridos como el alginato (AL). Este polisacárido es capaz de ionizarse en solución acuosa y adquirir carga eléctrica, de allí que pertenece al grupo de polisacáridos con carga eléctrica (PCE). Los PCE presentan diversas propiedades fisicoquímicas relevantes para las aplicaciones biotecnológicas (Rubinstein et al., 2001), entre las cuales se destaca la capacidad para coacervar proteínas formar una fase densa rica de las mismas.

Los procesos de coacervación se han diseñado de un modo semiempírico, en base al método de ensayo y error, lo cual deja mucho margen para su optimización (Teotia et al., 2004; Kamihira et al., 1992).

Los métodos de coacervación de proteínas con polisacáridos se basan en la interacción entre proteínas y PCE, por lo que un diseño racional del protocolo experimental requiere como primer paso de un estudio básico del mecanismo molecular de la interacción entre las dos macromoléculas. Eventualmente, el conocimiento preciso de estas interacciones permitiría predecir qué PCE reúnen las condiciones adecuadas para ser empleados en la concentración de una determinada proteína. En particular, es importante conocer si los PCE modifican la superficie de la proteína, su estructura secundaria y terciaria, y su interacción con el solvente. Todo esto conduce

a lograr, al final del proceso, una macromolécula que mantenga su estructura y su funcionalidad, con una alta relación rendimiento/costo. (Brash et al., 1995)

2. Simulaciones computacionales

Se tomará como herramienta las simulaciones computacionales por el método de Monte Carlo, (Narambuena et al., 2014) El principal beneficio es poder distinguir detalladamente las contribuciones al proceso de formación del complejo BLG-AL. En este proyecto nos enfocaremos en las contribuciones electrostáticas, las cuales son cruciales dado que tanto el AL como la BLG tienen numerosos grupos ionizables y, como también sabemos, además existen fenómenos fisicoquímicos muy importantes como el apantallamiento electrostático por la adición de sal (Israelachvili, 2011) y la condensación de contraiones sobre las cadenas de chitosano (Manning, 1969). En particular, el grado de ionización de los residuos de aminoácidos como el glutámico, aspártico, C-terminal, arginina, histidina, lisina, y N-terminal dependen de las condiciones del sistema como la concentración de sal y pH de la solución. Entonces, la carga neta de la proteína, Z_p , es también una función de las condiciones del sistema, predominantemente el pH. Existe un valor de pH, llamado punto isoeléctrico (IEP), en el cual la Z_p promedio es cero, dado que la proteína tiene la misma cantidad de cargas negativas y positivas, esto dado por la cantidad particular de grupos ácidos y básicos ionizados a ese valor de pH. Por debajo y por encima del valor del IEP la proteína está cargada positiva y negativamente respectivamente. Entonces, el Alginato tendrá una fuerte atracción electrostática con aquellas proteínas que estén cargadas positivamente.

Para reproducir la esencia fisicoquímica del proceso de formación de complejo nosotros usaremos un modelo con un número mínimo de parámetros, denominado grano grueso (Narambuena et al., 2014) dentro de marco de trabajo de solvente continuo. Nosotros hemos estudiado por simulaciones con el método de Metropolis Monte Carlo (MC) sistema similares. (Narambuena et al., 2005; Narambuena et al., 2010)

Hemos utilizado un modelo de grano grueso para los monómeros del alginato, los aminoácidos y los iones pequeños. El solvente (agua) va a ser modelado en términos de un continuo dieléctrico, es decir, un solvente implícito con una constante relativa dieléctrica de $\epsilon_r = 78$ a temperatura ambiente.

El PCE va a ser modelado como una cadena semiflexible de esferas con un diámetro de $d = 0,4 \text{ nm}$. Dos monómeros consecutivos están conectados por un enlace que tiene un potencial de estiramiento armónico con una distancia de equilibrio ajustable para representar al alginato.

A su vez, la BLG va a ser aproximada por un cuerpo rígido donde serán utilizados los datos estructurales obtenidos del Brookhaven Protein Databank (PDB). Para mejorar la eficiencia computacional, se va a utilizar un modelo mesoscópico simplificado. Los átomos de cada aminoácido son reemplazados por una esfera única ubicada en el centro de masa de cada aminoácido. El tamaño de estas esferas es el correspondiente al promedio de tamaños de aminoácidos de componen la proteína. A pesar de la descripción gruesa de la proteína, la geometría de la superficie es muy similar a la del modelo atómico. La carga actual sobre un residuo de aminoácido depende del pH, esto será tomado en cuenta en el esquema semigranocanónico para titular estos aminoácidos (B. Da Silva et al., 2006).

3. Conclusiones

El punto isoeléctrico de la proteína calculado mediante las simulaciones de monte carlo es aproximadamente 4.7 que está de acuerdo con el valor experimental. Se forma el complejo a pH menores al punto isoeléctrico de la proteína, dado que esta tiene una carga neta positiva y el alginato está cargado negativamente. Originándose una fuerte atracción electrostática.

Referencias Bibliográficas

- BARROSO DA SILVA, F.L; LUND, M.; JÖNSSON, B.; ÅKESSON, T.; The Journal of Physical Chemistry B 2006 110 (9), 4459-4464.
- BRASH, J.L. HORBETT, T., In Proteins at Interfaces II. 1995, American Chemical Society. p. 1-23.
- ISRAELACHVILI, J.N.; In Intermolecular and Surface Forces (Third Edition), Academic Press, San Diego, 2011.
- KAMIHIRA, M., KAUL, R., AND MATTIASSON, B., Biotechnology and Bioengineering, 1992. 40(11): p. 1381-1387.

- KINSELLA, J.E., WHITEHEAD, D.M., AND JOHN, E.K., *Advances in Food and Nutrition Research*, 1989. 33: p. 343-438.
- MANNING, G. S. J. *CHEM. PHYS.* 1969, 51, 924-933.
- NARAMBUENA, C.F.; AUSAR, F.S.; BIANCO, I.D.; BELTRAMO, D.M.; *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2005 53 (2), 459-463.
- NARAMBUENA, C.F.; LEIVA, E.P.M.; M. CHÁVEZ-PÁEZ, PÉREZ, E.; *Polymer*, Volume 51, Issue 14, 24 June 2010, Pages 3293-3302.
- NARAMBUENA, C. F.; LEIVA, E. P. M. *Monte Carlo Studies in Polyelectrolyte Solutions: Structure and Thermodynamics*. Capítulo 10 en *Polyelectrolytes: Thermodynamics and Rheology*, Springer 2014 .
- RUBINSTEIN, M. AND DOBRYNIN, A., *Journal of the American Chemical Society*, 2001. 123(40): p. 9928-9928.
- TEOTIA, S., LATA, R., GUPTA, M.N., *Journal of Chromatography A*, 2004. 1052(1-2): p. 85-91.
- WALSTRA, P., JENNESS, R., AND BADINGS, H.T. *Dairy chemistry and physics*, ed. A.S.A. (ed). 1984, New York, USA: John Wiley & Sons. 467.

3RE-A5-Perfil de Aminoácidos y Parámetros Nutricionales en Ensilados Biológicos de *Micropogonias Furnieri*

Fernández Herrero, A

Vittone, M.

Salomone, A.

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, INIDEP.
Paseo Victoria Ocampo N°1, Mar del Plata, Argentina. aherrero@inidep.edu.ar

Resumen

Se elaboraron ensilados biológicos a partir de residuos de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) con el objetivo de estimar su valor nutritivo como insumo en la formulación de dietas para animales de cría, entre ellos rumiantes en lactación y vacunos lecheros. En la elaboración de los ensilados se utilizó sacarosa: 10 % y yogur, con porcentajes: 5 % (A) y 10 % (B). El proceso se realizó a 29°C durante 30 días. El pH se estabilizó a los 7 días en 4,5. La composición proximal de los ensilados (A y B respectivamente) fue: proteína (11,79 – 11,76 %); ceniza (3,77 – 3,94 %); extracto etéreo (2,77 – 3,05 %) y humedad (72,01 – 71,22 %). Los Índices de aminoácidos esenciales (IAAE) revelan al triptófano como el aminoácido limitante, seguido por la fenilalanina, mientras que el resto de los aminoácidos están presentes en cantidades suficientes o superiores a los valores requeridos. Los Índices de eficiencia proteica (PER) se estimaron de acuerdo a Alsmeyer et al. (1974) y Lee et al. (1978); los valores hallados variaron entre 2,72 - 5,34 para el ensilado A y 3,10 – 5,60 para el ensilado B, los cuales son similares o mayores a los hallados en harina de pescado (2,68 - 3,02). Estos resultados indican que, ambos ensilados biológicos de corvina rubia tienen un buen potencial como suplemento proteico en rumiantes; siendo suficiente el uso de 10% de sacarosa y 5% de yogur para obtener el ensilado biológico.

Palabras clave: ensilado biológico; Índice de aminoácidos esenciales; Índice de Eficiencia Proteica.

1 Introducción

Entre las alternativas de tratamiento y valorización de residuos o subproductos pesqueros se halla la producción de ensilado; es un producto con un contenido proteico de alto valor biológico para su utilización en la formulación de raciones para la alimentación animal (Fernández Herrero, 2015).

Hay varios parámetros que se utilizan para la evaluación de los aportes nutricionales de una fuente proteica, entre los que se incluyen el "Índice químico" o "Índice de aminoácidos esenciales" (IAAE) y el Índice de eficiencia de proteica (PER). Los IAAE en un insumo proteico, informan sobre su capacidad para satisfacer los requerimientos de aminoácidos esenciales (AAE) que tenga la especie a alimentar respecto de un estándar, los valores varían de 0 a 1,0. El PER, calcula la calidad nutricional de las proteínas en un ensayo in vivo mediante la medición del crecimiento del roedor como el aumento de peso por gramo de proteína en el alimento; este método es caro y requiere mucho tiempo (Šližyte et al. 2005). Alsmeyer et al. (1974) y Lee et al. (1978) demostraron que las cantidades relativas de los diversos aminoácidos en los alimentos podrían ser utilizados como estimadores confiables de calidad de la proteína real y, desarrollaron ecuaciones matemáticas para predecir valores de PER (Tabla 1).

En particular, los requerimientos proteicos de los rumiantes dependen de la calidad de la proteína en referencia a sus sitios de digestión, esto es: proteína degradable y no degradable a nivel ruminal. La primera es la que tiene relación directa con los requerimientos de los microorganismos ruminales y la segunda hace referencia principalmente a la proteína digerible del alimento que llega intacta al intestino delgado (proteína "pasante" o "by-pass"). Las de uso frecuente a nivel mundial son las harinas de pescado, de carne y hueso, de plumas hidrolizadas, el poroto de soja tostado, la harina de soja tratada con formaldehído y los subproductos de la destilería, secos o húmedos.

Los rumiantes requieren cantidades específicas de aminoácidos esenciales para el óptimo crecimiento y lactación, principalmente en rumiantes jóvenes, cuyos requerimientos de proteína son bastante altos. Se ha demostrado que la alimentación con proteína extra puede incrementar la producción de leche. Las necesidades de aminoácidos en vacunos lecheros sólo se han determinado genéricamente para la lisina y la metionina, aunque en algunas condiciones, la arginina y la histidina también pueden ser limitantes para la producción de leche, tanto el National Research Council (NRC, 2001) como el Institut National de la Recherche Agronomique (INRA, 2007) recomiendan el aporte de 2,4 y 7,2% del total de la proteína metabolizable como metionina y lisina, respectivamente.

Se elaboraron ensilados biológicos, obtenidos por fermentación láctica a partir de residuos de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*); la cual representa uno de los principales recursos costeros de la Provincia de Buenos Aires, cuya pesca se efectúa del norte de su litoral Atlántico y en el Río de La Plata, destacándose la zafra en invierno (Carozza, 2010); se comercializa entera o H&G (sin cabeza y sin vísceras), congelada en el mercado externo y fresca en el mercado interno. La industria de procesamiento de corvina genera residuos que pueden llegar a más del 50% respecto del peso total (principalmente cabezas y vísceras).

El objetivo de este estudio fue caracterizar la fase proteica de ensilados biológicos, obtenidos por fermentación láctica utilizando dos proporciones de sustrato: inóculo, a fin de estimar su valor nutritivo como insumo en la formulación de dietas para animales de cría, como rumiantes en lactación y vacunos lecheros.

2 Materiales y Métodos

2.1 Materiales

Se utilizó como materia prima (MP): residuos (cabezas y vísceras) de corvina rubia (*M. furnieri*), procedente de las plantas fileteadoras de la ciudad de Mar del Plata, Argentina; el residuo se trituró en una picadora marca FREIRE con una placa perforada (orificios de 4 mm); se homogeneizó y se congeló (- 25 °C) hasta su uso posterior. Como agente fermentativo, se utilizó yogur natural Marca YOGS de la Empresa SANCOR (cultivos lácticos: *L. bulgaricus* y *S. thermophilus*); sacarosa como sustrato fermentable y ácido sórbico (Marca Britania) como antimicótico.

2.2 Preparación del ensilado.

Se elaboraron dos ensilados por duplicado, con 10% de sacarosa, 0,25% de ácido sórbico, 5 y 10% de yogur para los ensilados A y B respectivamente; se mantuvieron a 29 °C durante 30 días. Se registró el pH con varillas de pH Marca Merck.

2.3 Caracterización de la fracción proteica de la materia prima y ensilados.

Se realizaron análisis bioquímicos, en la MP y los ensilados al final del proceso; proteínas por el método Kjeldahl (N*6,25); contenido de agua; cenizas y extracto etéreo según AOAC (1995). El análisis de aminoácidos totales tanto en la MP como en los ensilados se realizó por el método de HPLC-DAD /FLD. Met. AOAC.994.12.

Teniendo en cuenta el contenido de aminoácidos esenciales (AAE), se determinaron distintos parámetros nutricionales en los ensilados: a - Índice de aminoácidos esenciales (IAAE) de acuerdo con Sgarbieri (1987), compara el contenido de AAE entre la prueba y una proteína estándar. Se calculó el IAAE usando la siguiente ecuación: $IAAE = \frac{AAE \text{ en proteína del ensilado (g/100g)}}{AAE \text{ en proteína del estándar (g/100g)}}$;

b - Índice de Eficiencia Proteica (Protein Efficiency Ratio: PER) de acuerdo a Alsmeyer *et al.* (1974) y Lee *et al.* (1978), utilizando las ecuaciones de la Tabla 3.

3 Resultados y Discusión

El pH se estabilizó a los 7 días en 4,5. La composición proximal (en base húmeda) de la MP fue: proteína 16,84 %; ceniza 6,65 %; extracto etéreo 3,62 % y humedad 74,08 %. El contenido de proteína (11,79 – 11,76 %), ceniza (3,77 – 3,94 %); extracto etéreo (2,77 – 3,05 %) y humedad (72,01 – 71,22 %) en los ensilados A y B respectivamente.

Durante el proceso de acidificación del ensilado, las proteínas se pueden degradar a péptidos de bajo peso molecular y aminoácidos libres por la acción de las enzimas propias del pescado. La composición de aminoácidos totales de la MP y los ensilados obtenidos (A y B) de corvina rubia se resumen en la Tabla 2. La

comparación de la composición en aminoácidos entre la MP y los ensilados (en g/100 g proteína), mostró un leve incremento en los AAE: treonina, valina, leucina e isoleucina. Los AAE que se hallaron en mayor proporción en los ensilados son leucina, lisina y valina. Por otro lado, los valores de aminoácidos obtenidos en los ensilados son relativamente similares al perfil de aminoácidos de la harina de pescado (HP) de acuerdo al perfil de aminoácidos reportado en el trabajo de Schuchardt (2005).

Tabla 2 . Aminoácidos totales (g/100g de proteína) en MP; ensilados (A y B) y harina de pescado (HP*) e Índice de aminoácidos esenciales (IAAE) de los ensilado (A y B).

AMINOACIDOS TOTALES	MP	A	B	HP *	Ref.1	Ref.2	IAAE			
							A	B	A	B
AAE							RP1		RP2	
Treonina	4,1	5,43	5,19	4,4	3,4	-	1,6	1,53		
Histidina	2,08	2,63	2,64	2	1,9	-	1,38	1,39		
Arginina	7,48	6,45	3,83	6,1	-	-	-	-		
Metionina	2,2	3,31	3,49	3,1	2,5	2,4	1,32	1,4	1,38	1,45
Valina	4,63	6,79	7,48	4,8	3,5	-	1,94	2,14		
Triptófano	0,06	0,08	0,09	1,1	1,1	-	0,07	0,08		
Fenilalanina	3,92	4,41	4,42	4	6,3	-	0,7	0,7		
Isoleucina	3,15	5,17	6,04	4,3	2,8	-	1,85	2,16		
Leucina	7,54	9,08	9,52	7,8	6,6	-	1,38	1,44		
Lisina	6,18	6,79	6,63	8,1	5,8	7,2	1,17	1,14	0,94	0,92
AANE										
Ac. Aspártico	8,67	12,3	9,61	9						
Ac. Glutámico	14,01	15,69	13,18	13,6						
Glicina	15,62	21,8	14,03	6,5						
Serina	3,56	4,24	3,57	4,5						
Tirosina	2,49	2,04	2,21	3,2						
Alanina	9,44	12,98	10,54	6,5						
Prolina	10,81	15,69	10,88	4,2						
Hidroxiprolina	5,88	8,91	5,27	-						

Aminoácidos esenciales (AAE). Aminoácidos no esenciales (AANE). *(tomado de Schuchardt. 2005)

Ref.1 - AAE para niños (2-5 años), FAO/WHO/UNU (1985); RP1: IAAE calculados de acuerdo a Ref.1; Ref.2 - AAE para rumiantes, NRC (2001); RP2: IAAE calculados de acuerdo a Ref.2.

El IAAE varía dependiendo del estándar de referencia. Los IAAE en los ensilados, revelan al triptófano como el aminoácido limitante, seguido por la fenilalanina, mientras que el resto de los aminoácidos están presentes en cantidades suficientes o superior al valor requerido (Tabla 2).

Tabla 3. Índice de Eficiencia Proteica (PER) de los ensilados (A y B) comparados con los obtenidos en hidrolizado de Atún de aleta amarilla (*Thunnus albacares*); hidrolizado de Esturión persa (*Acipenser persicus*) y harina de pescado (HP).

Ecuaciones para el cálculo del PER	PER				
	A	B	Atún	Esturión	HP
-0,684 + 0,456 [Leu] - 0,047 [Pro]	2,72	3,15	-	2,40	2,68
-0,468+0,454 [Leu]-0,104 [Tyr]	3,44	3,62	2,89	2,52	2,74
-1,816+0,435 [Met]+0,780 [Leu]+0,211 [His]-0,944 [Tyr]	5,34	5,60	5,38	6,45	3,02
0,08084 [X7]-0,1094	3,20	3,35	2,85	3,16	2,84
0,06320 [X10]-0,1539	3,14	3,10	3,33	3,14	2,87

Donde: X 7 = Thr+Val+Met+Ile+Leu+Phe+Lys; X10 = X7+His+Arg+Tyr.

Los valores de PER (Tabla 3) son similares o mayores a los reportados por Schuchardt (2005) para harina de pescado y, similares a los reportados por Ovissipour *et al.* (2010 y 2009) para hidrolizados de vísceras de atún de aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y esturión persa (*Acipenser persicus*).

4 Conclusiones

La composición en aminoácidos, el índice de aminoácidos esenciales (IAAE), el índice de eficiencia proteica (PER), demuestran el alto valor nutritivo de los ensilados que se originan a partir del residuo de corvina rubia producidos mediante fermentación ácido-láctica. Los ensilados obtenidos, pueden considerarse como una excelente fuente de proteína by-pass en rumiantes, siendo suficiente el uso de 10% de sacarosa y 5% de yogur para obtener el ensilado biológico.

Agradecimientos: las autoras agradecen al Téc. Pablo Casagrande del INIDEP-Mar del Plata, por el procesamiento de los residuos de corvina rubia. La determinación de aminoácidos se realizó en el Centro de Análisis de Alimentos y Medio Ambiente, Fares Taie. Mar del Plata.

Referencias Bibliográficas

- ALSMEYER, R. H., CUNNINGHAM, A. E., & HAPPICH, M. L. 1974. Equations predicting PER from amino acid analysis. *Food Technology*, 28(7), 34–40.
- AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST).1995. Official methods of analysis of AOAC International. 16 th Edition. (Ed.) P. A. Cunniff. Arlington, Virginia. USA.
- CAROZZA, C. 2010. Pesquería comercial de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) en Argentina. FRENTE MARÍTIMO. Publicación de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo Vol. 21, 15-22.
- FAO/WHO/UNU.1985. Energy and protein requirements. Report of joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation Technical Report. FAO/WHO and United Nations University, Geneva, Series N° 724, 116–129.
- FERNÁNDEZ HERRERO, A.; VITTONI, M.; FERNÁNDEZ COMPÁS, A. 2015. Aspectos nutricionales del ensilado de residuos de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) obtenido por fermentación láctica. *Inf. Inv.* N°106/2015. INIDEP.11 pp.
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (INRA). 2007. Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoin des animaux, valeurs des aliments: Table Inra 2007. Quae Editions. Versailles, France.
- LEE, Y. B; ELLIOT, J. G.; RICKANSRUD, D.A. & MUGBERG, E.C. 1978. Predicting protein efficiency ratio by the chemical determination of connective tissue content in meat. *J. Food Sci.* 43:1359–62.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle (7^a Ed.). National Academy Press, Washington, D.C. 401 pp.
- OVISSIPOUR, M., ABEDIAN KENARI, A., MOTAMEDZADEGAN, A. & NAZARI, R. 2010. Optimization of Enzymatic Hydrolysis of Visceral Waste Proteins of Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*). *FOOD AND BIOPROCESS TECHNOLOGY*. DOI 10.1007/s11947-010-0357-x
- OVISSIPOUR, M., ABEDIAN, A. M., MOTAMEDZADEGAN, A., RASCO, B., SAFARI, R., & SHAHIRI, H. 2009. The effect of enzymatic hydrolysis time and temperature on the properties of protein hydrolysates from the Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) viscera. *Food Chemistry*, 115, 238–242.
- SCHUCHARDT, D. 2005. Requerimientos nutricionales en bocinegro (*Pagrus pagrus*). Tesis doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 244 pp.
- SGARBIERI, V.C. 1987. Alimentacao e Nutricao: fator de saude e desenvolvimento. Campinas: Editora da UNICAMP; São Paulo: Almed. 387 p.
- ŠLIŽYTE, R., DAUKŠAS, E., FALCH, E., STORRØ, I., & RUSTAD, T. 2005. Characteristics of protein fractions generated from cod (*Gadus morhua*) by-products. *Process Biochemistry*, 40, 2021–2033.

4RE-A5-Estudio de Proceso Separativo de una Mezcla de Metano-Etano Mediante Aproximaciones Numéricas

Fabricio Orlando Sanchez Varretti (GFQSC – Investigador CONICET /UTN-FRSR)

Fernando Manuel Bulnes (Departamento de Física, Instituto de Física Aplicada, Universidad Nacional de San Luis-CONICET)

José Antonio Ramirez Pastor (Departamento de Física, Instituto de Física Aplicada, Universidad Nacional de San Luis-CONICET)

Resumen

El presente trabajo la adsorción de mezclas gaseosas binarias en superficies heterogéneas ha sido estudiada mediante la Aproximación Cluster (AC), basado en el cálculo exacto de configuraciones en una celda finita. El sustrato se caracteriza por n tipos de sitios, cada uno con diferente energía de adsorción. El proceso se analiza a través de las isothermas totales y parciales de cada componente. El formalismo teórico se ha utilizado para modelar los datos experimentales de mezclas de metano-etano adsorbidos en sustratos de carbono. Los resultados de AC se comparan con los correspondientes a la conocida Teoría de Soluciones Ideales Adsorbidas (IAST). A pesar del buen ajuste que se obtiene a partir de la IAST, se encuentra que AC es un modelo más preciso para estimar los datos binarios en la muestra de carbón altamente heterogéneo.

Palabras clave: Adsorción, separación, mezclas, gases.

1 Introducción

La adsorción es uno de los mecanismos básicos que están presentes en muchos procesos moleculares de gran interés científico como tecnológico (catálisis, la corrosión, la lubricación, detergencia, etc.) (Steele, 1974), (Keller y Staudt, 2005), (Tóth, 2002). Este hecho, junto con la heterogeneidad de los adsorbentes reales, hace que el estudio de la adsorción en superficies heterogéneas sea especialmente interesante y uno de los temas más importantes de la físico-química de superficies (Rudzinski y Everett, 1992).

Para el caso de la adsorción de mezclas de gas de múltiples componentes, el problema es más exigente desde un punto de vista teórica y experimental. Para los componentes puros, el número de moléculas adsorbidas puede determinarse con precisión midiendo simplemente el incremento de peso de la muestra de adsorbente, para las mezclas se tiene que llevar a cabo experimentos adicionales para determinar la composición en la muestra. Por lo tanto, aunque este problema se ha estudiado durante décadas (García, 2012), hay muchos aspectos que no están resueltos todavía por completo. La mayoría de los estudios se dedican a la adsorción de mezclas en las superficies homogéneas. Sin embargo, si existe algún tipo de heterogeneidad de la superficie, el problema estadístico se vuelve extremadamente difícil. En consecuencia, la descripción teórica del proceso de adsorción en presencia de adsorbatos de múltiples componentes y superficies heterogéneas es un problema complejo que no tiene todavía un tratamiento mecánico estadística exacta.

Una forma de superar estas complicaciones experimentales y teóricas es desarrollar modelos simplificados. En esta línea, la aproximación exacta clúster (AC) fue presentada en un artículo reciente de nuestro grupo (Sanchez-Varretti et al., 2014). Este enfoque teórico, basado en el cálculo exacto de configuraciones en las celdas finitas, es una aproximación de la función de partición del sistema.

El esquema teórico se ha aplicado para modelar los datos experimentales de mezclas de metano-etano adsorbidos sobre una muestra de carbono. Además, los resultados experimentales y la AC se comparan con la IAST. La IAST es un modelo predictivo que no requiere los datos de mezcla de gases y es independiente del modelo de adsorción física además es un buen modelo para validar nuestro nuevo enfoque.

2 Metodología y resultados

a) La superficie heterogénea está representado por una red con sitios M_1 y M_2 de adsorción. Para describir un sistema que consiste en N moléculas adsorbidas ($N = N_A + N_B$, siendo N_A [N_B] el número de moléculas del tipo A [B]) en un red de M sitios en una determinada temperatura T , se introduce la variable ocupación i siendo $= 0$ si el sitio i está vacío, y $i = 1$ si el sitio i está ocupado por una partícula.

En el contexto de la aproximación de los gases de red, el estado del sistema se caracteriza sólo por los números de ocupación. Para el cálculo del cubrimiento de cada estado del sistema y las cantidades termodinámicas del sistema, hemos desarrollado una aproximación de clúster. El clúster se compone de m sitios, dispuestas en una geometría dada, y la formación de un sub-sistema con m_1, m_2 sitios de adsorción. En los cálculos, se consideran las condiciones de contorno periódicas.

El análisis de los resultados experimentales se ha llevado a cabo con el fin de determinar los alcances y limitaciones del modelo teórico discutido aquí. Los datos experimentales son de un sistema de metano-etano adsorbido en una plantilla de carbono. Las isothermas de los componentes puros de metano y etano se midieron para tres temperaturas diferentes: 263 K, 273 K y 303 K. Se obtuvieron los equilibrios binarios de adsorción para estas mezclas.

Para comparar los resultados experimentales con los obtenidos mediante AC, se realizó como primer paso, las estimaciones de las energías adsorbato-sustrato mediante el ajuste de las isothermas de los componentes puros con la isoterma de Langmuir. A partir de los datos anteriores, el sustrato se modela como una superficie heterogénea de dos variables compuesta por dos tipos de sitios con la misma concentración.

Para la fracción molar de metano $= 0$, la cantidad de etano adsorbido sobre la superficie tiene un máximo. A medida que aumenta la fracción molar de metano, la cantidad adsorbida aumenta lentamente para este gas y disminuye rápidamente para etano. En el límite de una fracción molar de metano igual a 1, la cantidad de metano adsorbido tiene un máximo, y la correspondiente cantidad de etano es cero. Se obtiene un muy buen acuerdo entre los datos experimentales y los resultados de la AC.

La IAST, que se utiliza ampliamente en modelos de ingeniería, se basa en la suposición de que la fase adsorbida puede ser tratada como una solución ideal de los componentes adsorbidos. La ecuación básica de la teoría IAST es el análogo de la ley de Raoult para el equilibrio líquido-vapor.

El comportamiento de la IAST y la AC se puede explicar cómo sigue, en el caso de la curva correspondiente al metano la IAST y la AC proporcionan buenas aproximaciones con muy pequeñas diferencias entre los resultados experimentales y teóricos. En el caso de etano, diferencias apreciables se pueden maracr entre la IAST y la AC.

3 Conclusiones

Una aproximación exacta de Clúster (AC) ha sido presentada para estudiar la adsorción de mezclas binarias en superficies heterogéneas. El formalismo se basa en cálculos exactos de configuraciones en una celda finita (cluster). El cluster está compuesto por m sitios de n diferentes tipos de sustrato (heterogénea). En este esquema, las isothermas de adsorción parciales y totales se obtienen en términos de las energías de adsorción-sustrato adsorbato. Estas energías se determinan mediante el ajuste de los datos de adsorción de componentes puros con una suma ponderada de las isothermas de adsorción homogéneos (cada isoterma homogénea representa la adsorción en un tipo de sitio de la red).

Los resultados teóricos se utilizaron para analizar los datos experimentales de mezclas de metano-etano adsorbidos en un carbono. En este caso y siguiendo el trabajo previo, el sustrato se modela como una superficie heterogénea de dos variables compuesta por dos tipos de sitios. Los datos experimentales fueron también en comparados con la teoría clásica IAST. A pesar de un buen ajuste que se obtiene de la IAST, se encuentra que la AC es un modelo más preciso para estimar los datos binarios en la muestra de carbón altamente heterogéneo. Por último, se aplicó la AC para simular los equilibrios de adsorción binarias de dos especies en una superficies homogéneas. Los resultados de este análisis proporcionan una prueba adicional de la hipótesis de que el carbono puede ser modelado como un sustrato heterogéneo.

Referencias Bibliográficas

DÁVILA, M.; RICCARDO, J. L.; RAMIREZ-PASTOR, A. J., 2009. Exact statistical thermodynamics of alkane binary mixtures in zeolites: New interpretation of the adsorption preference reversal phenomenon from multisite-occupancy theory. *Chem. Phys. Lett.* 477, 402-405.

GARCIA, G. D.; SANCHEZ-VARRETTI, F. O.; BULNES, F.; RAMIREZ-PASTOR, A. J., 2012. Monte Carlo study of binary mixtures adsorbed on square lattices. *Surf. Sci.*, 606, 83-90.

KELLER, J.; STAUDT, R., 2005. *Gas adsorption equilibria: experimental methods and adsorption isotherm*; Springer: Boston.

RUDZINSKI, W.; EVERETT, D. H., 1992. *Adsorption of gases on heterogeneous surfaces*; Academic Press: London.

SANCHEZ-VARRETTI, F. O.; GARCIA, G. D.; PASINETTI, P. M.; RAMIREZ-PASTOR, A. J., 2014. Adsorption of binary mixtures on two-dimensional surfaces: theory and Monte Carlo simulations, *Adsorption*, 20, 855-862.

STEELE, W. A., 1974. *The interaction of gases with solid surfaces*; Pergamon Press: New York.

TÓTH, J., 2002. *Adsorption: theory, modeling, and analysis*; Dekker: New York.

5RE-A5-Construcción Sencilla de Volutas de Bombas Centrífugas

Dr. Ing. Ernesto Muñoz Puentes (FCAI – UNCuyo)

Dr. Ing. Luis A. Rubio (FCAI – UNCuyo)

Ing. Heber N. Possa (FCAI – UNCuyo)

Ing. Sergio A. Sini (FCAI – UNCuyo)

Resumen

Este trabajo presenta una metodología de diseño y construcción de volutas para bombas centrífugas de gran tamaño y potencia de trabajo, para poder operar con concentrado de tomate. El método se basa en los requerimientos de operación y restricciones de acuerdo al producto. El cálculo para la construcción de la voluta se realizó según una metodología estándar basada en la velocidad media de circulación ligeramente modificada. La voluta es construida externa a la brida de fijación, la que queda dentro del producto que se bombea. El método descrito se ha aplicado con éxito al diseño de dos bombas que trabajan en un evaporador que concentra jugo de tomate de 4,5 a 21 % de sólidos solubles. Se analiza la bondad brindada por el método de diseño tomando a la bomba en su conjunto y no a la voluta por separado.

Palabras Claves: bombas centrífugas – voluta - velocidad

1 Introducción y Objetivos

En la literatura técnica hay gran disparidad de opiniones respecto a la importancia y a los criterios de diseño de las volutas de bombas centrífugas.

La mayor parte de los autores lo considera un elemento más a tener en cuenta, aunque el mayor énfasis se coloca en el diseño del impulsor (KARASSIK; 2011). Algunos proponen que su diseño debe realizarse considerando una velocidad media de circulación constante (LOBANOFF-ROSS; 1992), mientras que otros sostienen que debe tomarse como constante el momento angular (PFLEIDERER; 1959).

Unos pocos autores consideran que el diseño del impulsor no es lo más importante, sino que lo es el de la voluta, por ser donde la energía cinética se convierte en energía de presión y porque afecta fuertemente la compatibilidad hidráulica (ANDERSON; 1994).

La forma de cálculo se ha estandarizado en una única metodología que permite elegir el criterio a seguir.

Normalmente las bombas centrífugas se proyectan y fabrican en series, que permiten cubrir todos los requerimientos a costa de una disminución de rendimiento en la mayor parte de los casos ya que operan lejos del punto de máxima eficiencia (BEP, en inglés). Estas series son proyectadas para ser fabricadas en forma masiva, con amplio uso de piezas fundidas o estampadas que permiten amortizar los moldes, modelos o matrices que se requieren.

El problema aparece cuando se requieren bombas especiales de media y gran potencia, en materiales tales como acero inoxidable. Es en estos casos donde resulta de mayor interés una bomba bien diseñada (bombas de 1 HP suelen funcionar con un 30% de eficiencia sin que incida en el costo, pero una bomba de 100 HP debe funcionar al máximo de eficiencia y eso se logra cuando la bomba opera en el BEP, que es donde suelen funcionar estas grandes bombas cuando están a régimen)

Las soluciones adoptadas hasta el presente han consistido en:

- a) Fundición en acero inoxidable utilizando modelos de serie más próximo a lo requerido.
- b) Construir modelos nuevos para fundir una voluta que cumpla las especificaciones, cargando todos los costos en que se incurra para ello.
- c) Construir la voluta en chapa de acero inoxidable soldada.

Esta última alternativa (Figura 1) es muy cara debido al comportamiento poco predecible del inoxidable a las tensiones térmicas, a la dificultad de conformar las partes (lo que suele requerir matrices especiales), y porque requiere una mano de obra altamente capacitada.

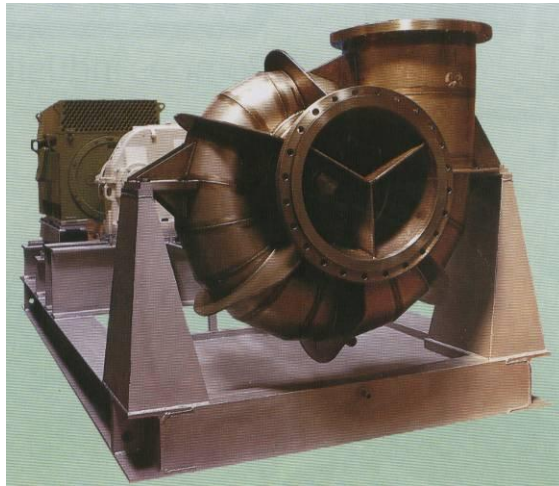


Figura 1: Voluta construida por gajos

El objetivo propuesto fue encontrar una metodología de construcción artesanal, esto es, no de serie, para volutas de bombas centrífugas que operan en concentradores de tomate (bombas de gran tamaño y potencias entre 30 y 100 HP) (MUÑOS PUENTES et al; 2013).

2 Concepto y método de diseño

Calculado y dimensionado el impulsor en base a los requerimientos de operación y a las restricciones debidas al tipo de producto, se procede al cálculo de la voluta según la metodología estándar basada en velocidad media de circulación constante ligeramente modificada. Esto es:

- a) Determinación de la velocidad media en voluta por método gráfico.
- b) Cálculo y verificación de Área de garganta por método gráfico y verificación por ecuación de continuidad.
- c) Cálculo del diámetro equivalente de garganta a partir del área de garganta.
- d) Cálculo de diámetro de difusor asumiendo una longitud en base a los siguientes supuestos:
 - d.1. El difusor sale en forma vertical (luego se podrá rotar la brida y darle otros ángulos) partiendo de la horizontal que pase por el centro del eje.
 - d.2. La lengüeta se encuentra sobre la proyección vertical del diámetro de la succión. Su posición se toma como referencia de inicio para el trazado de cualquier ángulo.
 - d.3. Entre el comienzo del difusor y la lengüeta sigue siendo voluta y el área aumenta como tal; esto es normal en la mayoría de las volutas.
 - d.4. Cálculo del ángulo de inicio del difusor en relación a la lengüeta y cálculo del área de voluta correspondiente.

d.5. Cálculo del área de voluta a intervalos regulares (30° puede resultar práctico) a partir de la posición de la lengüeta.

- e) Cálculo de la lengüeta mediante gráfico o datos experimentales y cálculo del diámetro base.
- f) Determinación del diámetro exterior de la brida de fijación de la voluta dentro de los fondos planos, posibles de fabricar por talleres especializados. Es posible que puedan considerarse dos alternativas.
- g) Cálculo de la altura total de voluta donde inicia el difusor para lograr el área calculado (ver d.4.). Si en el punto anterior hubo más de una alternativa, se elegirá la que más se aproxime a un cuadrado, y por tanto al círculo. Aquí se toma como área de circulación de fluido no sólo el que está por fuera del diámetro base sino también todo el que se encuentra por encima del contradisco del impulsor, desde la succión hasta la descarga.

3 Cálculos para el trazado de la voluta

La novedad del método está dado por el punto f) que hace que la voluta sea externa a la brida de fijación, la que queda dentro del producto que se bombea. Ver Figuras 2, 3 y 4

Este procedimiento requiere mano de obra especializada normal, durante poco tiempo y no requiere tratamientos térmicos para alivio de tensiones ni matrices especiales.

Externamente la voluta parece no ser tal, sino un simple fondo plano concéntrico al eje porque la variación de sección tiene lugar, en dos formas distintas, dentro de esa carcasa.

- h) Cálculo del área de voluta comprendida entre el diámetro (interior) de la misma y el diámetro base y cálculo del ángulo correspondiente (θ_z). Las secciones de voluta anteriores al ángulo hallado se obtienen soldando dos planchuelas a la carcasa: una que copia el diámetro externo del impulsor y pasa tan cerca del mismo como sea posible, y otra que nace en la lengüeta, sobre el diámetro base y, para cada nuevo ángulo se separa del impulsor hasta llegar al ángulo antes calculado (θ_z). Las sucesivas áreas corresponden a un rectángulo de altura fija de ancho variable, los sucesivos diámetros por donde pasa la planchuela responden a una ecuación lineal.
- i) Cuando ya toda el área exterior se ha ocupado se hace lo mismo con el área comprendida por encima del contradisco; entonces la planchuela que copiaba el diámetro externo del impulsor comienza a desplazarse hacia el centro, hacia el diámetro de succión. Y la nueva sección (que varía con el ángulo) suele estar formada por una sección triangular (que va desde el ancho del impulsor en la aspiración al de la impulsión) y una sección rectangular que completa la altura total calculada para la voluta (ver g), y los sucesivos diámetros por donde pasa la planchuela responden a una ecuación de segundo grado que, como en el caso del punto anterior debe plantearse y resolverse para cada ángulo.
- j) En el tramo entre el comienzo del difusor y la lengüeta (d_3) la variación de área se ajusta sobre el conducto de salida o, si es posible se usa el mismo difusor.

4 Resultados y Conclusiones:

El método descrito se ha aplicado con éxito al diseño de dos bombas que trabajan en un evaporador de circulación forzada que concentra jugo de tomate de 4,5 a 21 % de sólidos solubles. Las mismas se muestran en las Figuras 2 a 5.

Debido a que se estaba en el final de temporada no se llegó a obtener mediciones que indiquen la bondad o no de un diseño dado de voluta, sino de la bomba como un todo, evidenciándose por el correcto funcionamiento del evaporador que operó concentrando extracto de tomates sin mostrar problemas de ensuciamiento (oscurecimiento, pegado de producto, etc.), estando los valores de consumo de corriente y de presión cercanos a los valores de cálculo, y el funcionamiento del equipo en su conjunto es suave y con capacidad por encima de lo previsto lo que no sería posible si las bombas no operaran cerca de su punto de máxima eficiencia (BEP).



Figura 2: Interior voluta bomba 40 HP para jugo de tomate a 21° Brix
Fuente Rubio y Asociados



Figura 3: Bomba 40 HP armada
Fuente Rubio y Asociados



Figura 4: Interior voluta bomba 30 HP para jugo de tomate a 8° Brix
Fuente Rubio y Asociados



Figura 5: Bombas del evaporador
Fuente Rubio y Asociados

Referencias Bibliográficas

Muñoz Puentes, E. y otros (2013) Proyecto Investigación SCyTP. “Bombas centrífugas operando con fluidos viscosos II: Análisis crítico de los modelos de cálculo y nuevas hipótesis”. FCAI – UNCuyo. San Rafael, Mendoza, Argentina.

Lobanoff-Ross (1992) Centrifugal Pumps, design & application. Gulf Publishing Co.

- Pfleiderer, C ((1959) Bombas centrífugas y turbocompresores. Ed. Labor, Barcelona.
- Karassik, I. (2011) Pump Handbook by Karassik. 3° Ed. ASK Innotec.
- Anderson, H. (1994) Centrifugal pumps and allied machinery. 4°Ed. Elsevier, Oxford.

6RE-A5-Probabilidad de Ocupación de Mezclas Binarias en los Agregados Limitados por Difusión

Andrea Ridolfi (UNCuyo-FCAI-FCE)

Claudio Fabián Narambuena (GFQSC – Instituto de Física Aplicada, Universidad Nacional de San Luis-CONICET)

Fabrizio Orlando Sanchez Varretti (GFQSC – Investigador CONICET /UTN-FRSR)

Resumen

La importancia del fenómeno de autoensamble químico se manifiesta en numerosos trabajos actuales. Esta importancia deviene de varios factores, entre ellos se encuentra la ubicuidad de los fenómenos de autoensamble en procesos naturales y en todas las escalas de tamaño. Su comprensión y análisis cuantitativo nos permite predecir el comportamiento de magnitudes relevantes en estas estructuras. Este comportamiento está relacionado íntimamente con las estructuras fractales emergentes en las más diversas situaciones de la naturaleza (Whitesides y Grzybowski, 2002), (Nazzarro y et al., 2002), (Shapiro, 1998), (Li y et al., 2004).

En el presente trabajo se estudia un modelo probabilístico que consiste en una variación del modelo de generación de estructuras fractales mediante el cálculo de las probabilidades de ocupación en agregados limitados por difusión (Turkevich y Scher, 1986). Dicha variación es la modificación del número de coordinación de las entidades que intervienen en la formación de estas estructuras y la proporción de las mismas (Candia y et al., 2015). El modelo tradicional consiste en la agregación de partículas con cuatro enlaces (aquellos a primeros vecinos), a diferencia de este trabajo que presenta estructuras generadas mediante probabilidades de ocupación en mezclas de partículas de cuatro y dos enlaces (en distintas proporciones).

Palabras clave: Agregados, fractales, mezclas, probabilidades.

1 Introducción

En el último medio siglo ha aumentado la actividad en el estudio de la formación de estructuras fractales (Witten y Sander, 1981) (Stanley y Ostrowski 1986) (Mandelbrot, 1977) (Vicsek, 1992) (Barabasi, Stanley, 1995). En particular, una atención considerable se le ha dado a los Agregados Limitados por Difusión (DLA). Este interés se basa en el papel esencial que juega este fenómeno en muchas situaciones experimentales, tales como electro-deposición, desplazamiento de fluido de líquidos, rupturas de materiales dieléctricos, disolución química, etc. También se ha dedicado mucho esfuerzo a mejorar nuestra comprensión de las bases teóricas del crecimiento de estos procesos. La comprensión detallada de tales procesos es esencial para las mejoras tecnológicas pero parece ser también muy importante desde los aspectos fundamentales de la ciencia básica.

Por ejemplo, en el autoensamblaje de filamentos a base de silicio, la disposición de las moléculas intermedias parece ser al azar, como los patrones fractales de los agregados descritos en la teoría DLA. Estas estructuras fractales en la naturaleza por lo general son sistemas definidos como estructuras ramificadas de árboles que se puede representar matemáticamente por conjuntos fractales (Mandelbrot, 1982).

El autoensamblaje se refiere a la formación espontánea de estructuras organizadas a través de un proceso estocástico que implica la pre-existencia de componentes. Son reversibles, y pueden ser controlados por el diseño adecuado de los componentes, el medio ambiente, y la fuerza motriz. La comprensión de los sistemas de autoensamblaje ha sido abordada de diferentes formas por la comunidad científica: En primer lugar, a través de los experimentos de ordenador en el que se simulan los sistemas de autoensamblaje. La segunda vía consiste en experimentos con estructuras químicas. Nuestro objetivo es investigar una tercer vía analizada en la literatura y que es utilizando la generación de estructuras fractales mediante el cálculo de la probabilidad de ocupación de los sitios adsorptivos de la estructura fractal (Turkevich y Scher, 1986).

Tradicionalmente, las entidades utilizadas para formar el DLA son partículas con número de coordinación igual a la de la red (4 en caso de la red cuadrada bidimensional y 6 en el caso de tridimensional celosías cuadrados). En nuestro caso se explora el caso de una mezcla de partículas (algunos que tiene el número de coordinación de la red y otros que tiene menos de eso). Intuitivamente uno puede pensar que el cambio de la proporción de estas partículas sería cambiar las propiedades fractales de la formada estructura fractal. En el presente trabajo desarrollaremos un método para el cálculo de la probabilidad de ocupación de los sitios adsorptivos en mezclas binarias.

2 Metodología

Las partículas depositadas en las construcciones clásicas de estructuras fractales limitadas por difusión son entidades que poseen lo que usualmente se llama “4 uniones” representado por c . Esta clase de entidades se adhieren a la estructura fractal una vez que la partícula que sigue una caminata al azar es primer vecino de cualquier parte del fractal.

Hay que observar que usualmente el número de uniones está dado por el número de coordinación de la red en la cual se realiza el agregado; $c=4$ para una red cuadrada. Si las partículas no son simétricas la interacción puede que no ocurra de igual manera en todas las direcciones, por lo que se introduce una asimetría en las interacciones.

Nuestra propuesta formal para un determinado clúster produce las probabilidades de ocupación del perímetro del mismo. Utilizamos esta distribución de probabilidad para generar grupos DLA, sin necesidad de simulación en toda la red mediante una caminata aleatoria. Por lo tanto, el cluster del DLA no se caracteriza por su complicada caminata aleatoria interior, sino más bien por el crecimiento de su perímetro. Las probabilidades de ocupación para las puntas del agregado no apantalladas puede obtenerse a partir de las probabilidades de ocupación de cada sitio adsorptivo. La característica fundamental en el límite de crecimiento de las copas de las ramas es completamente reproducida por la geometría simple.

3 Conclusiones

Se ha propuesto un procedimiento para la construcción de estructuras fractales, adaptando el que utiliza las probabilidades de ocupación al caso de mezclas binarias para la formación de Agregados Limitados por Difusión. En el caso límite reproduce las estructuras fractales DLA usuales y sus parámetros analíticos.

Este desarrollo permite explicar las nuevas estructuras fractales formadas en función de los objetos generados y de la probabilidad de ocupación en el perímetro. El crecimiento del fractal ocurre en las ramas del mismo y no en el núcleo de la estructura fractal.

Referencias Bibliográficas

BARABASI A. L., STANLEY H. E., 1995. Fractal Concepts in Surface Growth, Cambridge University Press, New York.

CANDIA L. I., CARBONETTI J., GARCÍA G. D., SANCHEZ VARRETTI F. O., 2015. Topology change due to particle heterogeneity in DLAs, Int. J. Mod. Phys. C 26, 1550136.

LI, H., PARK, S. H.; REIF, J. H.; LABEAN, T. H.; YAN, H. 2004. DNA-Templated Self-Assembly of Protein and Nanoparticle Linear Arrays. Jour. Am. Chem. Soc. 9 Vol. 126, NO. 2.

MANDELBROT B., 1977. Fractals, Form, Chance and Dimension, Freeman, San Francisco.

MANDELBROT B. B., 1982. The Fractal Geometry of Nature, Freeman, New York.

NAZZARRO, M.; NIETO, F.; RAMIREZ-PASTOR, A. J. 2002. Influence of surface heterogeneities on the formation of diffusion-limited aggregates. Surface Science 497 275–284.

SHAPIRO, A. 1998. Thinking about bacterial populations as multicellular organisms. *Rev. Microbiol* 52: 81–104.

STANLEY H. E., OSTROWSKI N. 1986. On growth and form. Fractal and non fractal patterns in physics, NATO ASI series. Serie E. Applied Science, No. 100, Martinus Nijhoff Publishers, The Netherlands.

TURKEVICH L. A., SCHER H., 1986. Probability scaling for diffusion-limited aggregation in higher dimensions, *Phys. Rev. A* **33**, 786(R).

VICSEK T., 1992. *Fractal Growth Phenomena*, second ed., World Scientific, Singapore.

WHITESIDES, F.; GRZYBOWSKI, G. 2002. Self-assembly at all scales. *Science* 295, 2418 DOI: 10.1126/science.1070821.

WITTEN JR. T.A., SANDER L.M., 1981. *Phys. Rev. Lett.* 47 1400.

ÁREA LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO

Resúmenes Extendidos

1RE-A9-Nuevo Enfoque para la Programación Dinámica en la PRM Mediante el Análisis de Agrupamiento

Daniela Elin Perez (Licenciatura en Administración de Empresas /UTN-FRSR)

Fabricio Orlando Sanchez Varretti (GFQSC – Investigador CONICET /UTN-FRSR)

Tania Daiana Tobares (UTN-FRSR)

Resumen

En la actualidad la comunicación y la toma de decisiones se ha incrementado en intensidad y reducido en tiempo con la ayuda de las computadoras. Por otro lado sabemos que los sistemas de cómputo al igual que los sistemas productivos, se tratan del diseño de un algoritmo (Gálvez 1993). Podemos plantear como hipótesis la existencia de una metodología de abastecimiento óptima de materias primas en base a una combinación específica de pedidos para satisfacer un sistema productivo. Debido a la importancia de la producción y la planeación, en las empresas con respecto a la Planificación de Requerimientos de Materiales (PRM) necesarios para que las mismas puedan producir en tiempo y forma de manera que abastezcan a la demanda, es que se plantea la necesidad de analizar y algoritmizar diversas técnicas alternativas (Heizer & Render 2009). Diversos modelos de programación dinámica son utilizados por empresas de primera línea, ya que se consigue con ellos menores costo de abastecimiento, existiendo múltiples desarrollos a lo largo de las últimas 5 décadas (Karimi et al. 2003) y en particular el algoritmo de Harvey M. Wagner y Thompson M. Whitin (W&W) (Wagner & Whitin 1958). Por otro lado es bien conocido el efecto del agrupamiento (clustering) tanto de las tareas y procesos (Weeda 1987) como de los sistemas físicos (Stauffer & Aharony 2003) donde las combinaciones posibles de ordenamientos de las tareas es de crucial importancia (Sbihi & Eglese 2007). En base a estos conceptos nos proponemos como objetivos implementar un algoritmo de programación que explore todas las combinaciones posibles de pedido de materiales, calcular los costos asociados a cada una de estas combinaciones, relacionar la probabilidad de ocurrencia y el costo de cada agrupamiento con su tamaño y por último comparar estos resultados con las agrupaciones de otras técnicas.

Palabras clave: *planificación, requerimientos de materiales, programación dinámica, agrupamientos.*

1 Introducción

La comunicación ha crecido con la ayuda del uso de las computadoras debido a la gran interrelación que hay, gracias a las innovaciones tecnológicas, entre el hombre y las máquinas de computación. Éstas son herramientas de apoyo para facilitar el arduo trabajo de quienes hacen uso de ellas, ya sea para presentar un trabajo con mayor prolijidad o para agilizar los tiempos de preparación de las tareas (Gálvez, 1993). En el presente trabajo se aborda una metodología poco utilizada en la solución de problemas de abastecimiento de materias primas y/o materiales para la producción de un determinado producto. Para esto nos introduciremos en el análisis de todas las combinaciones posibles de pedidos determinados dentro de un programa de Planeación de Requerimientos de Materiales mediante un algoritmo computacional que puede ser de gran utilidad en la producción de bienes y servicios. Posteriormente analizaremos las formas más probables de agrupamiento de estos pedidos de modo tal de obtener algún criterio de utilidad en la planificación de requerimientos de materiales.

Para hacer un buen uso de los recursos de la producción con el objetivo de satisfacer los objetivos de la empresa es que es deseable planificar en forma óptima la producción. Esta planificación se lleva a cabo sobre cierto periodo de tiempo llamado *horizonte de planificación* siendo de tres tipos en general: Largo, Mediano y Corto plazo (Karimi et al., 2003). Para nuestro caso, la planificación de requerimientos de materiales, el periodo a abarcar es el de mediano plazo. En particular nos concentraremos en las decisiones del tipo Single-Level Lot Sizing, un problema del tipo NP-Hard (Van Hoesel & Wagelmans, 2001), que nos permiten identificar cuando y cuanto de nuestro producto debemos producir minimizando los costos de producción y almacenamiento. Sin embargo las distintas variables de este tipo de problema tan complejo hace que la dificultad de resolución del mismo crezca en forma continua. Podemos citar aplicaciones industriales donde se aprecian las distintas

variantes y complejidades aparejadas con la temática; donde las herramientas de optimización para distintos modelos de simulación dependen directamente de la complejidad del sistema en cuestión y además se abordan estos problemas con software comercial y desarrollos propios (Guimarães et al., 2015). En este trabajo se analiza un problema de optimización-transporte mediante un análisis combinatorio junto al análisis mediante cluster de las variables del sistema. En este caso se utiliza un software comercial y otro propio para la comparación entre los métodos utilizados. También se ha analizado en trabajos recientes el diseño de una cadena de suministro sustentable que es un problema de programación matemática multi-objetivo (Gagliardo & Corsano, 2011) donde se propone un modelo matemático mixto entero lineal (MILP) para el diseño óptimo de una cadena de suministro para producir azúcar y etanol. El modelo es presentado como una formulación multi-objetivo y se resuelve optimizando en forma iterativa el modelo económico donde el daño ambiental es considerado mediante restricciones del tipo *constrain satisfaction*, para distintos valores mínimos y máximos del parámetro utilizado. La resolución se lleva a cabo mediante el software comercial CPLEX. A diferencia de este último trabajo nosotros analizaremos un problema del tipo Dimensionamiento de Lote de Elemento Único sin Restricciones en los Recursos, *single-item uncapacitated lot sizing*, (Karimi et al., 2003).

Como podemos observar las aplicaciones son múltiples y las herramientas diversas, donde se utiliza tanto software comercial como desarrollos propios para resolver los distintos esquemas propuestos. En el caso del software comercial podemos citar un desarrollo probado como CPLEX (Atamtürk & Küçükyavuz, 2005) que abarca diversos tópicos de la investigación operativa como son: Operational decision management, Decision optimization y Supply chain management.

Las técnicas más usuales en la literatura y que se han utilizado durante décadas para obtener las materias primas o insumos necesarios para la producción, con el menor costo posible, son: Lote por Lote; Lote Económico (EOQ); Balance Parcial de Período y el Algoritmo de W&W (Heizer & Render, 2009). Cada una de ellas, se destaca por una particularidad a la hora de resolver las necesidades de ordenar materiales y/o materias primas, para producir el bien que la empresa desee obtener. Un paso lógico después de estudiar estas técnicas es analizar todas las combinaciones posibles de pedidos y como se mencionó anteriormente es un problema del tipo NP-Hard. Un tipo de solución habitual a esta clase de problema es mediante métodos heurísticos (Nascimento et al., 2008). El problema que se pretende investigar en este trabajo es el que abarca a todas las combinaciones posibles de formas de pedir materias primas mediante un algoritmo que recorre todas estas opciones calculando a su vez el costo de las mismas y conservando los tamaños de los grupos de pedidos, es decir analizar como se agrupan los pedidos para cada solución óptima. Es un modelo de programación dinámica que explora todas las combinaciones posibles de pedidos mediante la capacidad de cálculo de las computadoras actuales. Se exploran las alternativas no consideradas con métodos anteriores por lo que se conseguirían menores costos en comparación con la aplicación de cualquiera de las cuatro técnicas mencionadas.

Permanentemente las empresas buscan minimizar costos. Por tal motivo se presenta en este trabajo un análisis de los grupos (clusters) formados en relación con el costo. En base a todo lo expresado, es que proponemos como objetivo general desglosar todas las combinaciones posibles de pedidos dentro de un plan dado de requerimiento de materiales y como objetivos particulares; calcular los costos asociados a cada una de estas combinaciones, relacionar la probabilidad de ocurrencia de cada grupo de pedidos en función de su tamaño y el costo de cada agrupamiento en relación con su tamaño. Por último comparar estos resultados con las agrupaciones generados por otras técnicas al obtener la solución óptima.

2 Metodología

Existen lenguajes que realizan la comunicación entre los seres humanos y las computadoras, estos lenguajes permiten expresar los programas o el conjunto de instrucciones que el operador humano desea que la computadora ejecute. La evolución de los lenguajes y lo que hoy conocemos como Algoritmos Computacionales, desde su aparición hasta nuestros días son, y seguirán siendo; vitales para el desarrollo de aplicaciones para computadoras. Es interesante saber, de hecho, que el manejo y dominio de la lógica de programación para resolver problemas, sirve para poder aplicarlo tanto en el uso cotidiano y doméstico, como en las empresas debido a la gran utilidad que se le da hoy en día.

El lenguaje algorítmico, es aquel por medio del cual se realiza un análisis previo del problema a resolver y encontrar un método que permita resolverlo. Al conjunto de todas las operaciones a realizar y el orden en que deben efectuarse, se le denomina algoritmo. Es un método para resolver un problema mediante una serie de datos precisos, definidos y finitos. El programador de computadoras, al igual que el administrador de empresas, es una persona que resuelve problemas, por lo que para llegar a ser un programador eficaz, necesita aprender a resolver

problemas de un modo riguroso y sistemático. A continuación veremos las técnicas usualmente utilizadas en la planificación de requerimientos de materiales.

2.1. Planificación de Requerimientos de Materiales.

La Planificación de Requerimientos de Materiales, es una técnica de demanda dependiente que usa listas de materiales, inventario, facturación esperada y programas maestros de producción, con la finalidad de determinar los requerimientos de materiales. Para hacer efectiva esta planificación, el administrador de operaciones o el encargado del sector de producción deberá:

- a) Generar un programa maestro de producción (qué y cuándo debe producirse).
- b) Detallar un listado de especificaciones y materiales necesarios para la elaboración de un producto.
- c) Verificar cual es el inventario disponible.
- d) Ver que órdenes de compra están pendiente.
- e) Controlar los tiempos de producción y entrega.

Además, cabe destacar que el plan de requerimiento de materiales es global, ya que es un programa que muestra la demanda total de un producto (antes de restar el inventario actual y las entregas programadas) así como y cuando debe colocarse una orden a proveedores, o cuando debe iniciar la producción para satisfacer la demanda en una fecha dada. Para cumplir con lo anterior, y una vez restado del inventario actual, nos encontramos con lo que realmente hay en stock o lo que se llama requerimientos netos.

2.2.1. Técnicas para determinar el tamaño del lote

En función de los requerimientos netos se toma la decisión de cuánto ordenar, es decir, la decisión del tamaño del lote. Existen varias técnicas usuales y sencillas para determinar el tamaño de los lotes en un sistema PRM:

Lote por Lote: técnica para determinar el tamaño del lote que genera exactamente lo que se requiere para cumplir el plan, es decir, el sistema PRM produce unidades solamente cuando se necesitan, sin inventario de seguridad y sin previsión para otros pedidos.

Lote Económico (EOQ): es una técnica para determinar el tamaño del lote, preferiblemente usado cuando la demanda es independiente y relativamente constante. Es una técnica estadística que usa promedios (por ejemplo demanda promedio) mientras que el sistema PRM, supone una demanda conocida (dependiente), que se refleja en el programa maestro de producción. El EOQ es la técnica más conocida para el control de almacenes.

Balance Parcial del Periodo (BPP): técnica para ordenar inventario que equilibra los costos de mantener y preparar mediante el cambio del tamaño del lote, para que refleje los requerimientos del siguiente tamaño de lote en el futuro para demandas conocidas. El balance parcial desarrolla una parte económica del periodo, es decir el lapso en el que el costo de preparar y mantener son iguales.

Algoritmo de Harvey M. Wagner y Thomson M. Whitin, es un modelo de programación dinámica que agrega cierta complejidad al cálculo del tamaño del lote, ya que supone un horizonte de tiempo finito más allá del cual no hay requerimientos netos adicionales. Este algoritmo proporciona mejores resultados que las tres técnicas explicadas anteriormente. Es un algoritmo avanzado de solución, en una versión dinámica del modelo de lote económico, lo que permite la posibilidad de que las demandas de un solo artículo, los gastos de inventario, mantenimiento y los costos de instalación puedan variar en N períodos, deseando un esquema de gestión de inventario de mínimo costo total, que satisfaga la demanda conocida en cada período. Se demuestra que son posibles horizontes de planificación disjuntos, los que eliminan la necesidad de disponer de datos para todos los N períodos.

2.2.2. Combinaciones posibles en programación dinámica

Las combinaciones posibles de ordenamientos de las tareas es un proceso que puede ser de difícil cálculo ya que es de crecimiento exponencial; por lo que la implementación de un algoritmo de programación que explore todas las combinaciones posibles de pedido de materiales puede ser un proceso arduo y muy demandante en términos computacionales. El modelo matemático puede ser visto como un problema de un solo sentido de factibilidad temporal, en el que es posible pedir inventario en el período t para la demanda en el período $t + k$, pero no viceversa. Supongamos que un fabricante produzca un elemento con N valores posibles de una cierta dimensión crítica. Se prevé entonces un programa de demanda conocida para los N tipos de elementos.

Al igual que en la formulación de tamaño de lote estándar, se supone que los costos de compra (o fabricación) y el precio de venta del elemento es constante en todos los períodos de tiempo, y por lo tanto sólo los costos de gestión de inventario son de interés.

En el período t -ésimo, $t = 1, 2, \dots, N$, tendremos:

d_t = cantidad demandada

i_t = carga de interés por unidad de inventario trasladado hasta el período $t + 1$

s_t = costo de ordenar (o preparar)

x_t = cantidad ordenada (o fabricada).

Se supone que en todos los períodos las demandas y los costos no son negativos. El problema es encontrar un programa $x_t \geq 0$, $t = 1, 2, \dots, N$, de tal manera que todas las demandas se cumplen en un costo total mínimo. Cualquier programa de este tipo, no necesariamente único, se denomina óptimo. Por supuesto, un método para resolver el problema de optimización es enumerar $2^{(N-1)}$ combinaciones de ordenar o no ordenar en cada período (en este caso se asume que una orden es colocada en el primer período). En general, puede ser necesario para poner a prueba las N políticas en el período N -ésimo, lo que implica una tabla de $2^{(N-1)}$ entradas con todas las posibles formas de pedir (frente a las $N(N+1)/2$ posibilidades del algoritmo de W&W, por ejemplo). Como se puede ver, el número de entradas por lo general es mayor que todos los métodos anteriores sin embargo es aplicable en la actualidad hasta ciertos valores de N ya que el poder de cálculo a crecido este es finito.

2.2.3. Agrupamiento

El análisis del agrupamiento (clustering) está relacionado con la forma en que se agrupan un número determinado de elementos en una forma determinada llamados grupos (cluster) de acuerdo a una característica o medida distintiva (Weeda, 1987). En el caso de agrupamiento unidimensional el problema de cómo se agrupan los elementos puede estar representado solamente por una característica propia del sistema. De este modo para discutir las propiedades medias debemos estudiar la estadística de los grupos en cuestión (Stauffer & Aharony 2003). A pesar que los grupos se definen como elementos iguales juntos y con espacios vacíos en ambos extremos, en nuestro caso consideraremos los grupos como el conjunto de elementos dentro de un mismo lote de pedidos inclusive si tiene elementos sin pedidos en su grupo. En función de estas suposiciones analizaremos cuales son los tamaños medios de estos grupos, como se distribuyen y cuáles son los costos asociados a estas distribuciones.

2.3 Algoritmo y análisis de resultados

Los resultados se obtendrán de la ejecución de un programa de computadora de desarrollo propio especialmente diseñado para generar todas las combinaciones posibles de formas de pedir los insumos necesarios para N períodos y de calcular los costos asociados a cada una de esas combinaciones posibles. Se llevarán también los tamaños de los grupos de pedidos que se forman en las distintas combinaciones generadas en cada caso, la cantidad de grupos de pedidos generados en cada caso y el tamaño promedio de los mismos.

El algoritmo propuesto es el siguiente:

Definir vector con N períodos;

Definir las cantidades a pedir en cada uno los N períodos;

Definir los costos de preparación y almacenaje de cada periodo;

Recorrer el vector N calculando todas las combinaciones posibles de pedido;

Calcular el costo de cada combinación obtenida;

Sumar los grupos de pedidos de acuerdo a su tamaño;

Almacenar los grupos de pedidos de acuerdo a su tamaño;

Calcular el tamaño promedio de los grupos de pedidos;

Si el costo es un mínimo;

Almacenar el tamaño del grupo de pedido;

Repetir;

Este procedimiento se repetirá para distintos N y distintas cantidades a pedir en cada intervalo y para cada realización de N .

En función de los resultados obtenidos se presentan los resultados donde se analiza:

la probabilidad de ocurrencia de un cluster dado en función de su tamaño en el momento en que se alcanzó un valor mínimo de costo y para distintas realizaciones para $N=cte$;

el costo asociado a cada combinación en función del tamaño promedio del cluster;

el costo asociado a cada combinación en función de la cantidad de cluster de esa realización.

Esta información es de suma importancia ya que nos permite discernir qué tipo agrupamiento tiene mayor preponderancia y cual podemos descartar en función de su tamaño y también en relación a sus costos.

5 Conclusiones

Hemos visto a lo largo de este trabajo algunas generalidades de los algoritmos utilizados en la planificación de necesidades de materiales hasta llegar a un caso particular: el análisis de todas las combinaciones posibles a la hora de realizar un pedido. Estas técnicas están orientadas para utilizarse en cada uno de los niveles de complejidad y variedad o alternativas para las cuales se aplican los algoritmos. En el caso particular de algoritmo de W&W se toman algunas particularidades de las técnicas anteriormente mencionadas para lograr una mayor cantidad de combinaciones en la forma de realizar el pedido, sin embargo está técnica es muy antigua y ha sido superadas por desarrollos recientes. De cualquier modo estos desarrollos nos permiten elegir la forma de realizar un pedido que sea rentable para la empresa mientras ésta produce, y al mismo tiempo pide la mayor cantidad de materias primas o materiales al menor costo posible. En este trabajo se presentó con el estudio y los cálculos matemáticos/computacionales realizados y entre las comparaciones de las técnicas presentadas que el enfoque de analizar todas las combinaciones posibles es una tarea ardua; por lo que el análisis de las distintas formas en que se agrupan los lotes de pedidos arroja información muy útil. Por tal motivo podemos concluir que este análisis nos permite descartar casos extremos, poco probables y concentrarnos en patrones relacionados con el tamaño de los grupos de pedidos para decidir qué casos analizar y de este modo obtener una solución óptima. Se observa un patrón característico en la forma de agrupamiento de los pedidos que nos permite decidir qué caso utilizar y cual descartar pudiendo de este modo reducir el número de combinaciones a analizar y de este modo comprimir el tiempo de procesamiento de la planificación de requerimiento de materiales.

Referencias Bibliográficas

- CORREA, U. 1992. Desarrollo de Algoritmos y sus aplicaciones. USA. III Edición. Editora MacGraw - Hill Inc. Colombia. pp. 251.
- GÁLVEZ, J. GONZÁLES, J. 1993. Algorítmica, Análisis y Diseño de Algoritmos II Edición. Editora RA-MA - Addison-Wesley Iberiamericana. USA.
- HEIZER, J. RENDER, B. 2009. Principios de Administración de las Operaciones. Pearson Educación. Séptima

Edición. Mexico.

KARIMI, B. FATEMI GHOMI, S. M. T. WILSON J.M. 2003. "The capacitated lot sizing problem: a review of models and algorithms". *Omega The Int. Journal of Management Science*. Vol. 31, 365-378. Netherlands.

WAGNER, H. WHITIN, T. 1958. "Dynamic Version of the Economic Lot Size Model". *Management Science*. Vol. 5, 89-96. USA.

WEEDA, P. J. 1987. "On similarities between lot sizing and clustering". *Eng. Cost and Production Economics*. Vol. 12, 65-69. Netherlands.

STAUFFER, D. AHARONY, A. 2003. "Introduction to percolation theory" 2nd Revised Edition. Taylor & Francis. London.

SBIHI, A. EGGLESE R. W. 2007. "Combinatorial optimization and Green Logistics". *A Quarterly Journal of Operations Research*. Springer Verlag, Vol. 5 (2), 99-116. Netherlands.

VAN HOESEL, C. P. M. WAGELMANS, A. P. M. 2001. "Fully polynomial approximation schemes for single-item capacitated economic lot-sizing problems". *Mathematics Of Operations Research*. Vol. 26, No. 2, 339-357. USA.

GUIMARÃES, E. R. S. RANGEL, J. J. A. VIANNA, D. S. SHIMODA, E. SKURY, A. L. D. 2015. "Análise de desempenho de modelos de otimização com simulação a eventos discretos". *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*. Vol. 7, N. 13, 18-43. Brasil.

GAGLIARDO, A. CORSANO, G. 2011. "Un modelo milp multiperíodo para el diseño de una cadena de suministro de bioetanol considerando sustentabilidad". *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*. Vol. 3, N. 2, 209-225. Brasil.

ATAMTÜRK, A. KÜÇÜKYAVUZ, S. 2005. "Lot Sizing with Inventory Bounds and Fixed Costs: Polyhedral Study and Computation". *Operations Research*. Vol. 53, No. 4, 711-730.

NASCIMENTO, M. C.V. RESENDE, M. G.C. TOLEDO, F. M. B. 2010. "Grasp heuristic with path-relinking for the multi-plant capacitated lot sizing problem". *European Journal of Operational Research*. Vol. 200, 747-754. Netherlands.

TRABAJOS COMPLETOS

ÁREA INGENIERÍA Y GESTIÓN DE LA CALIDAD

Trabajos Completos

1TC-A1-Sistema de Gerenciamento dos Recursos Operacionais de Produção: Estudo de Caso em uma Empresa Metalúrgica do Planalto Rio-Grandense

Franco da Silveira
(franco.da.silveira@hotmail.com - PPGEP/UFSM)

Jéferson Réus da Silva Schulz
(jefersonschulz@gmail.com - PPGEP/UFSM)

Janis Elisa Ruppenthal
(profjanis@gmail.com - PPGEP/UFSM)

Resumo

Nos dias atuais, com a acirrada competitividade no mercado, as empresas se veem cada vez mais desafiadas e pressionadas a buscar novas soluções estratégicas para seus negócios. Um grande desafio encontra-se em como melhorar os índices de produtividade através de um melhor gerenciamento dos próprios recursos produtivos das organizações. Neste contexto de ideias e objetivos a serem atingidos o planejamento e controle da produção (PCP) é a técnica ou processo administrativo que utiliza um conjunto de funções inter-relacionadas que objetivam comandar o processo produtivo e coordená-lo com os demais setores da empresa. O presente artigo consiste em apresentar uma análise de algumas características relacionadas ao planejamento e controle de produção de uma empresa metalúrgica do Planalto Rio-Grandense. Com um bom planejamento e controle da produção é possível melhorar o controle e o gerenciamento dos processos de fabricação, dando ênfase no aumento da produtividade das empresas. Quanto à metodologia a pesquisa foi classificada como estudo de caso. Para o levantamento dos dados foi utilizado um questionário com dezesseis questões, aplicado via plataforma google drive. Com este diagnóstico foi possível identificar como a empresa realiza o PCP. Diante disso, pode-se verificar que a empresa possui um planejamento e um controle de suas atividades, para melhorar o funcionamento e desempenho da produção, atendendo a demanda dos clientes, fazendo com que a produção funcione de maneira eficiente.

Palavras chave: *Planejamento e Controle da Produção. Gerenciamento da Produção. Metalúrgica.*

1 Introdução

As empresas buscam pela inovação e melhoria de seus processos produtivos para subsistirem operantes e competitivas em virtude da concorrência do mercado atual. Assim, observa-se que o mercado dá ênfase aos produtos que atendam algumas características, tais como preço, qualidade e prazo de entrega. Nesse âmbito, o papel da gestão da produção consiste em gerenciar os recursos por meio de uma produção mais enxuta, priorizando o atendimento dos clientes de forma eficiente (CORRÊA; CORRÊA, 2005).

Para responder de forma mais rápida e precisa às mudanças, tanto internas como externas à organização, as empresas realizam o planejamento e controle da produção (PCP). Em vista disso, as atividades de uma organização passam a ser desenvolvidas por um departamento de apoio à produção, responsável pela coordenação e aplicação dos recursos produtivos de forma a atender, da melhor maneira possível, os planos estabelecidos nos níveis estratégico, tático e operacional (SANTOS, 2013).

O PCP consiste na técnica ou processo utilizado para fins de gerenciamento da produção e dos processos de fabricação metalúrgicos. O planejamento e controle da produção abrange a determinação de quais e quantos produtos finais devem ser produzidos em cada um dos períodos do horizonte de planejamento, de forma que se possa atender à demanda sem violar a capacidade de produção e procurando minimizar os custos envolvidos (MOREIRA et al., 2014). Logo, essa técnica objetiva formular os planos para organizar a aplicação dos recursos humanos e materiais de modo a controlar as ações para correções de eventuais desvios e minimizar perdas.

Segundo Corrêa et al. (2007), o planejamento e controle da produção é o conjunto de sistemas de informação que servem de apoio à tomada de decisões táticas e operacionais, relacionadas às questões logísticas de: a) “o que” produzir e comprar; b) “quanto” produzir e comprar; c) “quando” produzir e comprar; e d) “com quais recursos” produzir.

De acordo com Dias (2004), observa-se que indiferente da perfeição ou não do planejamento e controle da produção de uma indústria, os acontecimentos nem sempre ocorrem conforme o que foi planejado. Erros de previsão e simulação, qualidade, gargalos em processos de fabricação e quebras de máquinas, podem acontecer fazendo com que a produção perca em produtividade.

Todas as indústrias, por mais que trabalhem em um mesmo segmento, possuem particularidades. Dessa forma, as empresas planejam e controlam sua produção de maneira totalmente ajustada e adaptada para sua realidade de trabalho. Russomano (2000) destaca que, de acordo com o tamanho da indústria, o estilo de produção e a diversidade e quantidade de produtos fabricados, cada indústria necessita de um modelo particular de PCP, totalmente estruturado conforme suas necessidades.

Dentro do contexto do planejamento e controle da produção, diversas ferramentas podem ser utilizadas, todas com o objetivo principal de auxiliar a gerência na tomada de decisões. Isso se torna um ponto crucial nos casos de acontecimentos de imprevistos e também na análise do estudo comparativo entre o planejamento inicial e a realização efetiva dos processos de fabricação.

Diante do exposto, o presente artigo apresenta um estudo de caso em que a finalidade consiste em analisar o planejamento e controle de produção de uma empresa de grande porte, situada no Planalto Rio-Grandense, tendo em vista identificar os procedimentos específicos realizados pela organização no que concerne ao seu PCP. O estudo assume relevância em decorrência da necessidade que as empresas têm de manterem-se competitivas no mercado face às atuais demandas que o setor metalúrgico apresenta em termos de produção através do maior controle estratégico do PCP estabelecido.

2 Referencial Teórico

No referencial teórico busca-se explicitar os conceitos mais pertinentes ao assunto proposto. Inicialmente, trata-se de uma visão geral referente ao gerenciamento da produção, seguindo com uma discussão sobre o planejamento e controle da produção nas empresas e, por fim, atinente aos indicadores de desempenho da produção.

2.1 Gestão da Produção

Todas as atividades desenvolvidas por uma empresa de modo a atender seus objetivos de curto, médio e longo prazo, estão inter-relacionadas, na maioria das vezes, de forma complexa (MARTINS; LAUGENI, 2002). Diante disso, nota-se que as atividades transformam insumos e matérias primas em produtos acabados ou serviços, demandando recursos que, por sua vez, devem agregar valor ao produto final. Isso constitui um dos principais objetivos da gestão empresarial. Essas atividades são fundamentais para as empresas visto que são exercidas para realizar tarefas e atingir suas metas (RITZMAN; KRAJESWSKI, 2004).

O desenvolvimento de estratégias de operações consistentes e de técnicas apropriadas selecionadas possibilita aos gerentes projetar e operar processos de modo a proporcionar às organizações, vantagens competitivas. O tipo de processo e seu modelo pode mudar em uma organização, por exemplo, um processo primário seria a transformação física ou química de matérias-primas em produtos. Entretanto, existem muitos processos não relacionados à manufatura em uma fábrica, como o processamento de pedidos, o compromisso de entrega com os clientes, o controle de estoque, entre outros (RIBEIRO; NOVA, 2010).

Desse modo, verifica-se que o gerenciamento da produção e de suas operações, em todas as áreas de atuação do ambiente organizacional, envolve os diretores, os gerentes, os supervisores ou quaisquer outros colaboradores da empresa. Nesse sentido, a primeira responsabilidade de qualquer equipe relacionada à produção é entender quais são os objetivos organizacionais, traduzindo-os em termos de implicações para o objetivo de desempenho específico, como custos, qualidade, prazo de entrega, flexibilidade, inovação e produtividade (MOREIRA, 2000; MARTINS; LAUGENI, 2002; SLACK; CHAMBERS E JOHNSTON, 2009).

Quando são elaboradas metas e objetivos, em um sistema produtivo, torna-se necessário formular planos de como alcançar esses propósitos. Na gestão da produção, este processo é realizado pela área de Planejamento e Controle da Produção (TUBINO, 1997). O PCP relaciona-se através da conciliação entre o que o mercado requer

e o que as operações podem fornecer. Logo, as atividades desse processo proporcionam sistemas, procedimentos e decisões que adotam diferentes aspectos da oferta e demanda (SLACK; CHAMBERS E JOHNSTON, 2009).

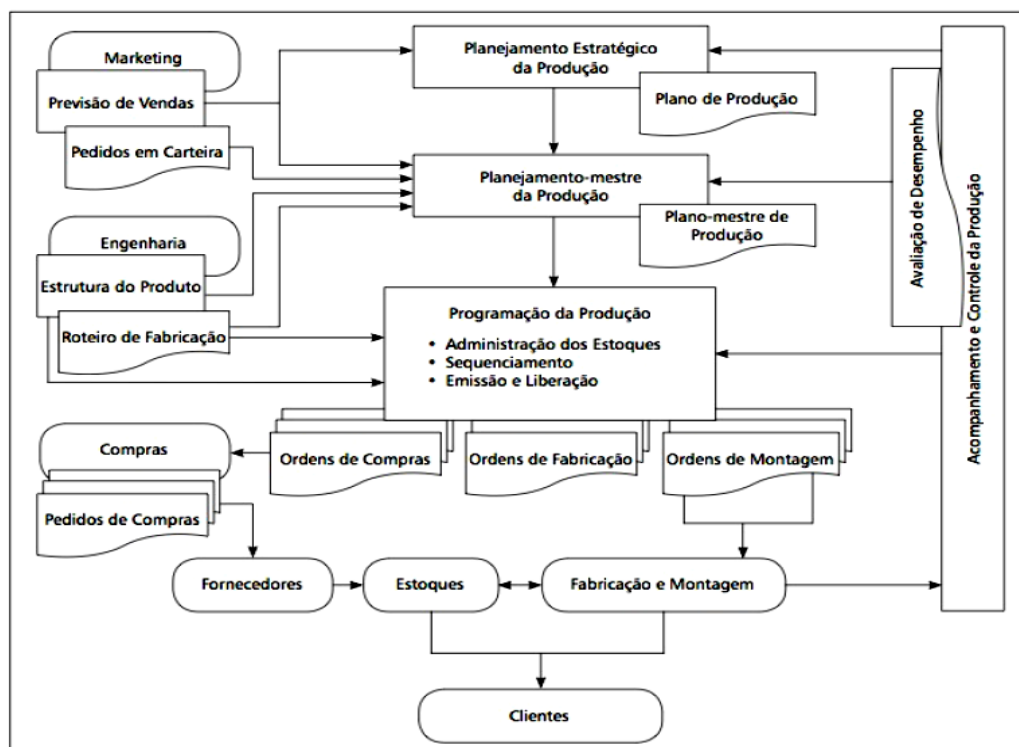
2.2 Planejamento e Controle da Produção (PCP)

No que concerne ao planejamento e controle da produção, esse processo visa: i) prever e disponibilizar os materiais necessários para a manufatura; ii) controlar as ordens de fabricação; e iii) orientar a produção através de seu departamento. O PCP envolve o planejamento e a organização de todos os processos de fabricação da produção, sendo de extrema importância para a obtenção de melhores resultados a nível de aumento da produtividade (RUSSOMANO, 2000). Essa técnica auxilia os departamentos de vendas e produção no planejamento e na coordenação de suas ações, com a finalidade de que sejam cumpridos e atingidos todos os resultados previamente estabelecidos em termos de quantidade, qualidade, prazo e lugar.

De acordo com Tubino (1997), o PCP, para cumprir seu papel de suporte ao atingimento das metas estratégicas da organização, deve ser capaz de apoiar na tomada de decisões logísticas como: i) planejar as necessidades futuras de capacidade produtiva da organização; ii) planejar os materiais comprados; iii) planejar os níveis adequados de estoques de matérias-primas, semi-acabados e produtos acabados, nos pontos certos; iv) programar atividades de produção; v) ser capaz de prometer os menores prazos de entrega ao cliente; vi) ser capaz de agir eficazmente; e vii) saber e informar a respeito da situação em que se encontra o processo produtivo.

Cabe ressaltar que o PCP desempenha uma função de coordenação e apoio do sistema produtivo. Em vista disso, administra informações vindas de diversas áreas do sistema, tais como engenharia do produto, engenharia do processo, marketing, manutenção, compras/suprimentos, recursos humanos e finanças (TUBINO, 2009). As atividades do PCP dividem-se em três níveis hierárquicos de planejamento e controle: i) Nível Estratégico (o PCP contribui na elaboração do Planejamento Estratégico da Produção, gerando um Plano de Produção); ii) Nível Tático (o PCP desenvolve o Planejamento-Mestre da Produção, obtendo, em seguida, o Plano-Mestre de Produção - PMP); e iii) Nível Operacional (o PCP prepara a Programação da Produção, administrando estoques, sequenciando, emitindo e liberando ordens de compra, montagem e fabricação e também executa o Acompanhamento e Controle da Produção, gerando um relatório de avaliação de desempenho) (TUBINO, 2009). A Figura 1 resume de forma concisa esta inter-relação entre o PCP e as demais áreas do sistema produtivo.

Figura 1: Fluxo de informações e PCP



Fonte: (TUBINO, 2009)

Desse modo, a perda do poder de competitividade das empresas brasileiras, segundo os autores Corrêa e Giansi (1996), em grande parte, está relacionada à obsolescência das práticas gerenciais e tecnológicas aplicadas aos seus sistemas produtivos. Assim, entende-se a importância do PCP, em que o planejamento consiste em entender como a consideração conjunta da situação presente e da visão do futuro influencia nas decisões tomadas no presente para que se atinjam determinados objetivos no futuro. Desse modo, para que se tenha um bom processo de planejamento, deve-se ter uma visão adequada do futuro, de acordo com a eficácia dos estudos relacionados às simulações dos processos de fabricação.

Para que, em casos de imprevistos, as decisões possam ser tomadas de maneiras rápidas e corretas, é de fundamental importância que se tenha um bom processo de planejamento em funcionamento, o qual possa informar com a máxima clareza os objetivos que se pretendam atingir. No Quadro 1 são descritas as fases referentes ao planejamento e controle da produção.

Quadro 1: Fases do Planejamento e Controle da Produção

I) Determinar os tipos dos produtos e as quantidades que deverão ser fabricadas, através de informações oriundas dos pedidos dos clientes e nas previsões de vendas futuras.
II) Realizar as listas dos processos para fabricação do produto, indicando assim o roteiro a ser seguido para sua execução.
III) Determinar o início da fabricação, o prazo para término e o lead time da produção, indicando os tempos para duração dos processos.
IV) Gerar a liberação das etapas e processos de fabricação, antes do momento em que deverão ser iniciados, de acordo com os prazos determinados.
V) Acompanhar e controlar o andamento dos processos de fabricação da produção.

Fonte: (Adaptado de Graça, 2003)

As definições anteriormente citadas possibilitam transmitir os objetivos a serem alcançados através da utilização de um sistema de planejamento e controle da produção de uma empresa. No caso específico deste estudo, esses conceitos devem ser direcionados para a empresa que engloba as seguintes linhas de produtos: agrícola, automotivo, rodoviário e da construção civil.

2.2.1 Controle da Produção

É de suma importância essa fase do PCP, pois é responsável pela fiscalização de todo o processo produtivo. Pois, além de acompanhar a produção, o sistema de controle também está encarregado de coletar dados (índices de defeitos, horas/máquina, horas/homem, consumo de materiais) para outros setores do sistema produtivo (TUBINO, 2000). Pode-se entender que o controle existe para avaliar, corrigir e registrar dados do sistema produtivo, assim, ele se encarrega de manter a produção dentro do que foi delineado e assegura que os objetivos sejam atingidos (CHIAVENATO, 2008; MARTINS e LAUGENI, 2005).

Entende-se que a função do controle, como parte integrante do sistema de planejamento, é fazer a avaliação das ações que estão sendo desenvolvidas no processo produtivo e compará-las com o planejado. Com o controle, as atividades estabelecidas e reguladas ajudam na tomada de decisões e ações, com o propósito de atingir determinados objetivos. Desse modo, entende-se que controlar denota monitorar as atividades dos funcionários e determina se a organização está na direção das suas metas, fazendo correções se necessário (ZACCARELLI, 1986).

Assim, o controle da produção abrange vários setores da empresa, não apenas a montagem do produto ou o chão de fábrica. Essa fase inicia-se na compra da matéria prima e também, acompanha o produto até a sua eventual colocação no estoque, loja e entrega ao representante ou cliente. Contudo, de acordo com o contexto, o sucesso do sistema produtivo depende do relacionamento entre as funções básicas, que são desempenhadas por diversos setores da empresa. Essas funções devem interagir entre si e também, ter trocas constantes de informações para que o sistema trabalhe corretamente, alcançando assim, o desempenho ideal.

2.3 Indicadores de Desempenho

Os indicadores de desempenho são fundamentais para os responsáveis da gerência ou da administração da produção, pois denotam informações importantes nas tomas de decisões que influenciam no nível de competitividade da empresa (SANTOS, 2008). Segundo o autor Kyian (2001), a ação de medição agrega um

conjunto de atividades que tem por objetivo quantificar as variáveis de processo para análise e plano de ação para melhorias. Dessa maneira, esta ação repassa melhorias para os clientes, os fornecedores e os próprios operadores da produção. Nas organizações são medidos os desempenhos de equipamentos, processos e produtos, permitindo a tomada de decisões futuras.

Os autores Takashina e Flores (2005) corroboram que os indicadores de desempenho são utilizados para controlar e melhorar o desempenho e a qualidade dos produtos e processos da organização. Em função disso, podem ser feitas previsões de eventos futuros possibilitando itens com mais qualidade e menor custo. Assim, segundo os autores Salvador et al. (2014), pode-se verificar, que os indicadores de desempenho devem fornecer informações para diversos fins, como: comunicar as estratégias e valores; identificar problemas e soluções; entender o processo; definir responsabilidade; melhorar o controle e o planejamento; guiar e mudar comportamentos; favorecer o envolvimento das pessoas; tornar o processo mais fácil e delegar responsabilidades.

Neste sentido, fica evidente a importância de sistemas de mensuração para melhoria, em que todas as variáveis de uma organização devem ser monitoradas para o processo de alinhamento estratégico e alcance dos objetivos (CORREA, 2005). Dentro disso, pode-se alcançar o aumento da performance nos processos de manufatura, através da gestão da produção por sistemas integrados de software e hardware que utilizam indicadores de desempenho da produção. Através desses componentes, pode-se realizar o monitoramento dos processos, ou seja, se estão sendo executados conforme o planejado, e ainda, visualizar, redefinir e alinhar processos em tempo real, objetivando o atingimento das metas estabelecidas.

3. Metodologia

A presente pesquisa consiste em um estudo de caso realizado em uma empresa de grande porte¹, do ramo metalúrgico, localizada no Planalto Rio-Grandense. Segundo Miguel (2010), um estudo de caso é um trabalho de caráter empírico que tem o objetivo de investigar um dado fenômeno dentro de um contexto real contemporâneo por meio de uma análise aprofundada do objeto de investigação. Ainda conforme o autor, esse tipo de abordagem possibilita que o pesquisador tenha amplo e detalhado conhecimento sobre o fenômeno, possibilitando, inclusive, geração de teoria.

Desse modo, o estudo de caso foi conduzido aplicando-se um questionário à pessoa chave da empresa, analista do processo de produção, de forma que se considerou, para fins do estudo, que tal procedimento permitiria uma melhor apreensão acerca do PCP da empresa.

O questionário, de acordo Gil (2008), consiste em um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter determinadas informações sobre aquilo que está sendo investigado. O autor alude que, na maioria das vezes, os questionários são propostos por escrito aos respondentes, sendo designados, dessa forma, como questionários auto aplicados.

O questionário elaborado foi aplicado via plataforma Google Drive, que baseia-se no conceito de computação em nuvem, pois, através desse recurso, pode-se armazenar arquivos e formular questionários utilizando a internet como meio de relação para aplicação nas empresas. Desse modo, necessita-se apenas do endereço (e-mail) da pessoa responsável pelo setor de PCP da empresa selecionada para submeter o questionário. Assim, esse recurso eletrônico torna-se acessível aos respondentes e há maior rapidez em obter a resposta. O questionário, composto por 16 perguntas que se distribuíram entre abertas e fechadas, foi estruturado tendo em vista responder os objetivos da presente pesquisa. Gil (2008) enfatiza que construir um questionário consiste, basicamente, em traduzir os objetivos da pesquisa em questões específicas.

4. Análise e Discussão dos Resultados

Diante da proposta de pesquisa, as análises foram feitas a partir de diagnósticos realizados na empresa que é caracterizada por ser de grande porte, com aproximadamente 1700 funcionários. Sua linha de produtos engloba os seguintes setores: agrícola, automotivo, rodoviário e da construção civil. Suas atividades são direcionadas principalmente para o mercado interno, porém, comercializa seus produtos, também, no mercado externo, com clientes em diferentes países.

Todas as ações realizadas por uma organização tem uma sequência estruturada e predefinida, de modo que através de diversos processos, os insumos sofrem transformações, agregando valor ao produto acabado. Com a competitividade, as organizações procuram se adequar conforme o mercado, utilizando-se de tecnologias, inovando em seus produtos e serviços, tendo ainda um cuidado relevante no gerenciamento da produção. Diante disso, as empresas estão se preocupando com relação ao planejamento e controle da produção, buscando aperfeiçoar e integrar os processos que existem dentro da empresa.

A análise realizada no processo de PCP da empresa deu-se mediante um questionário respondido por um gestor da área de produção da fábrica. De acordo com o diagnóstico, a empresa apresenta uma área de PCP estruturada e há uma hierarquização do planejamento. Segundo o respondente, o planejamento e controle da produção é utilizado como um meio que contribui para o processo na tomada de decisões. Nesse contexto, Slack (2009) corrobora que o PCP disponibiliza os materiais e as informações necessárias para atendimento aos clientes internos e externos, garantindo que a manufatura produza o necessário.

Quando questionado se a empresa utilizava algum tipo de indicador de desempenho, teve-se como resposta o Sistema CODI de Gestão da Produção. Através desse indicador de eficiência produtiva, são fornecidas informações, relatórios, gráficos e outros índices que permitem identificar e eliminar as perdas no processo produtivo. Observa-se que a empresa teve um aumento médio de 10% na eficiência global dos equipamentos nos três primeiros meses de utilização desse sistema integrado de software e hardware, segundo o gestor.

Conforme afirmação do respondente verifica-se que na empresa são realizadas reuniões para difusão das informações referentes ao PCP, visto que ajudam os colaboradores em problemas que envolvem as execuções de serviços. A gerência considera na programação os tempos de fabricação dos produtos nas diferentes operações. Com isso, segundo Russomano (2000), pode-se determinar qual é o melhor método de produção das peças, dos subconjuntos e da montagem dos vários produtos acabados que a fábrica produz, além de determinar o tempo-padrão de preparação e de operação das máquinas.

A ordem de produção é um documento de solicitação de produção de um determinado produto em um determinado setor, contendo as especificações e instruções de produção, em que o profissional que receber tal ordem sabe exatamente o que deve ser feito. Nesse sentido, afirma-se que na empresa as ordens de produção são formalizadas e transmitidas para a produção. Diante disso, o controle possui a finalidade de fiscalizar todos os processos e cruzar os dados e informações referentes à produção, verificando se as atividades planejadas estão sendo executadas de maneira satisfatória e, em casos de necessidade, deve-se fazer os ajustes requeridos (SLACK et al., 2009).

Quando questionado sobre o controle do “programado x realizado”, obteve-se como resposta que na empresa existe controle da produção, solucionando suas deficiências em relação a prazos, retrabalho e desperdícios. Há também um indicador de atrasos nas entregas dos pedidos.

Com relação ao grau de prioridade do PCP, verifica-se que é considerado como médio, deixando a desejar o alto nível. Como trata-se de uma empresa de grande porte, quanto maior a prioridade do PCP melhores resultados finais são alcançados.

Identifica-se que o foco do PCP encontra-se tanto no planejamento como na programação da produção. Isso é relevante, pois o planejamento só é eficiente se a programação corroborar na busca da maximização dos resultados das operações e na minimização dos riscos nas tomadas de decisões sobre o que produzir e quanto tempo será necessário para produzir, uma vez que o impacto nas decisões certas ou erradas é de longo prazo e afeta a empresa no sentido de garantir o atendimento ao cliente (COSTA, 2010). Por fim, constata-se que a produção da empresa caracteriza-se como intermitente e é realizada sob encomenda (*make-to-order*), justificando assim, sua flexibilidade na linha de produtos.

5. Considerações Finais

Diante do que foi proposto, pôde-se verificar que o objetivo da pesquisa foi alcançado. Analisando-se o PCP da metalúrgica, o que surpreendeu foi o médio grau de prioridade dado ao planejamento e controle da produção. Como a empresa caracteriza-se como de grande porte, questiona-se o porquê desse nível de prioridade não ser o mais elevado, compreendendo que em uma organização são proporcionados pelo PCP a confiabilidade e a qualidade do produto, em outras palavras, compreendido como vantagens competitivas.

A pesquisa expôs a relevância de uma estrutura formalizada de PCP, de modo que, com essa formalização, é possível ter um desenvolvimento organizacional maior, servindo ainda como meio eficaz para projetar estratégias de médio e longo prazo para a empresa. Com isso, é de suma importância enfatizar o Sistema de Gestão da Produção adotado pela empresa. Através do indicador de eficiência produtiva (CODI) há um parâmetro no desenvolvimento de suas atividades, acarretando assim em uma precisão mais eficiente nas informações, relatórios, gráficos e outros índices que permitem identificar e eliminar as perdas no processo produtivo, tornando-se assim, um diferencial no mercado atual.

Por fim, conclui-se que a principal contribuição acadêmica desse artigo consiste na ampliação da discussão sobre o sistema de planejamento e controle da produção. Nesse estudo, encontram-se os princípios teóricos apresentados por diferentes autores, que destacam as atribuições desse sistema. São demonstradas algumas das

etapas e fatores relevantes no que tange ao PCP da produção de uma fábrica que têm uma linha flexível de produtos. Desse modo, pôde-se verificar que a empresa possui um planejamento e um controle de suas atividades, para melhorar o funcionamento e desempenho da produção, atendendo a demanda dos clientes, fazendo com que a produção funcione de maneira eficiente.

Referências

- CHIAVENATO, I. 2008. Planejamento e controle da produção. 2. ed. São Paulo: Manole.
- CORREA, A. C. 2005. O Balanced Scorecard como um sistema complexo adaptativo: uma abordagem quântica e estratégica. Tese – Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. 2005. Administração da produção e de operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. Edição compacta. São Paulo: Atlas.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. 1996. Just in Time, MRPII e OPT: Um enfoque estratégico. 2. ed. São Paulo:Atlas.
- CORRÊA, L. H., GIANESI, I., CAON, M. 2007. Planejamento, Programação e Controle da Produção. MRP II/ ERP. Conceitos, Uso e Implantação. 5 ed. São Paulo: Atlas.
- COSTA, E. F. 2010. Diretrizes para elaboração de um manual para planejamento e controle da produção de empresas de pequeno e médio porte. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.
- DIAS, S. L. V. 2004. Proposta de uma sistemática de planejamento e controle da produção do chão de fábrica no curtíssimo prazo a partir do índice de eficiência Global, o IEG. Anais do XXIV Encontro Nacional de Engenharia da Produção. ABEPRO. Florianópolis.
- GIL, A. C. 2008. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas S. A.
- GRAÇA, M. 2003. Sistemas de PCP de alta performance: O estudo de uma montadora automobilística “world class” instalada em Minas Gerais. Monografia de Conclusão de Curso de Engenharia de Produção. UFOP. Ouro Preto.
- KIYAN, F. M. 2001. Proposta para desenvolvimento de indicadores de desempenho como suporte estratégico. Dissertação de conclusão de curso de Mestrado de Engenharia de Produção: São Carlos – Escola de Engenharia de São Carlos.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. 2005. Administração da Produção. São Paulo: Saraiva.
- MARTINS, P. G; LOUGENI, F. P. 2002. Administração de produção. São Paulo: Saraiva.
- MIGUEL, P. A. C. 2010. Adoção do estudo de caso na engenharia de produção. In: MIGUEL, MIGUEL, P. A. C. (Org.). Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. Rio de Janeiro: Elsevier, cap. 6, p. 129-142.
- MOREIRA, E.; JÚNIOR, A. C. P.; PACÍFICO, O.; JÚNIOR, A. P. S. 2014. Contribuições do planejamento e controle da produção para a competitividade empresarial: um estudo em uma empresa do setor moveleiro. Revista Espacios, Venezuela, v. 35, n. 9, p. 5. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a14v35n09/14350905.html>>. Acesso em: 11 abr. 2016.
- MOREIRA, D. A. 2000. Administração da produção e operações. 5. ed. São Paulo: Pioneira.
- RIBEIRO, C. F.; NOVA, J. V. 2010. A importância da gestão da produção e gerenciamento de custos em uma indústria alimentícia. In: XVII Simpósio de Engenharia de Produção, 2010, Bauru - SP. Gestão de Projetos e Engenharia de Produção.
- RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. 2004. Administração da produção e operações. 2º e. São Paulo: Pearson Education do Brasil.
- RUSSOMANO, V. H. 2000. PCP: Planejamento e Controle da Produção. 6ª Edição. São Paulo: Pioneira.
- SALVADOR, M. F.; GUIMARÃES, J. C. F.; SEVERO, E. A. 2014. Programação e sequenciamento de produção: o caso de uma montadora de implementos rodoviários. Revista de Gestão do Unilasalle, Canoas, v. 3, n. 2.
- SANTOS, J. G. 2013. Planejamento e Controle da Produção de Havaianas: um estudo de caso na Alpargatas de

Campina Grande/PB. Revista Gestão Industrial, v. 09, p. 623-640.

SANTOS, R. 2008. Análise do comportamento de um grupo de indicadores de desempenho em uma empresa do setor metal-mecânico. 2008. 85f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Bauru.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. 2009. Administração da produção. São Paulo: Atlas.

TAKASHINA, N. T.; FLORES, M. C. X. 2005. Indicadores da qualidade e do desempenho: como estabelecer metas e medir resultados. Rio de Janeiro: Qualitymark.

TUBINO, D.F. 1997. Manual de Planejamento e Controle da Produção. 1. ed. São Paulo: Atlas.

TUBINO, D. F. 2000. Manual de planejamento e controle da produção. 2.ed. São Paulo: Atlas.

TUBINO, D. F. 2009. Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática. 2 ed. São Paulo: Atlas.

ZACCARELLI, S. B. 1986. Programação e controle da produção. São Paulo : Pioneira.

ANEXO A: Questionário – Planejamento e Controle da Produção

Este instrumento de pesquisa tem como finalidade levantar informações para subsidiar a elaboração de uma pesquisa. O objetivo deste questionário é explicitar, preliminarmente, a visão dos profissionais da indústria a respeito do seu PCP. Busca-se, através dele, avaliar alguns quesitos concernentes á área de Gerência de Produção. Para isso, espera-se uma contribuição mútua entre universidade e indústria, tendo ambas condições de trocar informações que venham a ser produtivas para o desenvolvimento e melhoramento desta importante área do conhecimento. A participação nesta pesquisa é facultativa e seus dados serão mantidos em sigilo. Desde já agradecemos sua atenção e disponibilidade.

Dados Gerais da Empresa

- 1) Número de Funcionários: _____
- 2) Linha de Produtos: _____
- 3) Mercado de Atuação:
() Nacional () Internacional

Planejamento e Controle da Produção – PCP

- 4) A empresa apresenta uma área de PCP estruturada?
() Sim () Não
- 5) Há uma hierarquização do planejamento?
() Sim () Não
- 6) Ela utiliza algum tipo de indicadores de desempenho? Se sim, especifique? () Sim () Não

- 7) São realizadas reuniões para difusão das informações?
() Sim () Não
- 8) A programação leva em consideração os tempos dos produtos nas diferentes operações?
() Sim () Não
- 9) As ordens de produção são formalizadas e transmitidas para a produção?
() Sim () Não
- 10) Há um controle do programado x realizado?
() Sim () Não
- 11) Há um indicador dos atrasos nas entregas dos produtos?
() Sim () Não
- 12) Qual o grau de prioridade atual do PCP?
() Baixo () Médio () Alto

13) O foco do PCP na empresa encontra-se:

Planejamento Programação Ambos

14) A empresa produz predominantemente:

Para estoque Por encomenda

15) O PCP da empresa é utilizado como um meio que contribui para o processo de tomada de decisão?

Sim Não

2TC-A1-Aplicação do Seis Sigma como Ferramenta de Melhoria do Serviço em uma Franquia do Setor Alimentício: Um Estudo de Caso

Wilson Antonio Ferreira Costa
(wilsonantonio3@gmail.com – ESTÁCIO DE BELÉM/IESAM)

Bruna Baia da Cunha
(brunabaiacunha@gmail.com - ESTÁCIO DE BELÉM/IESAM)

Roberta Tainã Campos Soares
(robertat_soares@hotmail.com - ESTÁCIO DE BELÉM/IESAM)

Ingrid Monique Oliveira Teles
(ingridteles.93@gmail.com - ESTÁCIO DE BELÉM/IESAM)

Aurea Milene Teixeira Barbosa dos Santos
(aurea.mile@gmail.com - ESTÁCIO DE BELÉM/IESAM)

Ivete Teixeira da Silva
(sivete@gmail.com – ESTÁCIO DE BELÉM/IESAM)

Resumo

O Presente trabalho teve como objetivo Analisar a gestão relacionada à qualidade de serviços oferecidos em uma empresa de fast food e identificou-se o modelo de gestão da empresa de modo a levantar informações com os clientes internos e externos referente a qualidade dos serviços prestados, verificar se a empresa está atendendo as indicações de qualidade (ISO 9.000) e contribuir com a implementação do programa seis sigma de forma a contribuir com a gestão do atendimento, qualidade e consequentemente na satisfação dos clientes. O trabalho proporcionou uma abordagem teórica e pratica, objetivando a melhoria do serviço e tempo prestado na franquia do ramo alimentício. Com a aplicação do DMAIC nos processos de atendimento, no tempo de espera das mesas, se obteve condição de analisar os pontos elegíveis de melhoria e demonstrar que os tempos nas mesas e a preparação dos lanches, melhorando o tempo de atendimento que podem diminuir de 20 minutos para 6 minutos.

Palavras chave: *Fast Food; Seis Sigma; DMAIC; Serviços.*

1 Introdução

Em face das atuais mudanças no ambiente global, diversas empresas estão se deparando com o aumento da competição, o que tem forçado a busca por vantagens competitivas, eficiência e lucratividade, um meio de diferenciar-se, tanto no mercado nacional como no internacional. Neste contexto o conceito de serviço tem ganhado força em empresas como bancos, agências de viagem, chegando até as empresas de fast food.

A entrega de serviços com alta qualidade ao consumidor tem sido um fator chave no desempenho da empresa, logo entender tal conceito é de fundamental importância para a compreensão da natureza das atividades que envolvem prestação de serviço. De acordo com a NBR ISO 9000/2000 (ABNT, 2000), serviços são resultados de pelo menos uma atividade desempenhada, necessariamente, pela interface entre o fornecedor e o um cliente é, geralmente, intangível. A prestação do serviço pode envolver, entre outros fatores, uma atividade realizada em um produto tangível fornecido pelo cliente; uma atividade realizada em um produto intangível fornecido pelo cliente; a entrega de um produto intangível; e a criação de um ambiente agradável para o cliente.

Diante deste cenário para potencializar a competitividade da empresa, a adoção de práticas de gestão voltada para a qualidade torna-se um fator preponderante para o bom desempenho destas empresas no mercado nacional. Assim como o método Seis Sigma que é um conjunto de práticas desenvolvidas para maximizar o desempenho do processo ou serviço.

O método Seis Sigma é focado nas necessidades do cliente de forma estruturado, sistemático, proativo e quantitativo, visando à melhoria contínua dos processos para assegurar melhoria da qualidade, redução de custo, entrega rápida e orientada à redução de desperdícios nos processos de negócio, utilizando ferramentas e técnicas estatísticas (MAHANTI E ANTONY, 2005).

O Seis Sigma entende como "defeito" qualquer coisa que signifique o não atendimento a uma necessidade do cliente. Para Peter Pande (2001, p.13) o Seis Sigma é um método abrangente e flexível para alcançar, sustentar e maximizar o sucesso empresarial da organização

Em consideração a necessidade de informações referente à qualidade e a gestão de atendimento da empresa, este trabalho teve como objetivo diagnosticar e implementar tal método em uma empresa do ramo de fast-food. Aplicando diversas ferramentas como: Gráfico de Pareto, diagrama de causa e efeito, lista de verificação e fluxograma.

2 Referencial Teórico

2.1 O *fast food*

Segundo Schlosser (2001) deu início com um conjunto de barracas modestas de cachorro-quente e hambúrguer no sul da Califórnia disseminou-se por varias partes do mundo para comercializar uma variedade de comidas onde haja cliente.

No momento atual os *fast food* não são apenas a venda de "lanches". Porém, existem restaurantes que vendem comidas num tempo muito curto, em alguns casos o próprio cliente monta o seu prato. No caso de lanches rápidos, as lanchonetes oferecem também a opção de drive through, na qual os clientes não necessitam nem mesmo sair de dentro de seus carros para fazer seu pedido e recebê-lo.

Segundo Wiley (2001, p. 40) "o desafio para o administrador do *fast food* é manter a equipe e o produto prontos para atender ao maior número de pessoas no menor tempo possível". Concorde-se plenamente com o autor, pois quando as pessoas vão a um restaurante de *fast food* elas esperam muita agilidade e rapidez e contam inclusive com alimentos ao qual adoram.

No Brasil destaca-se a atuação de grandes empresas multinacionais do setor, como McDonald's, Subway, Pizza Hut, entre outras. Essas empresas têm aumentado o seu domínio e atualmente possuem milhares de pontos de venda. No entanto, o mercado ainda se encontra fragmentado pelo fato de muitas empresas se instalarem regionalmente e não conseguirem se estabelecer nacionalmente.

O principal fator que leva o mercado *fast food* a crescer no Brasil e no mundo, é o perfil do consumidor contemporâneo. A necessidade da alimentação rápida diante da corrida do cotidiano e a qualidade dos serviços prestados são os fatores que encantam o consumidor. De acordo com a Associação Brasileira de Franchising (2009), o número de restaurantes do setor cresce todo ano cerca de 12% e movimenta mais de 4 bilhões de reais.

A demasiada concorrência no setor de *fast food* e a busca do consumidor por locais diferenciados e com alta qualidade fazem com que o empreendedor passe a ter técnicas e ferramentas visando transformar seu estabelecimento em um local atrativo. Porém, nem sempre os dirigentes de um estabelecimento estão aptos a responderem às bruscas e turbulentas mudanças nos negócios.

2.2 Serviços

Para Troster (1999), os serviços são aquelas atividades que, sem criar objetos materiais, se destinam direta ou indiretamente a satisfazer necessidades humanas. Já para Conforme Zeithaml e Bitner (2000), serviços são atos, processos e performances, como também todas as atividades econômicas cujo produto não é físico ou construído. O serviço é consumido na hora em que é produzido e provê valor agregado que é essencialmente intangível e dedicado, primordialmente, a quem compra.

Ainda nessa linha de raciocínio, Kotler e Armstrong (1998) definem serviços como um ato ou desempenho essencialmente intangível que uma parte pode oferecer a outra e que não resulte na posse de nenhum bem. Sua

execução pode ou não estar ligada a um produto físico.

Zeithaml e Bitner (2000) afirmam que o principal objetivo dos fornecedores de serviços é idêntico aos de outros setores, ou seja, desenvolver e proporcionar ofertas que satisfaçam as necessidades dos consumidores e suas expectativas, garantindo, assim, sua própria sobrevivência econômica.

Grönroos (1995) descreve onze conceitos de serviços com base em proposições de diversos autores e propõe sua própria definição para o que vem a ser serviço. Segundo este autor, serviço é uma atividade ou série de atividades de natureza mais ou menos intangível que é fornecida como solução aos problemas dos clientes.

2.2.1 Características de um serviço

Além de discutir as definições de serviços, é de grande relevância concentrar-se nas suas características. De acordo com Kotler (1998), existem quatro características importantes:

- **Intangibilidade** - diferentemente dos produtos, os serviços são intangíveis, pois não podem ser vistos, provados, sentidos, ouvidos ou cheirados antes de serem comprados;
- **Inseparabilidade** - como os serviços são produzidos e consumidos simultaneamente, são inseparáveis;
- **Variabilidade** - os serviços são altamente variáveis, pois dependem de quem os executa e de onde são prestados;
- **Percibilidade** - esta característica diz respeito à impossibilidade dos serviços serem estocados.

2.3 Qualidade de um serviço

No que se refere à qualidade do serviço, Kotler e Armstrong (1998) deixam claro que esta é uma das principais formas de uma empresa se diferenciar no mercado. A qualidade em serviços, conforme mencionado por Gummesson (1998), surge como uma das contribuições à evolução do paradigma do marketing tradicional. Isso pode ser mais bem compreendido se a qualidade for considerada uma resposta subjetiva do consumidor sobre o desempenho do prestador de serviços. Sendo assim, trata-se de um julgamento pessoal, conceito altamente relativo, formado por cada cliente, conseqüentemente, mais difícil de ser mensurado (Parasuraman et al., 1988).

De acordo com Parasuraman et al. (1988), na ausência de medidas objetivas, uma abordagem apropriada para mensurar a qualidade dos serviços oferecidos pela empresa é medir a diferença entre expectativas e a percepção dos consumidores acerca do desempenho da empresa, ou seja, a qualidade percebida. Zeithaml e Bitner (2000) defendem que a qualidade percebida é o julgamento do consumidor sobre a excelência global do serviço. Ela difere da qualidade objetiva, pois é uma forma de atitude relacionada, mas não equivalente à satisfação e resulta da comparação entre as expectativas do consumidor e a performance da empresa.

Para Holbrook e Corfman (1985), a qualidade mecanicista ou objetiva envolve características ou aspectos objetivos de algum fato ou evento e é baseada na manufatura e na administração da qualidade da produção. Já a qualidade humanística, categoria em que se enquadra a qualidade percebida, envolve a resposta subjetiva das pessoas aos objetos, conceito altamente relativo, sendo definida como um julgamento.

Conforme Parasuraman et al. (1988), muitos pesquisadores consideram a qualidade em serviços como uma avaliação global, similar à atitude. Segundo eles, a semelhança parte do fato das atitudes tratarem de um conceito global vinculado às predisposições individuais. Solomon (1998), em concordância com esse ponto de vista, define atitude por predisposição em avaliar um objeto ou produto positiva ou negativamente.

Lovelock e Wright (2001) afirmam que antes de comprarem um serviço, os clientes possuem uma determinada expectativa, baseada nas suas necessidades individuais, experiências passadas, recomendações de terceiros e propaganda de um fornecedor de serviços. Após comprarem e consumirem o serviço, os clientes comparam a qualidade esperada com aquilo que realmente receberam.

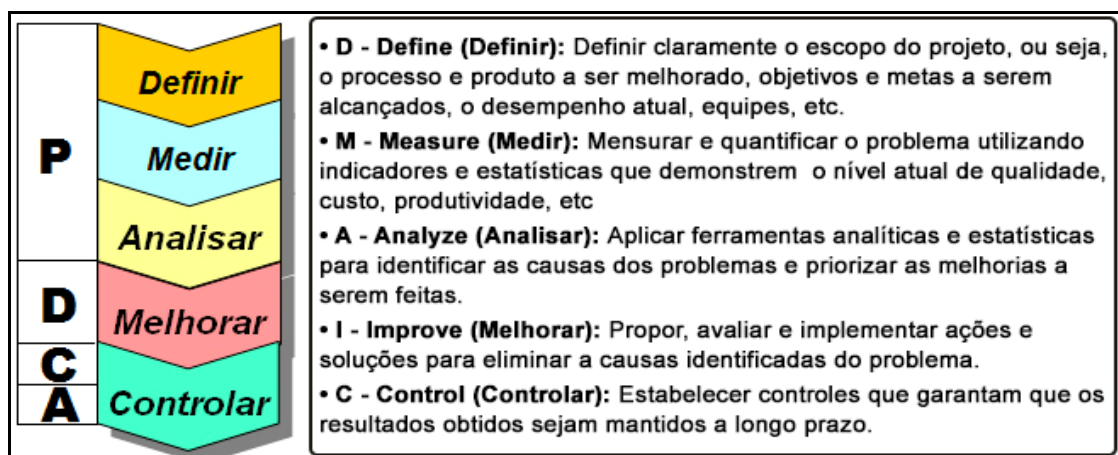
2.4 Seis Sigma

Segundo ASSUIT (2007), deu-se início com um engenheiro da Motorola que começou a estudar o conceito de "Deming" sobre a variação de processos, onde deu início a influenciar sua própria empresa por meio de estudar a variação como forma de melhorar o desempenho. Variações que, medidas estatisticamente, interpretam o desvio-padrão da média, e são representados pela letra grega sigma (σ).

O objetivo fundamental da metodologia seis sigma é reduzir continuamente a variação nos processos, e desta maneira eliminar os defeitos ou falhas nos produtos e serviços (LINDERMAN et al., 2003). A melhoria com base na metodologia seis sigma tem como objetivo agregar valores ao processo ou produto para o atendimento, satisfação do cliente e a redução dos custos do processo. O processo rigor e a disciplina da metodologia são concretizados por meio de projetos seis sigma que utilizam ferramentas, técnicas e análise estatísticas para medir o desempenho organizacional.

Segundo Rath, Strong apud Scatolin (2005), o desenvolvimento de projeto Seis Sigma utiliza como ferramenta o DMAIC (Definir - define, Medir - measure, Analisar - analyse, Melhorar - Improve e Controlar - control) similar ao método de TQM amplamente conhecido como PDCA (Planejar, Fazer, Controlar, Agir). Como apresentado a seguir na imagem 1.

Imagem 1: Resumo das etapas do DMAIC.



Fonte: Adaptado de otimaeg.com (2013).

2.4.1 Calculando Seis Sigma

Para implantação da metodologia, analisa-se uma determinada falha através de dados, realizando-se em seguida o tratamento estatístico. Para isso, aplica-se o cálculo de conversão do sigma, que é o desvio padrão da amostra, representado pela letra grega "sigma". O valor padrão resultou em seis desvios, cada valor de desvio padrão corresponderia um número de sigmas. A imagem 2 mostra valor de conversão de sigma.

Imagem 2: Tabela simplificada de Conversão em sigma.

Tabela simplificada da conversão em sigma		
Se seu rendimento é...	Seu DPMO é...	Seu sigma é...
30,9 %	690.000	1,0
69,2 %	308.000	2,0
93,3 %	66.800	3,0
99,4 %	6.210	4,0
99,98 %	320	5,0
99,9997 %	3,4	6,0

Fonte: Adaptado de Pande et al. (2001, p.31).

"O programa Seis Sigma pode ser definido como um método de análise estatística empregado por engenheiros e técnicos, que garante a melhoria de produtos e processos." (PANDE et al., 2001). A análise estatística dos defeitos/falhas é o principal dado de "trabalho" do programa. É através deste que os gestores vão determinar os setores de defeitos/falhas. Sendo defeitos relacionados a produtos e falhas a processos/serviços.

3 Procedimentos Metodológicos

O local de estudo é uma franquia de *fast food* localizada no bairro de Nazaré em Belém, Pará. A empresa já está no ramo a mais de 20 anos. Atualmente encontra-se com 4 unidades trabalhando na área de serviços, na

produção de lanches e pratos. Foram verificados trabalhos acadêmicos nacionais e internacionais sobre o assunto e as dimensões da qualidade utilizadas por uma das maiores redes *fast food* do Brasil na mensuração da qualidade em serviços de suas lojas.

A metodologia adotada no presente trabalho foi o estudo de caso, abordando aspectos quantitativos e qualitativos da comercialização e do atendimento na empresa de *fast-food*. A análise teve base na aplicação de ferramenta que auxiliarão a implementação do seis sigma.

Os dados primários, que foram obtidos com visitas a empresa, entrevista com os clientes e funcionários, onde foram realizadas aproximadamente 50 entrevistas com gerente, garçons e clientes do estabelecimento. Foi feito o levantamento de indicadores de qualidade (ISO 9000), e de empresas concorrentes que se destacam, os problemas identificados foram analisados e foi feito a correlação entre eles além da aplicação do seis sigmas.

4 Resultados

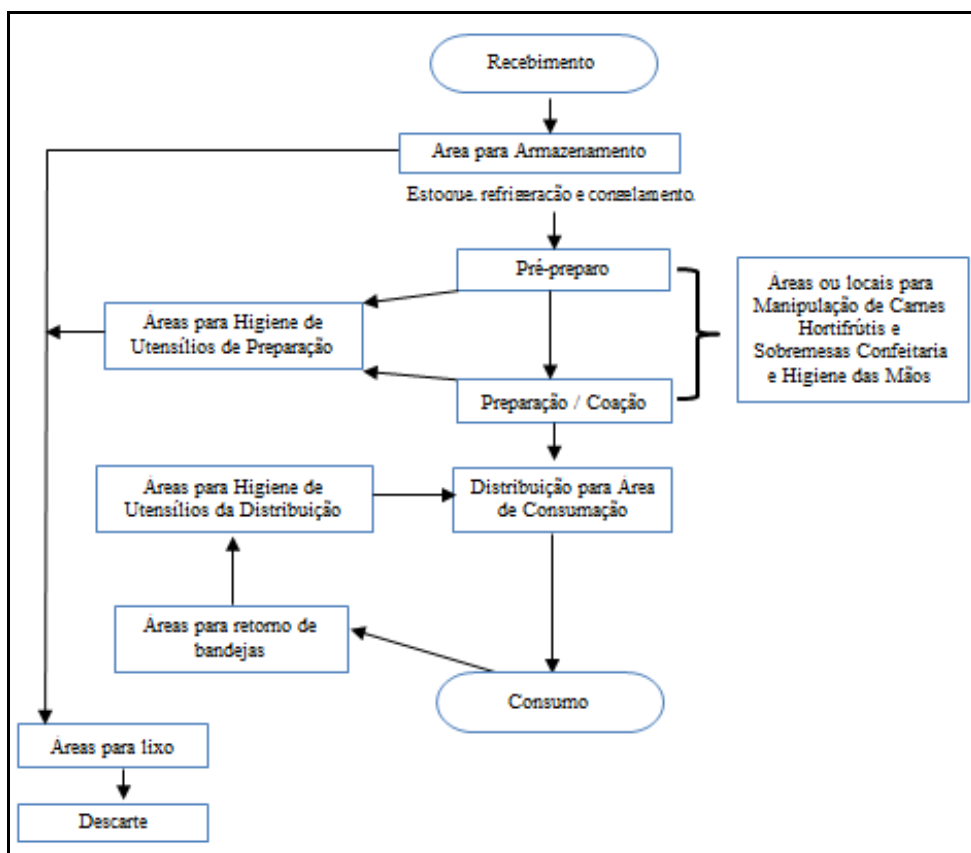
Como o projeto utiliza a metodologia Seis Sigma, o mesmo foi dividido em etapas de trabalho por meio da metodologia DMAIC.

4.1 Definir:

A empresa de *fast food* possui garçons e seus clientes têm a opção de serem atendidos na mesa ou fazer o pedido diretamente no balcão. Esse diferencial com relação à concorrência, que não possui garçons, faz com que a empresa avalie constantemente o tempo de atendimento que será o estudo desse artigo.

Para a realização deste estudo, é necessário primeiramente definir a situação atual e saber quais são os desejos e anseios, traçar metas e definir ações para alcançar o objetivo. Deste modo, através de uma folha de verificação foi realizada uma coleta de dados para medir em qual Sigma o atendimento da empresa se encontrava antes das melhorias. Como mostra no fluxograma (imagem 3), definimos o processo que será melhorado, da entrada na matéria- prima até o produto final para consumação.

Imagem 3: Fluxograma do Processo.



Fonte: Os autores (2015).

4.1.1. Medição

Através da pesquisa descritiva definiu-se que o tempo padrão de entrega de lanches nas mesas é de aproximadamente 15 minutos com uma variação de 3 minutos para mais ou menos.

Tabela 01: Número de Sigma da empresa

Tempo de Atendimento nas mesas	
Tempo Médio	25,36
Tempo Perfeito	15
Tolerância	3
Margem Superior	18
Margem Inferior	12
Pontos Fora	43
Pontos Dentro	7
%Pontos Fora	86%
% Pontos Dentro	14%
Classificação Sigma	2,0

Fonte: Os autores (2015).

$$DPMO = (DTC/OT) \times 10^6 \quad (1)$$

Onde:

DTC (Pontos fora): Defeitos Totais Contados;

OT (Pontos dentro): Oportunidades totais.

De acordo com o cálculo de conversão do sigma do processo, podemos observar através da Tabela 1 que a empresa possui 2,0 Sigma, isto significa que a empresa comete aproximadamente 308.000 DPMO (Defeitos Por milhão de oportunidades), quando sua expectativa era de uma média de 15 minutos.

Imagem 4: Questionário de satisfação dos clientes.

Questionário de satisfação do cliente

Como você qualifica o produto consumido?
 Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo.

Como você qualifica o atendimento?
 Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo.

Como você qualifica o tempo de entrega?
 Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo.

Para você, qual é o tempo ideal de atendimento?

Obrigado, sua opinião é muito importante para nós!

Fonte: Os autores (2015).

Da mesma forma, os pesquisadores mediram através de um questionário a satisfação do cliente nos quesitos qualidade do produto, nível de atendimento e tempo de entrega do lanche para depois comprovar e aferir os resultados.

Foram realizados aproximadamente 50 questionários e de acordo com os resultados verificamos que o item Tempo de Entrega do Lanche obteve uma menor qualificação, enquadrando o tempo de entrega no nível entre Ruim e Regular. Com base nesse resultado o item Tempo de Entrega do Lanche precisa ser melhorado, pois obteve a pior classificação em relação aos processos pesquisados.

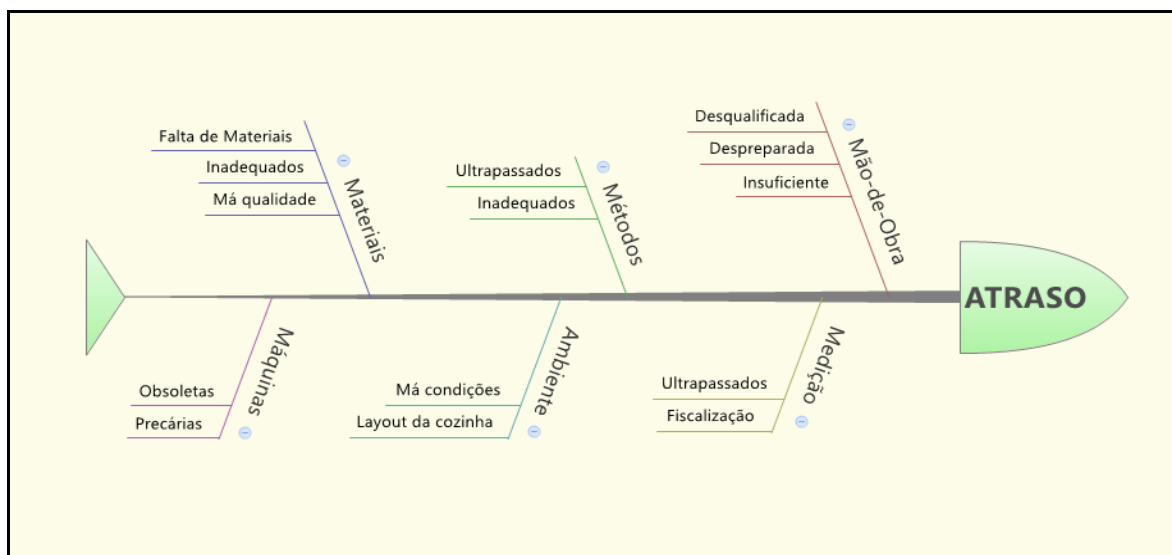
Desta forma, podemos definir que o tempo médio de atendimento esperado pelos clientes é de 15 minutos (90% dos dados coletados), com uma margem de tolerância de ± 3 minutos.

4.2 Analisar

Ao analisar o processo é preciso ter muita cautela, pois nesta etapa é necessário encontrar-se qual é a maior necessidade de mudança, para que sejam aplicadas suas devidas melhorias. Desta forma pode-se analisar todo processo do atendimento, desde o pedido até a sua entrega. Depois de analisar o mapeamento do processo como um todo, é necessário medir os tempos de cada atividade a fim de encontrar os principais fatores críticos de sucesso da empresa.

Para definir quais as principais causas do atraso no atendimento aos clientes foi utilizado o Diagrama de Ishikawa (Causa e Efeito). Através de algumas observações foi constatado que o problema a ser solucionado é o atraso na entrega dos lanches, o que causa grande insatisfação aos clientes, uma vez que a empresa estudada tem característica de fast food.

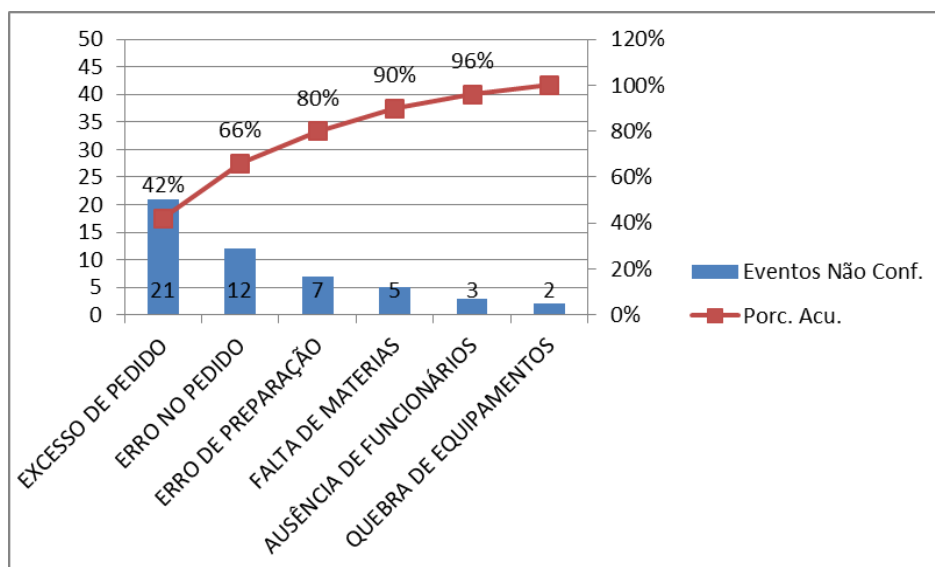
Imagem 5: Fatores que prejudicam o atendimento.



Fonte: Os autores (2015).

Após uma análise com 50 ocorrências onde foram pontuados pontos considerados não conforme e conseqüentemente geram atraso na entrega dos lanches foi possível fazer o seguinte gráfico Pareto:

Imagem 6: Gráfico de Pareto eventos não conforme x Quantidade.



Fonte: Os autores (2015).

Após a análise dos dados do Gráfico de Pareto foi possível verificar que dentre as causas que levam ao atraso da entrega dos pedidos, é necessário uma atenção especial para as seguintes ocorrências: excesso de pedidos, erros no pedido, erro de preparação e falta de materiais, pois esses quatro eventos são responsáveis por cerca de 90% das causas de atraso nas entregas.

4.3 Melhorar

Com objetivo de reduzir o tempo do garçom nas retiradas de pedidos e também acabarem com o excesso de pedidos sobre o mesmo, os pesquisadores sugerem uma informatização com Palmtops, onde o garçom em cada mesa pudesse transmitir o pedido para a cozinha e ao mesmo tempo para o caixa. Essa implantação tem como objetivo diminuir o tempo de locomoção dos funcionários.

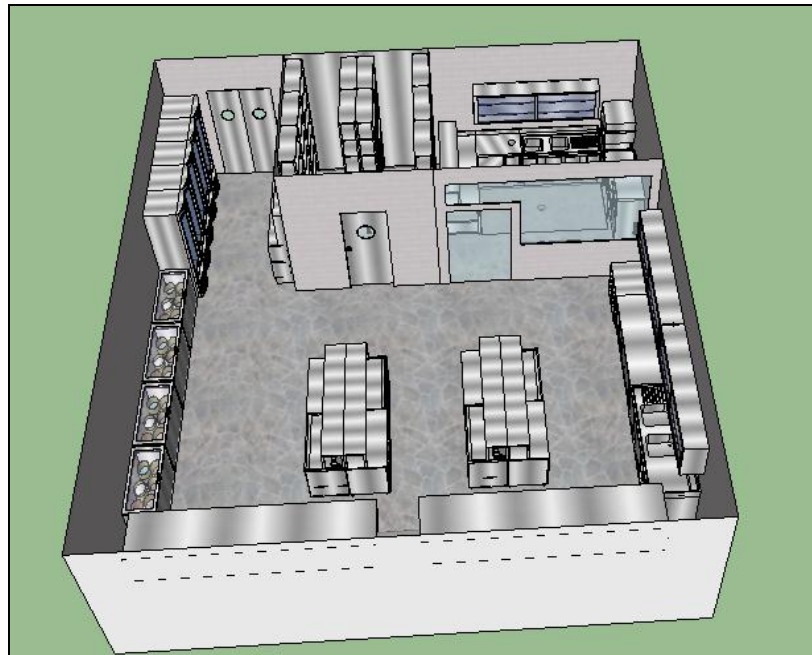
Tabela 2: Antes e depois do tempo de serviço

Serviços	Antes	Depois
Atendimentos nas mesas	10 minutos	5 minutos
Remete pedido para o caixa + tempo de espera	7 minutos	30 segundos (sem tempo de espera)
2º via para a cozinha	3 minutos	30 segundos
Total	20 minutos	6 minutos

Fonte: Os autores (2015).

Outro ponto importante é alterar o layout da cozinha para que os produtos mais utilizados fiquem o mais próximo do cozinheiro economizando alguns minutos essenciais para o objetivo do projeto. Também foi notado que seria importante contratar um ajudante de cozinha para repor os ingredientes para o cozinheiro.

Imagem 7: Layout no sketchup sugerido pelos pesquisadores.



Fonte: Os autores (2015).

4.4 Controlar

É necessário que a empresa não só aplique as melhorias, mas que controle o processo para depois de implantadas elas continuem sendo medidas e melhoradas.

Uma vez realizado DMAIC, deverá ser medido o nível em que o processo de atendimento atingiu. Se seu patamar for satisfatório, significa que o objetivo foi cumprido, caso contrário ou se desejar atingir um nível ainda maior, deverá voltar para a definição e procurar outros pontos começando assim todo o processo.

5 Conclusões

A metodologia abordada nesse artigo - do tipo estudo de caso - se mostrou satisfatória para atender os objetivos propostos, uma vez que informações a respeito da qualidade dos serviços oferecidos na empresa foram devidamente mensurados, além da implementação pormenorizada do método DMAIC que é o mais comumente utilizado nas empresas que aplicam o Seis Sigma (SNEE, 2000).

O artigo demonstrou que a programa pode ser aplicado em diversos ramos de atividade com fins de geração de lucro, seja em fabricação, com diversas aplicações conhecidas pelo mundo todo, seja em prestação de serviços, como foi o caso aqui estudado. A sua eficácia pôde ser comprovada, guiando o desenvolvimento do artigo com ferramentas adequadas, que foram pontos chaves para o desenvolvimento deste projeto, entretanto, um estudo mais conclusivo deve ser realizado para confirmar a generalização do programa.

Com a aplicação do DMAIC nos processos de atendimento, no tempo de espera das mesas, se obteve condição de analisar os pontos elegíveis de melhoria e demonstrar que os tempos nas mesas e a preparação dos lanches, melhorando o tempo de atendimento que podem diminuir de 20 minutos para 6 minutos.

Referências

ABNT. Sistema de Gestão da Qualidade: Diretrizes para melhorias de desempenho. Rio de Janeiro, set. 2000

AGUIAR, L. V. Proposta de um Método de Determinação de Expectativas de Novos Clientes: o método Priex. Dissertação de Mestrado. Engenharia de Produção. Florianópolis, 2001

ALBRECHT, K. Serviços com Qualidade: a vantagem competitiva. São Paulo: Makron Books. 1992.

ANSOFF, I. A nova estratégia empresarial. Editora makron Brooks, 4ªedição. São Paulo, 1990.

- CROSBY, Philip B. *Qualidade é investimento*. Editora José Olympio. Rio de Janeiro, 1992.
- DANTAS, M. M. *Mensuração da qualidade de serviço em empresas de fast food*. Rio de Janeiro, 2006.
- FRANCHISING. Folha de São Paulo, São Paulo: 12/maio/96. Caderno especial.
- FRANCHISING: na Economia Brasileira 1991/1994. São Paulo: Instituto Franchising, 1993.
- FRANCHISING: na Prática. São Paulo: Makron Books, 1994.
- FRANCHISING "Guia de Oportunidades". São Paulo: Instituto Franchising, 1995.
- GUMMESSON, E. Implementation requires a relationship marketing paradigm. *Journal of the academic marketing science*, v. 26, n. 3, p. 242-249. Summer, 1998.
- KOTLER, P. *Administração de Marketing: análise, planejamento, implementação e controle*. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 1998.
- KOTLER, P.; ARMSTRONG, G. *Princípios de marketing*. Rio de Janeiro: Prentice Hall do Brasil, 1998.
- LINDERMAN, K. et al. Six Sigma: a goal-theoretic perspective. *Journal of Operations Management*, v. 3, n. 21, p. 193-203, 2003.
- PARASURAMAN, A.; ZEITHAML, V. A.; BERRY, L. L. A conceptual model of service quality and its implications for future research. *Journal of Marketing*, v. 49, n. 4, p. 41-50, 1985.
- PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. *Estratégia seis sigma: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.
- PALADINI, Edison Pacheco, *Gestão da Qualidade: teoria e prática / Edson Pacheco Paladini*. - São Paulo: Atlas, 2000.
- PUGA, RICARDO C./SOLER, ALONSO M./MAXIMIANO, ANTÔNIO C. A./ WAGNER, JORGE A. *Gerenciamento de projetos Seis Sigma*, artigo apresentado no V Seminário Internacional de Gestão de Projetos/PMI -SP, Brasil Chapter – 2005
- SOLOMON, M. R. *Consumer Behavior: buying, having e being*. New Jersey: Prentice Hall, 1998.
- SCHLOSSER, Eric. *País fast food: o lado nocivo da comida norte americana*. São Paulo: Ática, 2001.
- TROSTER, R. L. *Introdução à economia*. São Paulo: Makron Books, 1999
- THOMAS PYZDEK: *Dossiê: Uma ferramenta em busca do defeito zero: Como funciona o Seis Sigma?*, HSM Management 38 Maio-junho 2003
- ZEITHAML, V.; BITNER, M. J. *Services Marketing: integrating customer across the firm*. New York: McGraw-Hill. Jan. 2000.
- ZEITHAML, V. A. et al. *Delivering Quality Services: balancing customer perceptions and expectations*. New York: The Free Press, 1990.
- WERKEMA, M. C. C. *Criando a Cultura Seis Sigma*. Rio de Janeiro: Qualitymark, v. 1, 2002a.

3TC-A1-Algoritmos de Procesamiento de Imagen para Desarrollo de un Sensor de Biomasa: Evaluación Modelo HSV

Dra. Carolina Díaz (CONICET, Facultad de Ingeniería /UNCUYO)

Dr. Jorge Barón (Facultad de Ingeniería /UNCUYO)

Resumen

*En este trabajo se presenta la descripción de un desarrollo y evaluación inicial de un sensor de biomasa aplicado a la producción de microalgas para la elaboración de biocombustibles, mediante la utilización y aprovechamiento energético. En este sentido, el cultivo de microalgas autóctonas provee un medio biotecnológico ideal para la captura de dióxido de carbono a través del metabolismo fotosintético de las microalgas, en el cual se transforma la energía solar en energía química. Para este trabajo se cultiva *Chlorella sp.* a medida que el cultivo crece y evoluciona se puede observar un cambio de color, debido a los cambios químicos producidos por la captura de luz solar, y su capacidad fotosintética. Se busca cuantificar estos cambios y relacionarlos con las distintas cantidades de biomasa utilizando el modelo de color HSV.*

Palabras clave: Biomasa, Microalgas, Modelo HSV, Producción Biodiesel.

1 Introducción

Dentro de este equipo de trabajo una de la línea de investigación prioritaria que se viene desarrollando es el cultivo de microalgas en condiciones no estériles para cultivos abiertos, donde la variable principal que determina la productividad del proceso es la biomasa (Rodolfi et al, 2009). En el mercado actual existen sensores que permiten medir esta variable, pero en su mayoría están pensados para características de bioreactores cerrados, con todas sus variables externas e internas controladas y dentro de un rango específico, que además son de alto valor económico y en su mayoría no son portables (Havalik et al, 2014). Fundamentado primordialmente en la variación del color que se observa durante el cultivo de *Chlorella sp.* como ya es conocido y se ha investigado previamente (Carvalho et al, 2004) esto se debe principalmente a la variación en la composición química del cultivo, en su mayoría de clorofila, lípidos y nutrientes, a medida que las microalgas van creciendo y evolucionando (López et al, 2006).

En este trabajo presenta un método basado en el procesamiento de imágenes para extraer un valor en relación a la intensidad de los colores presentes en cada muestra para un cultivo de *Chlorella sp.* Esta especie de microalga es conocida para la producción de biodiesel dado su alto coeficiente fotosintético y acumulación de lípidos (Chisti I, 2007). La variación del color ha sido estudiada e investigada previamente (Ching-Huang et al, 2008); (Carvalho et al, 2004) debido a la variación en la composición bioquímica del cultivo (López et al, 2006), esta variación se puede medir utilizando colorimetría (Mohammad et al, 2014); (Kumar et al, 2013); (Murphy et al, 2014).

Con este objetivo global en mente se analizaron las distintas alternativas para el desarrollo inicial del sensor que entregara una medida cualitativa y cuantitativa del cultivo en forma rápida y eficaz, además se busca poder aproximar el estado del mismo, crecimiento, decrecimiento, punto óptimo de la curva, momento de repique o de inicio de cultivo continuo.

Con esta finalidad, en la Sección 2 se presenta una descripción técnica del proceso, Luego, en la Sección 3, son descriptos los principales resultados y conclusiones. Finalmente, la última sección aborda los mercados y campo de aplicación.

2 Descripción Técnica del Proceso

La metodología usada es la extracción de muestras fotográficas para distintas densidades de biomasa en cultivos en su estado líquido, para aislarla de las condiciones lumínicas externas e internas se construye un dispositivo

tipo cámara oscura basado en (Córdoba et al, 2010). Consiste en una caja oscura de dimensiones $35\text{cm} \times 20\text{cm} \times 20\text{cm}$, pintado su interior de color negro para evitar reflejos, se coloca una fuente constante de 12 Volts para alimentar la fuente de luz incandescente de 60Watts con, con un circuito estabilizador de tensión. Se coloca además un filtro para que la luz sea homogénea y difusa. Las muestras se colocan en un vaso de precipitado de marca BT@GC-17, se colocan en envases idénticos todas las muestras para que tengan las mismas características de vidrio, grosor y por lo tanto de imagen reflejada. La cámara utilizada es una cámara digital Cannon Power Shot 610@ de 14,7 Mpixels, está es colocada dentro de la cámara oscura a una distancia focal de 0,28 cm de la muestra (Fig. 1).

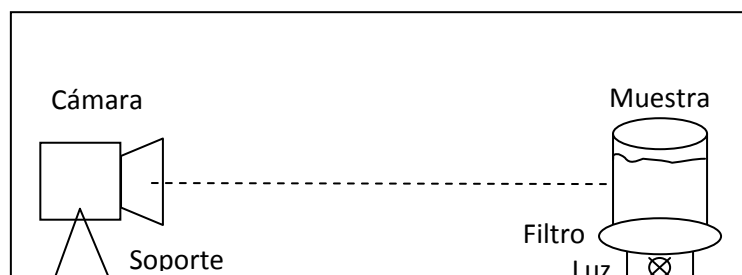


Figura 1: Esquema del dispositivo desarrollado.

Luego de varias pruebas las condiciones seleccionadas para tomar la imagen de cada muestra son las siguientes: Modo P: Programable, ISO = 400, Punto Focal = 2,8 mm, Tiempo de Exposición = 1/50 segundos, AF modo evolutiva continuo, Flash apagado.

Se realizan pruebas con las imágenes teniendo en cuenta los distintos modelos de color. Para este prototipo luego de ensayos se utiliza el y evalúa el modelo HSV, que se basa se en las componentes de los tres colores HUE (Color) SATURATION (Saturación o Brillo) y por último VALUE (Valor cantidad de negro). Estas tres componentes forman la imagen HSV que se representa como un grupo de tres matrices para el software de procesamiento de imagen utilizado MATLAB®, cada matriz representa un plano con las componentes para cada color HUE, SAT y VALUE. En este modelo de color cada pixel de la imagen es representado por una composición el número de valores que puede representar cada pixel está determinado por el número de bits usados para representar cada elemento HSV. En este caso se usan 8 bits por cada valor esto se denomina el tipo de dato unit8.

El diagrama de flujo del algoritmo utilizado es el siguiente: se lee la imagen obtenida para cada muestra, la imagen del tipo RGB es transformada al modelo HSV, luego se representada cada plano HUE, SAT y VALUE por una matriz de $m \times n$ elementos para este caso es el tamaño de la región de interés o ROI se define de 150×75 pixeles. Se separa los tres planos y se trabaja con los tres planos una vez que la imagen ha sido filtrada y homogeneizada. Se le aplican filtros morfológicos y de mediana que entrega como resultado una matriz de valores. Luego procesando esta matriz se obtendrán los valores que se analizan en la siguiente sección.

2.1 Ensayos del Proceso

El proceso consiste en realizar pruebas experimentales con muestras diluidas de un inóculo cultivado de *Chlorrella sp* a lo largo de 12 días, partió con el 20% Inóculo, 10% BBM (Bold Basal Medium), 70% Agua. Se toman 5 muestras diluidas 1/5, 2/5, 3/5, 4/5, 5/5, más una con agua pura para establecer como referencia.

Las imágenes procesadas se muestran en la Figura 2 y los resultados obtenidos para cada muestra se observan en la tabla 1.

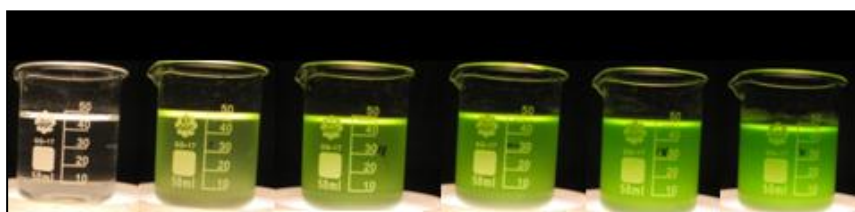


Figura 2: Imágenes tomadas para las diferentes muestras.

	HUE	SAT	VALUE	Bs (mg/L)	Cond.
0	0,0937	0,3581	0,1612	0	CI-100%
I	0,1888	0,7102	0,4686	80	CI-80%
II	0,2102	0,9015	0,4575	156	CI-60%
III	0,2191	0,9763	0,5223	182	CI-40%
IV	0,2324	0,9881	0,6001	230	CI-20%
V	0,2476	0,9886	0,6099	294	CI

Tabla 1: Tabla de resultados

Los valores mostrados de biomasa en la Tabla 1 son obtenidos mediante centrifugado, secado y pesado de las muestras. Graficando los resultados se muestran las siguientes líneas de tendencias en la Figuras 2 para este ensayo:

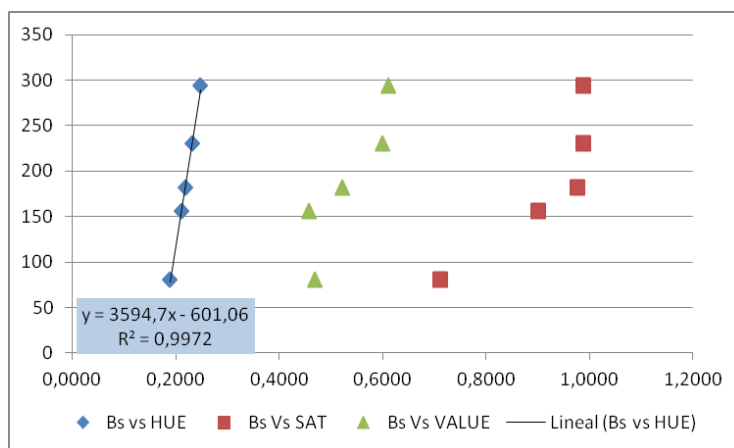


Figura 3: Grafica Biomasa vs HUE, SAT and VALUE.

Los valores de la Figura 3 se puede observar la correlación existente entre las tres variables HUE, SAT y VALUE y la biomasa contenida en cada muestra. Podemos prestar atención que para el valor de HUE cantidad de color y el contenido de biomasa microalgal, el coeficiente de relación línea es aproximadamente uno. Como se puede observar la variable HUE a medida que la concentración de biomasa crece en el cultivo este se acerca al valor 0,25 y la saturación tiende a 1 es equivalente al verde más puro según el modelo HSV.

Se desarrolla otro ensayo cultivando chlorella durante 24 días en condiciones no estériles en frascos de volumen final 4 litros. Se parte de una concentración inicial de 20 % inóculo, 10 % BBM, 70 % agua. Fotoperiodos de iluminación 12 hs. – 12 hs., inyección de CO2 a demanda según variación de pH. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 2.

Día	pH	Conductividad (mS)	HUE	SAT	VALUE	Bs. (mg/L)
0	7,3	1	0,1798	0,5899	0,4868	76
3	6,9	1,5	0,1889	0,6656	0,3866	96
7	6,7	1,7	0,2216	0,9567	0,5265	191
10	6,6	2	0,2381	0,9907	0,6517	330
14	7	1,7	0,2451	0,9914	0,6606	492
17	6,9	2,1	0,2726	0,9635	0,5006	641
24	7,1	2,5	0,2731	0,9637	0,5183	550

Tabla 2: Ensayo curva de crecimiento.

Se grafican los resultados obtenidos y se muestran en la Tabla 2, como se puede observar la relación entre la biomasa contenida en el cultivo y el valor HUE se mantiene directamente proporcional hasta el día diez de cultivo, a partir de ahí el algoritmo utilizará las componentes de los valores SAT y VALUE haciendo un análisis multi-variable basado en el historial de ensayos del grupo para estimar la fase de cultivo. En la Figura 4 se grafica la variación del cultivo a lo largo de los días del ensayo, y en la Figura 5 se grafica la variación de los valores de HUE, SAT y VALUE con respecto al paso de los días de cultivo.

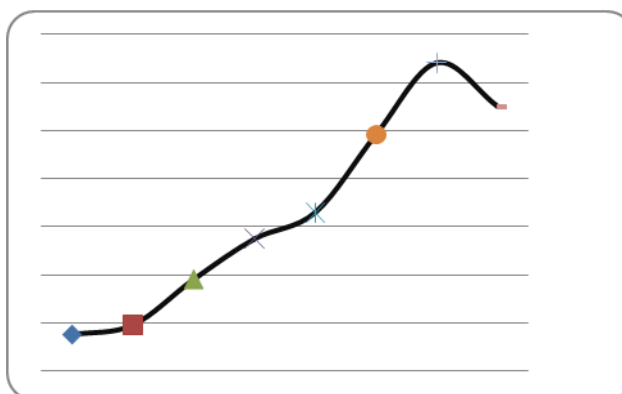


Figura 4: Biomasa en función días de cultivo.

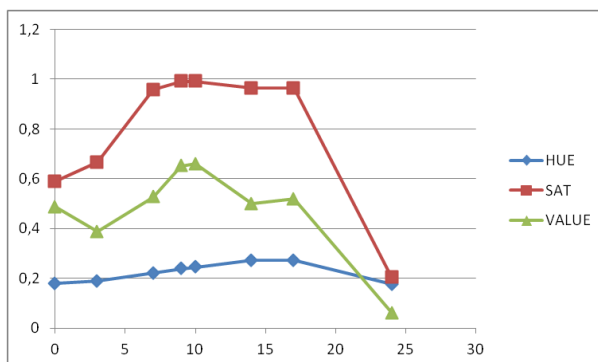


Figura 5: Valores HSV en función de días de cultivo

Se puede observar en la Figura 5 que cuando los valores HUE, SAT y VALUE convergen a un valor 0, se considera que el cultivo ha entrado en fase de muerte. Observando los valores de HSV y los delta de variaciones el algoritmo permite estimar en qué fase de la curva de crecimiento está el cultivo, exponencial, lineal o de decrecimiento y muerte. Lo que permite tomar decisiones de repique o cosecha en el momento óptimo.

3 Conclusiones y Resultados

Los resultados obtenidos en las primeras pruebas experimentales muestran una relación directamente proporcional entre el valor obtenido al procesar la imagen y la biomasa contenida. El espectro de colores en las distintas fases de desarrollo del cultivo se puede diferenciar, detectar y cuantificar. Observando las gráficas y los resultados obtenidos, se puede establecer la relación entre el modelo de color HSV y la biomasa contenida en el cultivo. Esto permite definir y actuar según las fases principales de crecimiento de las microalgas, debido a la variación de las características del cultivo a medida que van desarrollándose. Los resultados alcanzados en las primeras pruebas experimentales muestran una relación directa: entre el valor obtenido al procesar la imagen y la biomasa contenida en el cultivo, comparada con el peso seco. Los valores de HUE SAT y VALUE convergen a valores bajos cuando las microalgas alcanzan su máximo valor de saturación, brillo e intensidad de color y comienza la fase de muerte. En las fases de crecimiento exponencial el valor de HUE aumenta proporcionalmente. Determinar estos puntos para cada cultivo es de alta importancia, ya que permite trabajar en la zona de máximo rendimiento, evitando la fase de muerte para obtener mayor productividad. Este desarrollo resulta muy atractivo para implementar en la industria del biodiesel, dado su bajo coste económico, portabilidad, y que permite obtener una característica cualitativa del cultivo en sus diferentes fases, proporcionando mayor rentabilidad a todo el proceso.

El modelo HSV al separar los contenidos de color en la matriz HUE de los de brillo y saturación SAT y VALUE, permitirá además el uso de este tipo de procesamiento para otras especies de microalgas, donde el color predominante puede ser distinto a verde, como son el caso de la *Dunadaniela* otra agua autóctona de agua dulce donde el color que predomina con el crecimiento es el amarillo.

4 Aplicaciones y Mercados Potenciales.

La principal aplicación de este tipo sensor sería para el cultivo y producción de microalgas, para su posterior procesamiento y obtención de biodiesel bigas y sus productos derivados. Como pueden ser biopigmentos ó incluso productos alimenticios.

En cuanto al proceso innovador, es un proceso que se realiza en condiciones no estériles para comprobar la viabilidad económica entre la producción obtenida y los costos, el principal mercado se enfoca principalmente en la industria del biodiesel. El proceso se destaca principalmente por la demanda mínima del control de variables al no ser biorreactores cerrados, el uso y desarrollo de sensores propios económicamente viables que no pongan en peligro la rentabilidad del proceso

Referencias Bibliográficas

RODOLFI L, Zittelli G, Bassi N, Padovani G, Biondi N, Bonini G, Tredici M. Microalgae for oil: strain selection, induction of lipid synthesis and outdoor mass cultivation in a low-cost photobioreactor. *Biotechnology Bioengineering*. Volume 102, pp. 100–112. 2009

HAVALIK I, Linder P, Schepers T, Reardon K. On-line monitoring of large cultivations of microalgae and cyanobacteria. *Trends of Biotechnology*. Volume 31, Issue 7, pp 406–414, Elsevier 2014.

CARVALHO JCM, Francisco FR, Almeida KA, Sato S; Converti A. Cultivation of *Arthrospira* (spirulina) *platensis* (Cyanophyceae) by fed-batch addition of ammonium chloride at exponentially increasing feeding rates. *Journal of Phycology*. Volume 40, pp 587-597. Springer 2004.

LOPEZ MCGM, Sanchez ED, Lopez JLC, Fernandez FGA, Sevilla JMF, Rivas J, Guerrero MG, Grima EM. Comparative analysis of the outdoor culture of *Haematococcus pluvialis* in a tubular and bubble column photobioreactors. *Journal of Biotechnology*. Volume 123, pp. 329-342. Elsevier 2006.

CHISTI I. Biodiesel from microalgae. *Biotechnol. Adv.*, Volume 25, pp. 294–306. 2007.

CHIAZ-HUNG Su, Chun-Chong Fu, Yet-Chung Chang, Giridhar R. Nair, Jun-Liang Ye, Ming Chu, y Wen-Teng Wu. Simultaneous estimation of chlorophyll *a* and lipid contents in microalgae by three-color analysis. *Biotechnology and Bioengineering* Volume 99, Issue 4, pages 1034–1039, 1 March 2008.

CARVALHO JCM, Fransisco FR, Almeida KA, Sato S; Converti A. Cultivation of *Arthrospira* (*spirulina*) *platensis* (Cyanophyceae) by fed-batch addition of ammonium chloride at exponentially increasing feeding rates. *Journal of Phycology*. Volume 40, pp 587-597. Springer 2004.

LOPEZ MCGM, Sanchez ED, Lopez JLC, Fernandez FGA, Sevilla JMF, Rivas J, Guerrero MG, Grima EM. Comparative analysis of the outdoor culture of *Haematococcus pluvialis* in a tubular and bubble column photobioreactors. *Journal of Biotechnology*. Volume 123, pp. 329-342. Elsevier 2006.

MOHAMMAD H, Hyun-Joon La, Jae-Yon Lee, Dae-Hyun Cho, Sang-Yoon Shin, Woo-Jin Kim, Hee-Mock Oh. Biomass quantification by digital image processing and RGB color analysis. *Journal of Applied Phycology*. Volume 27, Issue 1, pp 205-209. Springer 2014.

KUMAR K, Sirasale A, Das D. Use of image analysis tool for the development of light distribution pattern inside the photobioreactor for the algal cultivation. *Bioresour. Technol.*, Volume 143, pp. 88–9. Elsevier 2013.

MURPHY TE, Macon K, Berberoglu H. Rapid algal culture diagnostics for open ponds using multispectral image analysis. *Biotechnology Progress* Volume 30, Issue 1, pp. 233-24, American Institute of Chemical Engineers 2014.

CORDOBA Miguel V.; Matson, Joaquín Gutiérrez, Miguel Ángel Porta-Gándara. “Evaluation of *Isochrysis galbana* (clone T-ISO) cell numbers by digital image analysis of color intensity”. *Journal of Applied Phycology*. Volume 22, Issue 4, pp 427-434, Springer 2010.

4TC-A1 -Medición de Calidad en los Servicios de dos Organizaciones (Pública Y Privada) del Paraguay Mediante la Aplicación de la Teoría de Gronroos

Andrea M. Fleitas Zayas (FACEN/UNA)

Lourdes Z. Fernández Centurión (FACEN/UNA)

Resumen

El concepto de calidad ha evolucionado con el tiempo, y más aún en cuanto a calidad en los servicios, ya que según la investigación realizada es un concepto abstracto y subjetivo, depende de lo que el usuario tenga en mente como expectativa de calidad del servicio. La investigación se basa en la aplicación de la teoría planteada por Gronroos en dos organizaciones, una de carácter público y la otra privada, con el objeto de medir la calidad del servicio prestado a sus usuarios. La metodología empleada según (Tamayo, 1999) es un estudio de caso con datos cuantitativos descriptivos. Según los resultados obtenidos, se pudo deducir que no existe una única forma de medir calidad, éste modelo puede emplearse en combinación con otros, dependiendo de las características de las organizaciones y de sus usuarios o clientes.

Palabras claves: *calidad percibida, expectativa, usuario.*

1. Introducción

El concepto de calidad, desde hace tiempo va cobrando mayor importancia debido a los cambios en la exigencias de la sociedad, por todo esto se han ido creando normas y reglamentaciones que ayuden a establecer principios para mejorar, especialmente en el mundo empresarial, para así cumplir con las expectativas de los usuarios.

Según Duque (2005), los usuarios no solo requieren una atención amable y satisfacer los requerimientos que solicita de un servicio, también exigen ser informados oportunamente y que el contexto sea de buena calidad, entre otros detalles.

Toda organización debería de establecer los mecanismos adecuados para organizar sus actividades a fin de detectar cual será el valor agregado que deberá ofrecer para cumplir con su objetivo, además tendrá que disponer de medidas de control adecuadas para conocer el grado de aceptación de sus servicios, lo cual servirá de guía para la mejora de sus procesos.

Éste artículo tiene por objetivo medir la calidad del servicio prestado mediante la aplicación de la Teoría de Gronroos en una organización pública y en otra de carácter privado, y conforme a los resultados, realizar una comparación entre ambos.

2. Marco teórico

2.1 El concepto de calidad

La calidad es el resultado satisfactorio que se consigue cuando los productos o servicios se organizan y ofrecen de acuerdo con las necesidades y expectativas de los clientes, tanto externos como internos. Morris (1992), deduce que se alcanza calidad cuando los servicios que se prestan satisfacen las necesidades reales de los clientes en general, pero realizándolo de forma eficiente, eficaz, económica y equitativa.

El concepto de calidad en los servicios siempre ha generado un debate muy interesante, ya que en un comienzo se pensaba que brindar un servicio de calidad era cumplir con las especificaciones técnicas fijadas por los destinatarios, comparándolo de cierta manera a un producto; más adelante éste concepto se veía desde la perspectiva del cliente o usuario. Tal es así, que se ha pasado de un concepto técnico y objetivo a otro más subjetivo, el cual depende exclusivamente de lo que el cliente o usuario desea obtener, es decir la calidad percibida. (CARMAN, 1990).

Por otra parte, Grönroos (1994) entiende que si se tienen en cuenta todos estos puntos que fueron apareciendo para formar el concepto de calidad en los servicios como lo son, la percepción y el usuario, la subjetividad del mismo, deduce que la calidad real es aquella que existe en la mente del usuario, aquello que espera satisfacer.

Cuando se compara la calidad del servicio percibido con la calidad del servicio esperado, el resultado es una evaluación continua, es decir se trata de una evaluación de la expectativa del usuario antes y al momento o después del consumo.

Esta definición se adapta al paradigma que establece que la satisfacción se relaciona con el tamaño y la dirección de una experiencia no confirmatoria, en donde la experiencia es la diferencia entre las expectativas iniciales del individuo y el resultado actual del servicio.

2.2 Calidad percibida

La calidad que un consumidor cree que tiene un producto. Esta puede o no coincidir con la calidad objetiva, ya que se trata de percepciones, criterio totalmente subjetivo. Es la apreciación del consumidor sobre la excelencia o superioridad global de un producto. La calidad percibida es distinta de la calidad objetiva o real, supone un mayor grado de abstracción y es una evaluación global, efectuada normalmente dentro de un conjunto evocado (PARASURAMAN, A.; ZEITHAML, V.; y BERRY, L.; 1994).

Particularmente en las ciencias sociales incluyendo la teoría de juegos, la expectativa juega uno de los roles centrales. En la teoría del juego, un equilibrio de Nash constituye una serie de expectativas correctas y estables mantenidas por los jugadores. Varios otros conceptos de solución de juegos como la racionalizabilidad han sido propuestos de acuerdo al grado de conocimiento que los jugadores tienen sobre la expectativa de las acciones de otros jugadores. (MONSALVE, 2003)

La expectativa es una variable de la naturaleza cognitiva que sugiere la idea de anticipación y cuya inclusión en los análisis psicológicos resulta de fundamental importancia a los fines de explicar y predecir un comportamiento dinámica social y hasta el motivo de nuestros estados de ánimos.

2.3 Satisfacción del usuario/a

La satisfacción acerca de la calidad de un servicio depende en gran medida de las características que debe tener el servicio para atender las necesidades explícitas e implícitas de las personas a quienes va destinado y a la expectativa que tienen ellas ante el servicio esperado. García Roca (1992: 31), por lo que debido a las características de las personas que son receptoras de servicios, sociales especialmente, han conducido a establecer una distinción funcional entre consumidor, usuario/a y cliente.

Según DRAE, (2001) se entiende por consumidor aquella persona que compra productos de consumo, en tanto que el usuario es lo dicho de una persona: Que tiene derecho de usar de una cosa ajena con cierta limitación, y por último cliente es la persona que utiliza con asiduidad los servicios de un profesional o empresa.

En otras palabras, tenemos que el cliente es quien paga por el servicio, el usuario quien lo utiliza y consumidor aquel que compra y consume a la vez.

2.4 Medida de la satisfacción

El estudio de las medidas de control como parte y complemento de otras actividades de control de calidad resulta importante, ya que de la valoración de las mismas depende la toma de decisiones en ciertos ámbitos relacionados para el mejoramiento del servicio ofrecido, Gomez y Saturno (1997), y una de estas medidas es la satisfacción de los usuarios ante la atención recibida.

Medina Tornero (2011) y Brezmes, (2010), han señalado la pertinencia de introducir la satisfacción de los y las usuarias con los servicios como parte y complemento de otras actividades de control de calidad.

Anteriormente, las opiniones de los usuarios respecto a los resultados de la asistencia recibida no eran incluidas en las medidas de satisfacción, según lo indica Pallares y García (1996); esto se puede notar en los servicios sanitarios normalmente, ya que no había necesidad de conocer el parecer de los pacientes, en vista de que los mismos no tienen los conocimientos técnicos para emitir algún juicio al respecto sobre cómo se maximiza los beneficios que puedan alcanzar.

Sin embargo, esta situación ha notado cambios visibles con la creación de organizaciones de consumidores y de defensa del consumidor que asesoran y reclaman la participación del paciente en el proceso asistencial

(MARTÍNEZ DEL OLMO, 1994; GÓMEZ Y SATURNO, 1997).

Hoffman y Bateson (2002: 324) argumentan que la calidad de los servicios implica medir características más vastas de la atención brindada, ya que si bien la satisfacción mide las percepciones de lo que el consumidor espera y la calidad percibida compara las percepciones del consumidor con lo que debería de esperar de empresas que ofrecen elevada calidad.

Por todo lo dicho anteriormente, se afirma que la calidad en los servicios es realmente abstracta y subjetiva, lo que dificulta establecer una definición y forma de medición, y desde esta aseveración surge la importancia de la estandarización de los servicios (HOFFMAN Y BATESON, 2002).

2.5 Modelos para medir el servicio percibido

Según Medina Tornero (2000) existen modelos que pueden ayudar a medir la calidad de los servicios percibidos desde diferentes puntos de vista.

Algunos de ellos son los siguientes.

2.5.1 El modelo de Parasuraman, Zeithaml y Berry

Parasuraman, Zeithaml y Berry (1985, 1988, 1993, 1994) el modelo que proponen es un punto de referencia obligado en el estudio y gestión de la calidad. Empezaron definiendo la calidad de servicio percibida como el juicio global del cliente acerca de la excelencia o superioridad del servicio, resultado de la comparación entre expectativas y percepciones. Sugieren que para evaluar la calidad es necesario llevar a cabo un diagnóstico y más aún si existe ausencia de criterios objetivos para ello, a los usuarios sobre la percepción de los mismos.

Por tanto, Parasuraman, Zeithaml y Berry (1988) definen a la calidad del servicio como la amplitud de diferencias que existe entre las expectativas y percepciones de los clientes respecto a las prestaciones recibidas. Presentan el Modelo SERVQUAL, que se fundamenta en la teoría de los gaps (*the Gaps models of service quality*), la cual explica las diferencias entre las expectativas de los clientes y aquello que realmente obtienen del servicio utilizado. La diferencia entre la expectativa y la percepción se denomina gap (falla), y en ella reside la oportunidad para la mejoría del servicio.

2.5.2 El modelo de Nguyen

Nguyen (1991), se basa en el sistema de servucción¹ para determinar su modelo, que se define a partir de las relaciones entre la imagen de la empresa, el resultado del personal en contacto con el cliente, la organización interna de la servucción, el soporte físico de la servucción, y la satisfacción del cliente. Según este autor, cuanto mayor sea la percepción del cliente en cada una de estas variables, mayor será su percepción de la calidad del servicio.

2.5.3 El modelo de Bolton y Drew

Bolton y Drew (1991), presentan la calidad de servicio percibida como la resultante de la satisfacción/insatisfacción a través de la no confirmación de expectativas, mediante las percepciones de niveles de resultado de los componentes. De su investigación, deriva que un determinante clave de la calidad de servicio global es el desajuste entre resultado y expectativas.

Entienden que la calidad de servicio es una actitud frente a la empresa y todos sus servicios, mientras que la satisfacción se expresa con respecto al servicio ofrecido personalmente.

2.5.4 El modelo de Bitner

Bitner (1990), define la calidad de servicio percibida como una consecuencia de la experiencia de satisfacción/insatisfacción. La autora indica que el paradigma no confirmatorio se da entre el resultado del servicio percibido en una transacción y las expectativas iniciales. Esto afecta a la experiencia de satisfacción/insatisfacción y, posteriormente, a la calidad de servicio percibida, de la cual se deriva la comunicación boca a oído, el cambio de servicio y la fidelidad.

2.5.5 El modelo de Koelemeijer, Roest y Verhallen

Koelemeijer, Roest y Verhallen (1983), estos autores aportan un modelo con una estructura integradora, en la que el resultado y las expectativas se encuentran en tres planos: Macro para las expectativas y percepciones de resultado respecto a clase-productos; Meso para las expectativas y percepciones de resultado con respecto al proveedor de servicio, y Micro para las expectativas y resultado percibidos con respecto a una transacción individual.

2.5.6 El modelo de Grönroos-Gummesson

El modelo de Grönroos-Gummesson (Gummesson, 1987, cit. por Grönroos, 1994) se propone ayudar tanto a los fabricantes como a las empresas de servicios en la gestión de la calidad.

Se basa en dos modelos con dos enfoques separados sobre la descripción de cómo se crea la calidad: a) el modelo Q de Gummesson, basado en la noción de que todo el mundo contribuye a la calidad y de que existen diferentes fuentes de la calidad en una empresa; y b) el modelo de Grönroos de la calidad percibida en los servicios, que trata de la percepción de la calidad.

Estos autores proponen cuatro fuentes de la calidad: el diseño, la producción, la entrega y las relaciones. La forma de gestionar y resolver estos aspectos afecta a la calidad percibida por el cliente. Tanto la calidad técnica del resultado de los bienes o servicios como la calidad funcional de los procesos interactivos que implican al comprador y al vendedor están influidas por estas fuentes de la calidad.

2.5.7 El modelo de Grönroos

En su modelo, Grönroos (1988), define la calidad de servicio percibida asociándolo con actividades propias del marketing e intercambio en el mercado de consumidores. Plantea la integración de tres dimensiones que conforman la calidad total: la calidad técnica, la funcional y la imagen que proyecta la organización, pues estos factores pueden influir y/o condicionar las expectativas que se tiene en un principio.

3. Metodología

Según Tamayo M. (1999), se emplea un tipo de investigación cuantitativa descriptiva, ya que se ha realizado una exhaustiva revisión bibliográfica de estudios de similar índole a los efectos de comparar sus resultados y sacar conclusiones. Además, corresponde a un estudio de caso, ya que se analiza a los clientes de dos tipos de organizaciones, una privada y una pública.

Se ha seleccionado una muestra aleatoria de 25 clientes y se les ha realizado una encuesta de satisfacción, a fin de analizar los resultados obtenidos y compararlos entre sí.

4. Estudio de Caso

4.1 Caracterización de las organizaciones analizadas

Se denomina A, a la organización privada, dedicada a las importaciones y servicios de ventas técnicas de variadas líneas de productos, a los efectos de ésta investigación, se toma la línea de fragancias. Ésta empresa lleva más de 30 años operando en el rubro y ha crecido bastante, ampliando sus líneas de productos y servicios.

En cuanto a la organización gubernamental, se la denomina B, dedicada a las microfinanzas rurales, ofrece diversos tipos de créditos al sector agrario del Paraguay, lleva más de setenta años operando en forma ininterrumpida y abarca todo el país. A los efectos de la investigación, se toma a los clientes de uno de sus productos en una de sus sucursales.

4.2 Caracterización de los clientes y usuarios

Los clientes de A, son empresas y fábricas que utilizan las fragancias empleándolas como materia prima de sus productos respectivos, algunos de sus clientes tienen una antigüedad que va desde los 10 años a 20 años, inclusive.

Los clientes de B, sin embargo, son pequeños productores del sector agrario que recurren a créditos destinados exclusivamente para actividades agropecuarias y sus derivados.

4.3 Caracterización del servicio prestado

La organización A, se encarga de vender los productos importados, teniendo en cuenta el rubro y el sector a quien va dirigido, el equipo de vendedores se encarga de realizar pruebas, fórmulas e incluso recetas que el cliente/usuario adquiere, todo ello forma parte del servicio prestado.

La organización B, se encarga de otorgar créditos varios, teniendo en cuenta lo que el cliente necesita y solicita, el equipo de asesores se encarga de los trámites para la concesión y posteriormente del seguimiento a cada uno de ellos, ya que los mismos poseen características especiales en cuanto a los vencimientos de las cuotas que pueden ser mensuales, trimestrales, semestrales e incluso anuales.

4.4 Presentación de los resultados

Se llevó a cabo una encuesta estructurada sencilla con 9 ítems, la cual cuenta con respuestas que los clientes/usuarios le confieren según sus perspectivas, teniendo en consideración las tres dimensiones de Gronroos, tal como se puede observar en el Cuadro 1.

Fueron encuestados 25 clientes/usuarios de cada una de las organizaciones en forma aleatoria, realizado entre los meses de marzo y abril del 2016.

Cuadro N°1: Resultados de encuestas realizadas

ORGANIZACIÓN A			ORGANIZACIÓN B		
N°	Preguntas realizadas	Respuesta	N°	Preguntas realizadas	Respuesta
Calidad técnica			Calidad técnica		
1	¿Recibe una asesoría técnica relacionada al producto que adquiere?	90%	1	¿Recibe una asesoría técnica relacionada al producto que adquiere?	76%
2	¿El vendedor pudo resolver sus dudas e inquietudes?	85%	2	¿El asesor pudo resolver sus dudas e inquietudes?	58%
3	¿El vendedor pudo resolver sus problemas técnicos, relacionados a su producto?	89%	3	¿La información dada respecto a la educación financiera, le es útil?	43%
Calidad funcional			Calidad funcional		
1	¿Reúne las especificaciones que necesita el producto que adquiere?	100%	1	¿El crédito que adquiere, cumple con sus necesidades?	73%
2	¿La asesoría técnica del vendedor ha mejorado su producción?	73%	2	¿La asesoría técnica ha mejorado su producción?	46%
3	¿Seguirá comprando el mismo producto?	90%	3	¿Seguirá recurriendo a los créditos que otorga la organización?	95%
Imagen de la organización			Imagen de la organización		
1	¿Es importante para usted la trayectoria de la empresa?	65%	1	¿Es importante para usted la trayectoria de la organización?	58%
2	¿Es importante para usted las opiniones de otros clientes o de otras personas relacionadas a la empresa?	75%	2	¿Es importante para usted las opiniones de otros clientes o de otras personas relacionadas a la organización?	44%
3	¿Usted se guía por la publicidad que realiza la empresa?	65%	3	¿Usted se guía por la publicidad que realiza la organización?	5%

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la **Calidad técnica**, los clientes de A, otorgan mucha importancia a la calidad del servicio prestado, es decir, les importa el trato, objetividad y capacidad de solucionar problemas al momento de recibir el servicio; lo cual no sucede del mismo modo en la Organización B, en donde el 95% de los encuestados seguirá recurriendo a la organización pese a que valora en forma distinta que los usuarios de A.

En cuanto a la **Calidad funcional**, aunque existe una leve diferencia en las respuestas, para los clientes de A sigue siendo más importante los resultados obtenidos con la aplicación del producto en sí, y de la atención recibida. En tanto que en la organización B, no se evidencia tal conformidad.

En cuanto a la **Imagen que proyecta la organización**, resultó de gran importancia para los clientes de A; contrariamente a los de B, no les resulta relevante tal hecho, lo cual se demuestra al ver que el 95% de los encuestados seguirá recurriendo a la organización sin que su imagen proyectada influya en ese aspecto.

5. Consideraciones finales

Existen muchos modelos que pueden aplicarse para medir la calidad en los servicios prestados, la elección de uno dependerá del tipo de empresa y rubro al que se dedica, además de saber qué es lo que se desea conocer para mejorar, cambiar, analizar y/o establecer alguna estrategia a fin de obtener una mayor eficiencia y eficacia en la satisfacción del cliente.

Los resultados que se observan, responden a múltiples factores, uno de ellos y el principal es que una de las empresas es pública y la otra privada, para el caso de B, no existe competencia directa en su rubro, ya que por ser gubernamental, las tasas de interés y plazos que manejan son más flexibles que los bancos y entidades pares privadas con servicios financieros similares. En el caso de A, ya tiene una clientela ganada debido a su trayectoria, la importancia de éstos resultados le podrían ayudar a establecer una estrategia de fidelización y expansión de clientes, puesto que los mismos responden de manera positiva para los fines de A, quien podría mejorar aquellos items cuyos valores son más bajos.

Los resultados nos indican que, no existen grandes diferencias entre las distintas dimensiones de calidad percibida que se han medido según el modelo de Gronroos. Sin embargo, como primera apreciación, el análisis de las bibliografía literaria encontrada muestra que la combinación de uno o más modelos es más factible que la aplicación de uno en particular, al menos para obtener una valoración personalizada, ya que debe ser tenido en cuenta la naturaleza y tipo de organización.

Éste punto se evidencia en ciertos aspectos que faltaría conocer en ésta investigación, tales como: las relaciones, la entrega, el diseño, ¿qué tanto interesan al cliente?, además, tampoco se pudo conocer ¿cuál era la expectativa del cliente antes de recibir el servicio?, tampoco se puede conocer la relación entre su satisfacción e insatisfacción, y por tanto la diferencia entre ambos no puede ser establecida. De este modo, se puede decir que según la investigación, se podría aplicar en conjunto más de un modelo para tener informaciones más completas sobre la percepción del cliente.

En éste caso en particular, debido a las diferencias entre ambas organizaciones, la aplicación del Modelo de Gronroos-Gummesson podría arrojar más datos e informaciones, debido a que tiene en cuenta otros aspectos medibles, que no se tuvieron en cuenta en éste trabajo, además, el Modelo SERVQUAL se aplicaría perfectamente a estudiado, e incluso una combinación entre los dos mencionados más el analizado, podría ser el tema de una siguiente investigación.

7. Bibliografía

- BITNER, M. (1990) "Evaluating service encounters: The effects of physical surroundings and employee responses", *Journal of Marketing*, n° 54, págs. 69-82.
- BOLTON, R.; y DREW, H. (1991): "A longitudinal analysis of the impact of service changes on customer attitudes", *Journal of Marketing*, n° 55, págs. 1-9
- BREZMES, M^a J (2010): Propuesta para la configuración de un modelo actualizado de servicios sociales municipales, Madrid, Federación Española de Municipios y Provincias
- CARMAN, J. M. (1990): "Consumer perceptions of servicequality: An assessment of the SERVQUAL dimensions", *Journal of Retailing*, n° 66, págs. 33-55.
- Diccionario Real de la Academia Española (DRAE) La edición 22.^a publicada en 2001
- Duque, E. (2005). Revisión del concepto de calidad del servicio y sus modelos de medición. *Revista INNOVAR* Universidad Nacional de Colombia, 17pp.
- GARCÍA ROCA, J. (1992): Público y privado en la acción social, Madrid, Editorial Popular.
- GÓMEZ, P.; y SATURNO, P. J. (1997): "La calidad en atención primaria de salud según sus diferentes protagonistas", en I Congreso Regional de Calidad Asistencial. Murcia, 27 y 28 de noviembre de 1997, Murcia.
- GRÖNROOS, C. (1994): *Marketing y gestión de servicios*, Madrid, Díaz de Santos.
4. (1988): "Service quality: The six criteria of good service quality", *Review of Business*, n° 3.
- HOFFMAN, D.; y BATESON, J. (2002): *Fundamentos de marketing de servicios*, Madrid, McGraw Hill.
- KOELEMEIJER, K.; ROEST, H.; y VERHALLEN, T. (1993): "An integrative framework of perceived service quality and its relations to satisfaction/insatisfaction, attitude and repurchase intention. A multilevel approach",

en European Marketing Academy (EMAC). Proceedings, Barcelona, ESADE, págs. 25-28

MARTÍNEZ DEL OLMO, M. T. (1994): “La calidad de los servicios sanitarios y la participación de los usuarios/as”, en IX Jornadas de Salud Pública y Administración Sanitaria, Granada, Escuela Andaluza de Salud Pública, pág. 81.

MEDINA TORNERO, M. E. (2000): Evaluación de la calidad asistencial del servicio de ayuda a domicilio, Murcia, Universidad de Murcia.

MEDINA TORNERO, M. E.; y MEDINA RUIZ, E. (2011): La calidad en las leyes de servicios sociales autonómicas. Estudio presentado en el X Congreso de Organizaciones de Mayores, Albacete, 12-14 de abril de 2011.

MONSALVE, SERGIO 2003. John Nash y la teoría de juegos. Lcturas matemáticas Vol 24 Pág 137-149. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

MORRIS, S. (1992): Citizens and Local Democracy: Encouraging and Managing Complaints, Luton, Local Government Management Board.

NGUYEN, N. (1991): “Un modèle explicatif de l'évaluation de la qualité d'un service: une étude empirique”, Recherche et Applications en Marketing, vol. 6, n° 2, págs. 83-98.

PALLARES, L.; y GARCÍA, M. J. (1996): Guía práctica para la evaluación de la calidad en la atención enfermera, Madrid, Olalla Ediciones.

PARASURAMAN, A.; ZEITHAML, V.; y BERRY, L. (1994): “Reassessment of expectations as a comparison standard in measuring service quality: Implications for further research”, Journal of Marketing, n° 58, págs. 111-124 (1993): Calidad total en la gestión de servicio, Madrid, Díaz de Santos.

TAMAYO, M. 1999. La investigación. Serie Aprender a investigar. 3. ed., v. 2. Bogotá: ICFES.

5TC-A1 -A Importância do Gerenciamento da Disponibilidade dos Equipamentos de uma Linha Produtiva: Um Estudo de Caso

Mario Fernando de Mello
(mariofernandomello@yahoo.com.br – UNIVERSIDADE LUTERNA DO BRASIL)

Rafael Oliveira Pereira
(rafaelpereira.pereira@hotmail.com – UNIVERSIDADE LUTERNA DO BRASIL)

Resumo

Com a alta competitividade do mercado as decisões tomadas em nível estratégico pelas empresas tornam-se elementos determinantes para a manutenção de suas atividades. Hoje em dia, um dos setores mais onerosos das empresas e, muitas vezes um dos que menos recebe atenção é o setor de manutenção industrial. A boa gestão da manutenção industrial pode significar a sobrevivências das empresas no mercado devido à impossibilidade de alteração nas margens de lucro e redução de preço de seus produtos. A presente pesquisa teve como objetivo pesquisar modelos de sistemas de controle da manutenção industrial, bem como ferramentas e técnicas que auxiliam nas atividades deste setor nas indústrias. Em um segundo momento, foi realizada a identificação da situação atual do sistema de manutenção em uma indústria química e após esta etapa, foram propostas melhorias baseadas nos conceitos de manutenção preventiva e preditiva para este setor da fábrica, aumentando assim a disponibilidade dos equipamentos da linha de produção, a produtividade das operações industriais envolvendo o sistema de empacotamento e reduzindo os custos com paradas não programadas na fábrica. Também a explanação das principais atividades e operações de manutenção da indústria trouxe grandes benefícios para a elaboração das melhorias propostas para a empresa. É importante destacar que no decorrer deste trabalho foram identificadas inúmeras oportunidades de melhorias dentro da empresa, o que demonstra o vasto campo a ser descoberto pelos profissionais dos setores de manutenção. A gestão visual das operações também é um fator que contribuirá para potencializar a produtividade da fábrica.

Palavras chave: *Gestão da manutenção, disponibilidade, produtividade.*

1 Introdução

Atualmente, com a concorrência empresarial cada vez mais acirrada, a manutenção possui função determinante para a continuidade das empresas no mercado. Somado a isso estão também fatores como a inovação, produtividade, gestão dos recursos humanos, entre outros, que tornam a sobrevivência das empresas um desafio para os gestores. Antigamente a manutenção era considerada como uma tarefa de correção momentânea para o andamento das atividades industriais. Hoje em dia, ela é um fator essencial na gestão organizacional, pois assume um papel importante perante a definição das estratégias empresarias, elevando o nível de excelência operacional das instituições.

A fundamentação teórica e a análise do cenário atual de nossos sistemas fabris nos remetem ao seguinte problema de pesquisa: como aumentar a eficiência das atividades de manutenção, com o objetivo de aumentar a disponibilidade dos equipamentos, através de medidas de manutenção preventiva e preditiva, em um sistema de gerenciamento de manutenção dentro de uma indústria?

Sendo o setor de manutenção um dos mais onerosos das indústrias, deve-se ter um cuidado especial na formulação da estratégia produtiva que vai reger as atividades deste setor. Devido à importância do tema, foi escolhida a gestão da manutenção industrial para a elaboração deste estudo de caso em uma indústria química do norte do Rio Grande do Sul. O trabalho foi elaborado da seguinte forma: análise e levantamento de dados, acompanhamento de atividades e elaboração de um sistema de gestão da manutenção. O presente trabalho busca demonstrar como a gestão eficiente da manutenção traz benefícios, financeiros e operacionais nas empresas, contribuindo assim para o aumento da produtividade e lucratividade das atividades, reduzindo custos e aumentando o lucro da organização, além de elevar sua competitividade frente ao mercado.

2 Referencial Teórico

Neste capítulo serão revistos alguns conceitos e técnicas que embasam teoricamente o presente trabalho.

2.1 Considerações Gerais sobre Manutenção

A manutenção existe para a conservação da função para a qual os equipamentos e instalações foram desenvolvidos. Com o uso contínuo dos equipamentos e máquinas ocorre como consequência a depreciação desses elementos. Uma boa gestão da manutenção traz diversos benefícios, como por exemplo, a redução de custos com as paradas da fábrica.

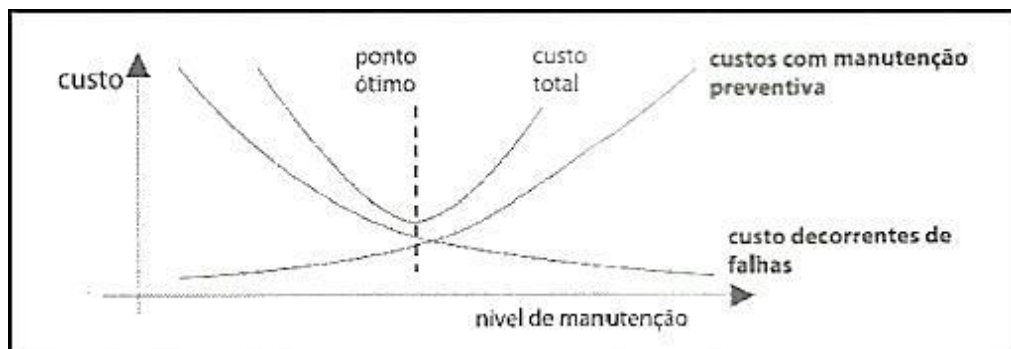
Para Xenos (2004) manutenção é a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida (NBR 5462-1994). Ou seja, manter significa fazer tudo que for preciso para assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções para as quais foi projetado, num nível de desempenho exigido. Ainda segundo o mesmo autor, quaisquer intervenções realizadas nas linhas de produção afetam diretamente a produtividade das mesmas. Isso é ainda mais perceptível em organizações que possuem alto nível de automação, como por exemplo, as indústrias químicas, pois uma interrupção na linha produtiva significa muitas vezes a paralisação de toda fábrica. Nesse contexto, o gerenciamento correto da manutenção, traz resultados positivos no controle fabril, pois reduz os custos com as paradas não programadas e aumenta o índice de eficiência das operações na indústria.

Assim, segundo Xenos (2004) o princípio básico da manutenção é conservar as condições básicas para o andamento das atividades de um determinado equipamento. A lubrificação, a troca de um rolamento, a inspeção preventiva, são exemplos desse tipo de atividade.

Atualmente as atividades relacionadas com manutenção geram demasiados custos para as empresas. O cenário atual dos sistemas fabris das indústrias brasileiras ainda é pouco desenvolvido, pois os processos produtivos muitas vezes não cumprem regras e normas de segurança exigidas pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). O alto custo dessas atividades está diretamente ligado ao não cumprimento dessas exigências.

As empresas que tem condições de se adequar aos requisitos estabelecidos pelo MTE conseguem benefícios financeiros significativos com a boa gestão da manutenção industrial, como mostra a figura 1.

Figura 1: Boa gestão da manutenção industrial



Fonte: Moussa, 2011

2.2 Métodos e procedimentos de manutenção

Existem diversos tipos de métodos e processos de manutenção, porém neste trabalho serão abordados cinco métodos mais utilizados.

2.2.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva, sempre ocorre para corrigir algum problema ou falha no processo ou atividade realizada. A utilização deste método muitas vezes se dá devido ao custo elevado de manutenção que determinado componente pode requerer. Porém este tipo de ação pode pôr em risco o andamento das atividades fabris, pois, dependendo da situação e do item a ser corrigido, a manutenção corretiva pode se tornar muito mais cara do ponto de vista financeiro, devido aos custos invisíveis que são gerados pela parada de uma linha produtiva como

a hora/homem, hora/máquina, depreciação, entre outros. A manutenção corretiva não evita interrupções abruptas que muitas vezes danificam muito os equipamentos. Em relação à vida útil dos equipamentos, só a manutenção corretiva não contribui para o aumento desta vida útil. Portanto, este tipo de manutenção tem alguns limitadores que prejudicam a empresa.

Xenos (2004, p.23) salienta:

Em princípio, a opção por este método de manutenção deve levar em conta fatores econômicos: é mais barato consertar uma falha do que tomar ações preventivas? Se for, a manutenção corretiva é uma boa opção. Logicamente, não podemos nos esquecer de levar em conta também as perdas por paradas na produção, pois a manutenção corretiva pode acabar saindo muito mais cara do que imaginávamos em princípio.

Mesmo sendo a manutenção corretiva, em algumas situações, mais vantajosa para a empresa, ela não deve se contentar com apenas corrigir uma falha, e sim buscar melhoria contínua em todos os processos, inclusive na manutenção industrial.

2.2.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva atualmente é um dos métodos mais recomendados para se trabalhar nas empresas, devido aos benefícios adquiridos a curto, médio e longo prazo. Existem diversas formas de se praticar a manutenção preventiva, como por exemplo, um *check list* realizado na máquina pelo operador antes de iniciar suas atividades.

Conforme Takahashi e Osada (1993, p. 89) a manutenção preventiva:

A manutenção preventiva reconhece a necessidade do gerenciamento total da qualidade através do ciclo de vida completo dos meios de produção. Enfoca os meios de produção, tais como o equipamento, matrizes, moldes, instalações, aferidores, máquinas automatizadas de inspeção de qualidade, equipamentos para teste de confiabilidade, instrumentos industriais, contadores e instrumentos de medição, dispositivos de prevenção de erros, ferramentas de corte, etc, através de seus ciclos de vida: desde o desenvolvimento e projetos iniciais até a fabricação, compra, uso e depreciação.

Várias empresas creem que possuem um sistema eficiente de manutenção preventiva, porém o que pode ser observado no chão-de-fábrica é que muitas delas, na maioria das vezes utilizam o tempo destinado para a manutenção preventiva em atividades de reparo e resolução de problemas que acontecem no dia-a-dia das fábricas (Xenos, 2004).

2.2.3 Manutenção Preditiva

A manutenção Preditiva, também chamada de manutenção com base no estado do equipamento ou manutenção sob condição atual, é um dos métodos que mais aproveita a vida útil dos equipamentos e seus componentes. Para Xenos (2004) a manutenção preditiva é um dos elementos da manutenção preventiva, pois ela se torna uma das atividades desenvolvidas dentro do planejamento estabelecido para a prática da manutenção preventiva.

Os responsáveis pela manutenção nas empresas também são protagonistas na boa gestão da manutenção. É através do feeling destes profissionais que as melhores medidas podem ser tomadas e estabelecidas como padrão para uma eficiente detecção de falhas.

Takahashi e Osada (1993, p. 199) salientam:

O papel dos técnicos de manutenção deve ser aprimorar a taxa de eficácia do equipamento e reduzir os custos de manutenção através de técnicas de inspeção incomparáveis no que se refere ao nível de competitividade.

Com o conhecimento apurado dos técnicos de manutenção, é possível estabelecer níveis mínimos de peças de reposição e controle de estoque (custos de manutenção) e também evitar paradas não programadas e desnecessárias na linha de produção, gerando o que pode ser definido como custo da indisponibilidade (Moussa, 2011).

Este método de manutenção, segundo Takahashi e Osada (1993) é composto por oito metas que servem de balizadores para as atividades. São elas:

- Determinar o melhor período para manutenção;
- Reduzir o volume do trabalho de manutenção preventiva;
- Evitar avarias abruptas e reduzir o trabalho de manutenção não planejada;
- Aumentar a vida útil das máquinas, peças e componentes;
- Melhorar a taxa de operação eficaz do equipamento;
- Reduzir os custos de manutenção;
- Melhorar a qualidade do produto;
- Melhorar o nível de precisão da manutenção do equipamento.

2.2.4 Melhoria dos Equipamentos

As atividades desenvolvidas visando à melhoria do estado atual dos equipamentos são chamadas também de “*kaizen*”. Este termo japonês tem o significado de fazer melhorias contínuas. No contexto de manutenção, “*kaizen*” significa aprimorar um processo produtivo, ou um equipamento, elevando seu nível de desempenho a um patamar mais alto que suas configurações originais (Xenos, 2004). Ainda segundo o mesmo autor atualmente nas indústrias brasileiras, a manutenção se encerra quando o problema foi resolvido, e não avança na análise das causas das falhas. Isso acarreta em aparecimento de novas falhas com o passar do tempo.

2.2.5 Manutenção Produtiva

Em um contexto industrial, a Manutenção Produtiva pode ser definida como a adequação de todos os métodos de manutenção à realidade da empresa, gerando assim um ganho financeiro e operacional para o chão-de-fábrica. Neste sistema de manutenção, a vida útil dos equipamentos é explorada em sua totalidade, desde a sua especificação até o sucateamento (Xenos, 2004).

Este método de manutenção não visa apenas evitar falhas nas operações e processos, e sim o aproveitamento ao máximo do sistema produtivo e de seus componentes, obtendo assim resultados positivos nos aspectos financeiros e operacionais.

2.3 Confiabilidade e qualidade

Segundo Fogliato e Ribeiro (2009), a confiabilidade está muito associada à operação bem-sucedida de um produto ou serviço, logo, não ocorrendo quebras, paradas e falhas. As definições de confiabilidade e qualidade muitas vezes se confundem, porém existe uma diferença determinante entre elas, pois a confiabilidade se incorpora na passagem do tempo e a qualidade não é incorporada.

Para Campos (2004) um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma aceitável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente. Campos (2004) conclui ainda que o verdadeiro critério da boa qualidade é a preferência do consumidor.

Fogliato e Ribeiro (2009) conceituam algumas medidas utilizadas para se obter dados utilizados na mensuração de confiabilidade. São elas:

- a) Tempo até a falha
- b) Função de Confiabilidade
- c) Função de Risco
- d) Tempo médio até a falha (MTTF)
- e) Função de vida residual média, $L(t)$

2.4 Disponibilidade

Para Fogliato e Ribeiro (2009), disponibilidade pode ser definida como a probabilidade de o equipamento estar operante quando necessitado. Entretanto a eficiência da manutenção preventiva é avaliada pelo incremento resultante na confiabilidade do equipamento.

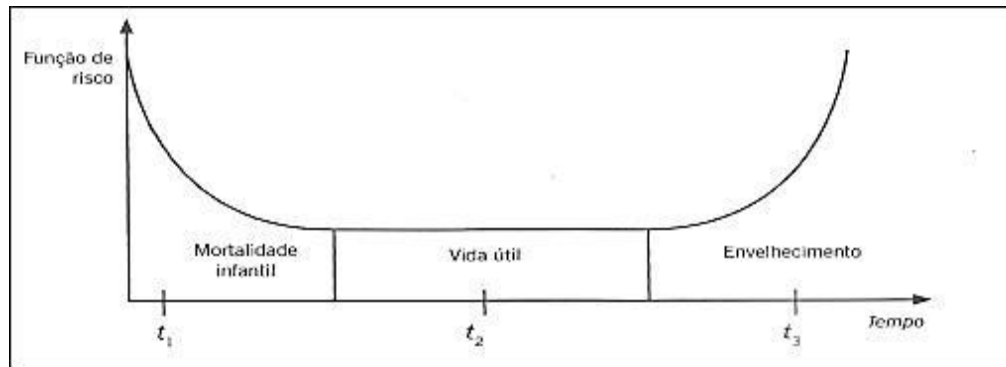
Corroborando com Fogliato e Ribeiro (2009), Moussa (2011) conceitua a disponibilidade como a capacidade de um equipamento estar em condições de desenvolver sua função em um determinado momento ou período de tempo, nas condições e rendimentos definidos.

2.5 Função de risco

Fogliato e Ribeiro (2009) conceituam a função de Risco como a quantidade de risco relacionada a uma determinada unidade de tempo, sendo que essa função é a medida de confiabilidade mais difundida pelas bibliografias.

Atualmente são três classificações de função de risco existentes: Função de Risco Crescente, na qual a ocorrência de risco aumenta com o passar do tempo; a Função de Risco Decrescente, em que a incidência de risco diminui com o tempo e a Função de Risco estacionária ou constante, sendo que a exposição ao risco é a mesma durante o período da atividade. Na figura 2 está demonstrada a “curva de banheira” que é a esquematização consagrada para a função risco.

Figura 2: Exemplo de curva da banheira



Fonte: Fogliato e Ribeiro, 2009

2.6 Gestão visual

Atualmente a comunicação dentro das empresas possui papel importante para o bom andamento das atividades. A falha na comunicação muitas vezes é o principal motivo para a ocorrência de problemas operacionais e contratempos na rotina de tarefas nas empresas. A gestão visual é uma ferramenta de grande valia para suprir essa necessidade. Segundo o Lean Institute Brasil (2014), a gestão visual é um sistema de planejamento, controle e melhoria contínua que engloba ferramentas visuais simples que possibilitam o entendimento de determinada situação por meio de uma visualização rápida e que apoia o trabalho padrão da liderança para garantir a aderência dos processos aos padrões e viabilizar as melhorias permanentes.

Com a implantação da gestão visual, os ganhos com as operações não se limitam apenas no quesito tempo, e sim em melhorias nas diversas áreas, como por exemplo, o melhor aproveitamento de hora/homem e hora/máquina, diminuição de perdas com material, lead time dos produtos, entre outros. Para Shook (2013) um dos benefícios da utilização da gestão visual está na facilidade de resolução de problemas e a sustentação de ganhos. Ainda segundo o mesmo autor, para a filosofia *lean* tudo o que se consegue enxergar se consegue resolver.

3 Procedimentos Metodológicos

O presente trabalho foi realizado em três etapas:

- Primeira parte: etapa exploratória onde foi realizada a determinação do estudo, e elaboração do referencial teórico e bibliográfico da pesquisa, bem como a formatação do projeto;
- Segunda parte: etapa onde foi realizado o trabalho em campo, fazendo a coleta de dados e informações necessárias para o desenvolvimento da pesquisa;
- Terceira parte: etapa onde foi efetuada a interpretação, análise e mensuração dos dados e informações obtidas.

Deste modo, define-se a pesquisa como um estudo de caso de caráter qualitativo e quantitativo, pois será feito o levantamento de informações contidas em documentos da organização, bem como o levantamento de dados por meio do acompanhamento das operações e processos da empresa e elaboração de questionário para coleta de informações junto com os funcionários da fábrica.

Yin (2010) conceitua o estudo de caso em duas etapas, sendo a primeira o escopo do estudo de caso. Nesta etapa o estudo de caso é estudo empírico que busca investigar um fenômeno atual dentro de uma situação real, quando

as divisas entre o contexto de realidade e o fenômeno não são claramente definidas. A segunda etapa é definida como a investigação do estudo de caso onde é iniciada a busca por evidências, que na maioria das vezes estão contidas em inúmeras fontes, orientando a coleta e posterior análise dos dados.

A delimitação desta pesquisa empírica será em uma empresa do ramo industrial, localizada na região norte do estado do Rio Grande do Sul, no município de Carazinho. A empresa é de capital fechado e privado, de origem nacional e atua na fabricação e comercialização de inseticidas. Os indivíduos com envolvimento no trabalho são os gestores da instituição e os colaboradores da empresa. Será feita a identificação de oportunidades de melhorias para o setor de manutenção industrial.

O tratamento dos dados ocorreu através da técnica de Análise de Conteúdo, para interpretar e analisar as informações obtidas por meio de entrevistas e questionários. A análise de conteúdo é o conjunto de técnicas utilizadas pelas pesquisas de caráter qualitativo e quantitativo visando à análise, interpretação e mensuração os dados coletados. (Roesch, 2009).

4 Resultados

4.1 Processo de empacotamento

Nas indústrias que processam grãos, o processo de empacotamento geralmente é o último a ser executado antes da destinação do produto (estoque final ou distribuição a clientes externos). Esta etapa produtiva possui alguns insumos que se não forem geridos de forma correta podem acarretar em resultados negativos, especialmente em produções de larga escala. É possível citar como exemplo disso as embalagens com problemas de fabricação, falhas nos equipamentos, falha de dosagem do produto, falhas de operações, entre outras.

4.2 Processo produtivo

A etapa produtiva que envolve o empacotamento ocorre após o recebimento do produto granulado na máquina empacotadora, sendo que após essa operação o processo é todo automatizado, com os grãos passando por tubos condutores até chegar ao sistema elétrico/pneumático de empacotamento. Depois da etapa de empacotamento, o produto é transportado em uma esteira até a bancada onde os pacotes são acondicionados corretamente nos fardos, que são a embalagem final antes do direcionamento do produto (distribuição ou estoque final).

4.3 Entrevistas com colaboradores

Conforme descrito na metodologia a segunda fase da metodologia de pesquisa é composta por entrevistas realizadas com os funcionários que trabalham nas linhas produtivas. O objetivo das entrevistas é a captação precisa dos dados da produção, para futura avaliação, tabulação e explanação dos mesmos.

4.4 Demonstração dos resultados

Durante a realização do estudo, foi fabricado um lote de 3.000 kg de produto com embalagem de aplicação de 10g, obtendo-se os dados demonstrados na figura 3 e na tabela 1.

Figura 3: Causa das paradas



Fonte: Elaborada pelos autores

É possível analisar através dos dados da tabela 1 que 10% do tempo total utilizada para a produção foi desperdiçado com as paradas. Este valor em larga escala interfere diretamente na produtividade da linha produtiva, devido aos custos que por consequência estas paradas acarretam para a empresa, bem como a redução proporcional de sua produtividade acarretando assim em menor competitividade com o mercado.

Das 21 paradas que ocorreram durante a produção do lote, 12 delas, ou seja, aproximadamente 57% foram ocasionadas devido a problemas com os equipamentos do processo de empacotamento.

A figura 3 demonstra a importância da manutenção preventiva e preditiva que deve ser realizada constantemente nas máquinas. Muitas destas paradas poderiam ser evitadas se estes procedimentos fossem realizados com a periodicidade correta.

Tabela 1: Dados da linha produtiva

Tempo total de Produção	Tempo total de paradas	Total de paradas	% tempo de paradas
2989,8 minutos	299 minutos	21 paradas	10%

Fonte: Elaborada pelos autores

Na figura 4 demonstra a ficha utilizada para a coleta dos dados da produção.

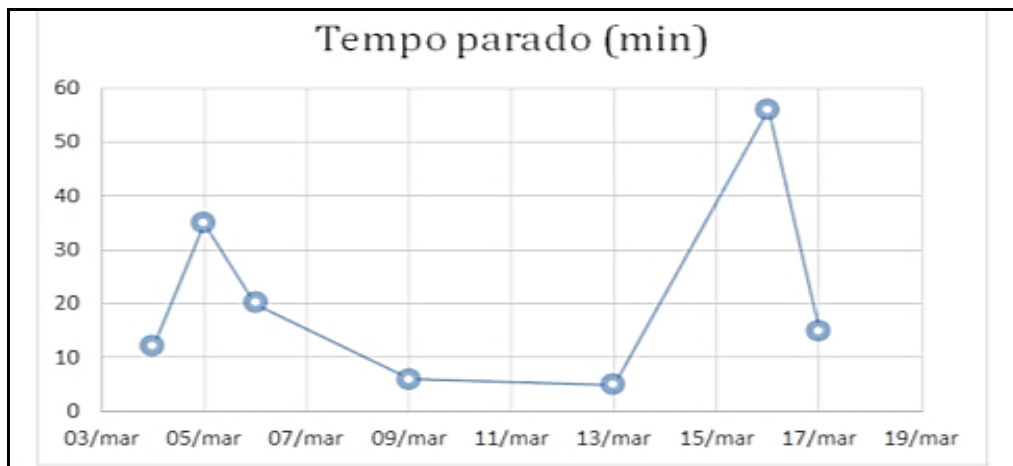
Figura 4- Planilha de análise de paradas e falhas

Inicio do lote:	Final do Lote:	Equipamento:				
01/03/15	11	EM - M				
Horário: 15:05	Horário:	Observações:				
Intervalos de Produção	PAUSA LOTE					
Reinício lote 2:50 01/03/15	Reinício lote 4:25 01/03/15	Reinício lote 11:15 01/03/15				
Pausa Lote 11:45 01/03/15	Pausa Lote 11:30 01/03/15	Pausa Lote 11:45 01/03/15				
Reinício lote 11:50 01/03/15	Reinício lote 11:05 01/03/15	Reinício lote 11:45 01/03/15				
Pausa Lote 12:50 01/03/15	Pausa Lote 12:50 01/03/15	Pausa Lote 12:50 01/03/15				
Inicio do lote = 8:03-13:03	PAUSA = 11:45	PAUSA = 13:45				
Data	Horário	Tempo Setup	Embalagem	Motivo parada	Insuno op.	Funcionários op.
03/03	15:45	25 min	10g	Intervalo		
04/03	10:50	5 min	10g	Paralisação de circuitos		
04/03	11:45	7 min	10g	Aberto mangueiras de ar		
05/03	9:36	10 min	10g	Arco balança embalgem		
05/03	15:25	25 min		Intervalo		
05/03	14:00	25 min	10g	Arco das bobinas de montagem		
06/03	14:20	20 min	10g	Arco das bobinas de montagem		
06/03	15:35	20 min		Intervalo		
4/03	11:00	6 min	10g	Arco de Rollen		
08/03	15:35	20 min		Intervalo		
13/03	11:03	5 min	10g	Arco bobina		
17/03	15:45	20 min	10g	Intervalo		
21/03	15:45	20 min		Intervalo		

Fonte: Elaborada pelos autores

A figura 5 demonstra a variação diária de tempo em que a máquina ficou parada devido a falhas durante a produção do lote.

Figura 5: Variação diária de tempo de parada não programada

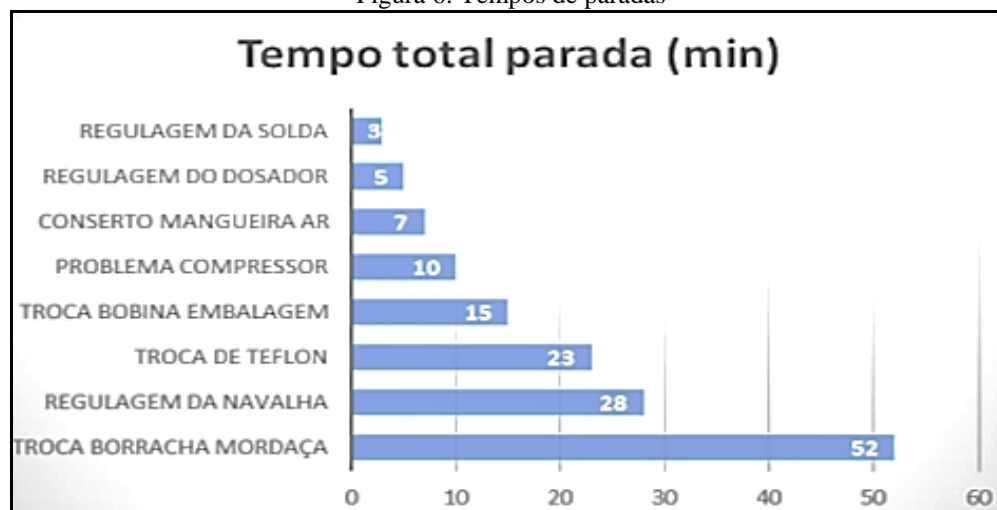


Fonte: Elaborada pelos autores

A partir dos dados apresentados na figura 5 é possível observar que as paradas não programadas da linha produtiva afetam diretamente a produtividade da fábrica, tornando instável o andamento dos processos produtivos.

A figura 6 apresenta em ordem de ocorrência, as causas das paradas não programadas durante a produção do lote.

Figura 6: Tempos de paradas



Fonte: Elaborada pelos autores

Através das informações apresentadas na figura 6 é possível identificar quais são as causas mais frequentes que acarretam as paradas não programadas da linha produtiva. Com posse desses dados é possível direcionar de maneira mais efetiva as ações de manutenção e de melhorias no processo produtivo.

4.4.1 Resultados financeiros

A média de custo do produto fabricado era de R\$ 4,50 e o equipamento que realizava o empacotamento dos grãos tinha capacidade produtiva cerca de 60 kg por hora, em condições normais de produção. Assim o custo total é de R\$ 270,00 por hora. Como descrito, o lote mínimo de produção é de 3.000 kg, e dura aproximadamente 2990 minutos para ser finalizado. Os 299 minutos (10%) a mais no tempo de produção elevam o custo de produção para R\$ 4,95.

Em uma visão geral, o custo total de produção do lote passa de R\$ 13.500,00 para R\$ 14.850,00. A média anual de produção desse tipo de embalagem é de 25 lotes, ou seja, as paradas geram um custo de R\$ 33.750,00 a mais do que o planejado. Esse valor representa aproximadamente cinco meses do orçamento destinado à manutenção fabril, que é de R\$ 7.000,00 por mês, demonstrando assim a importância em relação ao custo, das paradas não programadas.

4.5 Sugestões de melhorias

Estima-se que com a implantação das sugestões de melhorias elaboradas no presente trabalho a manutenção deva ser encarada como uma função estratégica na obtenção dos resultados da empresa. A busca da qualidade e da produtividade passa pela aceitação estratégica da importância da manutenção e, portanto a mesma deve ser gerida de modo a proporcionar à empresa um grau de funcionalidade com seus custos otimizados.

O fator custo de manutenção, quando analisado isoladamente, muitas vezes traz uma inibição às empresas considerar em suas estratégias. Quando isso acontece prejuízos são acumulados em função de paradas não programadas comprometendo os processos gerando custos com desperdícios e desvios de qualidade.

Todas essas questões remetem a uma estimativa de redução de custos nos processos produtivos onde os custos adicionais relativos à falta de disponibilidade dos equipamentos e/ou de produtividade são significativos. No item 4.4.1 ficou evidenciada a importância da estimativa de custos e sua redução.

Com o intuito de atender o objetivo principal deste estudo e baseado no referencial teórico pesquisado, foram estabelecidos métodos e ferramentas que se aplicados de forma correta poderão trazer grandes benefícios à empresa pesquisada.

4.5.1 Elaboração de *check list*

Devido à rotina fabril, muitas atividades acabam se tornando monótonas e repetitivas em algumas operações das linhas de produção. Uma das ferramentas mais utilizadas pelas indústrias para minimizar e neutralizar essas falhas nas operações causadas pelo esquecimento dos colaboradores é a lista de verificação, conhecida também como *check list*. Este documento possui todas as atividades e procedimentos que os operadores devem realizar antes, durante e depois de efetuarem as operações ou atividades da linha de produção. Este arquivo é elaborado pelo gestor da fábrica ou pelo principal responsável pela operação, sendo baseado no POP de Produção. O *check list* também é analisado e aprimorado pelos colaboradores que estão envolvidos com as operações diariamente.

4.5.2 Manutenção preventiva programada

Para o andamento das atividades de uma indústria, é necessário que haja uma rotina programada de ações visando manter em pleno funcionamento os equipamentos da linha produtiva. Atualmente é comum a utilização da manutenção preventiva programada para controlar estas atividades. Com a aplicação desta técnica na fábrica, é possível aumentar, de forma gradativa e consistente, a disponibilidade dos equipamentos envolvidos na produção.

4.5.3 Manutenção preditiva

Os colaboradores envolvidos na linha produtiva da empresa pesquisada possuem amplo conhecimento de suas atividades e operações devido ao alto conhecimento técnico dos equipamentos e ao elevado tempo que desempenham as tarefas. A experiência adquirida ao longo de 20 anos, em alguns casos, possibilita um alto índice de assertividade nas atividades de manutenção, bem como uma relativa facilidade na identificação das causas das falhas, no tempo de vida útil dos componentes, e na maneira mais adequada, rápida e econômica para a resolução dos problemas. Desta forma é possível utilizar este conhecimento intrínseco dos colaboradores em benefício das atividades fabris, melhorando o andamento das atividades e potencializando o desempenho da linha produtiva.

É importante destacar também os benefícios financeiros que esta forma de manutenção agrega para a organização. Ganhos como menor capital parado nos estoques de peças de reposição, menor valor destinado ao orçamento para o setor de manutenção, melhor aproveitamento da vida útil dos componentes são pontos a se destacar neste quesito.

4.5.4 Painel de gestão visual

Atualmente a gestão visual vem ganhando força dentro das principais empresas nacionais e organizações multinacionais. O conceito de gestão visual pode ser utilizado para o controle de diversas atividades, como por exemplo, o acompanhamento de vendas de um setor comercial, o fluxo diário de refeições servidas em um restaurante, o consumo de combustível de uma frota de veículos em uma transportadora, dentre outros. Os principais benefícios que o uso desta ferramenta traz às organizações são a agilidade com que as informações são transmitidas aos envolvidos e a facilidade com que os dados e informações são apresentados e interpretados pelos colaboradores.

A aplicação desta ferramenta na linha produtiva da empresa pesquisada seria de grande valia para o controle da rotina de manutenção preventiva e preditiva por parte dos funcionários, bem como o acompanhamento da produtividade gerada pelo ganho de tempo nas operações.

Desta forma sugere-se como indicadores a serem utilizados no painel de gestão visual:

- Indicador de produtividade da linha produtiva;
- Indicador de número de atividades de manutenção preventiva realizadas;
- Indicador de número de atividades de manutenção preditiva realizadas;
- Indicador de tempo total do funcionamento das máquinas; (avaliar uso);
- Indicador de tempo total de paradas das máquinas; (avaliar uso);
- Indicador de ganhos financeiros com as manutenções corretas.

4.5.5 Aplicação de cálculos de confiabilidade para aumento da disponibilidade de equipamentos

Existem medidas de confiabilidade que podem ser aplicadas para a obtenção do aumento da disponibilidade das linhas produtivas. A aplicação destas medidas, de forma correta e coerente com a realidade da fábrica, pode

gerar resultados significativos nos âmbitos financeiro e operacional. Conforme já apresentado o estimador da função de risco para pequenas amostras e a distribuição exponencial são ferramentas que utilizam elementos matemáticos e estatísticos que demonstram de forma dinâmica e precisa a real situação da linha produtiva. São ferramentas que fortalecem a gestão fabril, a produtividade da fábrica e fomentam a busca por melhores resultados no desempenho operacional.

Neste contexto cabe frisar que estas ferramentas requerem um alto grau de conhecimento técnico dos colaboradores. Devido a isso o treinamento torna-se fundamental para o sucesso na aplicação destas metodologias. A periodicidade dos cursos e reciclagem de conhecimentos também deve ser constante.

4.5.6 Boas práticas de fabricação

A empresa que foi objeto deste trabalho utiliza como uma de suas ferramentas de controle a política boas práticas de fabricação. Esta ferramenta é utilizada para padronizar e definir prioridades dentro das tarefas de manutenção, bem como na avaliação das operações realizadas nos processos produtivos da fábrica.

Cabe salientar que a utilização desta ferramenta também contempla algumas questões legais relacionadas à legislação em vigor que a empresa precisa atender, devido ao ramo de atividade em que trabalha. Com a utilização desta metodologia de trabalho, a empresa apresenta a documentação necessária para obter a manutenção dos documentos que autorizam a continuidade das atividades fabris.

Apresenta-se como sugestão de melhoria, a revisão, análise e aprimoramento das orientações contidas no documento de boas práticas de fabricação na empresa. Esta atualização além de propiciar uma reciclagem de atividades desnecessárias na fábrica, também coloca a organização em situação favorável, em relação à padronização de atividades, à diminuição de custos com operações que não agregam valor e o aumento da confiabilidade das operações e da qualidade dos produtos produzidos.

5 Conclusão

Foi importante para o bom andamento do trabalho, a identificação da situação atual do sistema fabril pesquisado, bem como assinalar as técnicas e ferramentas de trabalho utilizadas pela gestão da fábrica para controlar o sistema de manutenção da linha de produção.

No decorrer do trabalho foram identificadas inúmeras oportunidades de melhorias para o sistema de gestão de manutenção, sendo que as mais relevantes podem ser citadas como a implantação do *check list*, a revisão da política de boas práticas e a estruturação, de forma adequada, da rotina das atividades de manutenção preventiva e preditiva. A visualização dos indicadores de desempenho da fábrica, bem como o desempenho do setor de manutenção, por parte dos colaboradores através do modelo de gestão visual seguramente irá melhorar desempenho fabril, uma vez que a tendência é de que os colaboradores se comprometam mais com os resultados e com a produtividade da fábrica, identificando com mais facilidade os pontos a serem melhorados dentro do sistema de manutenção da empresa.

Sobre as sugestões de melhorias propostas, ficou evidenciado que a aplicação das ações sugeridas, traz benefícios para a linha produtiva e especialmente para o setor de manutenção. Os benefícios financeiros estimados descritos no item 4.4.1 justificam o investimento da empresa em manutenções preventivas, uma vez que ficou evidenciado que as paradas não programadas trazem um custo adicional anual de cerca de R\$33.750,00.

Mesmo obtendo resultados significativos e com informações baseadas em conceitos concretos, pode-se destacar a grande quantidade de oportunidades de melhorias existentes no ambiente industrial. O campo que abrange as atividades de manutenção nas empresas é um caminho interessante a ser descoberto e seguido pelos profissionais da área devido à dinâmica industrial acelerada e a constante necessidade de aprimoramento dos processos produtivos, fomentada pela busca da melhor produtividade possível nos sistemas produtivos, gerando ganhos e vantagens competitivas das organizações perante o mercado.

Por fim, fica clara a importância do gerenciamento da manutenção na busca de maior disponibilidade de uso dos equipamentos fabris. A boa gestão da manutenção industrial além de gerar resultados positivos em relação à produtividade da fábrica ainda traz grandes benefícios aos custos de produção, com a redução desses custos aumentando consequentemente a lucratividade.

Referências

- ABRAMAN. **A Situação da manutenção no Brasil.** Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/Arquivos/7/7.pdf>>. Acesso em: 07 set. 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462/1994: Confiabilidade e manutenibilidade.** Rio de Janeiro, 1994.
- CAMPOS, V. F. **TQC, Controle da Qualidade Total (no estilo japonês).** Nova Lima – MG: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004.
- FOGLIATO, F. S.; RIBEIRO, J. L. Duarte. **Confiabilidade e manutenção industrial.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de Pesquisa Social.** São Paulo: Editora Atlas, 1999.
- LEAN INSTITUTE BRASIL. **A gestão visual para apoiar o trabalho padrão das lideranças.** Disponível em: <<http://www.lean.org.br/leanmail/74/gestao-visual-para-apoiar-o-trabalho-padrao-das-liderancas.aspx>>. Acesso em: 01 nov. 2014.
- MOUSSA, S. **Manutenção e manutenibilidade de máquinas ferramentas.** São Paulo: Ed. do autor, 2011.
- ROESCH, S. M. A. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso.** São Paulo: Editora Atlas, 2009.
- SHOOK, J. **A gestão visual: a boa, a ruim e a feia.** Disponível em: < <http://www.lean.org.br/artigos/192/a-gestao-visual-%E2%80%93-a-boa,-a-ruim-e-a-feia.aspx> >. Acessado em 28 nov. 2014.
- TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **TPM / MPT: Manutenção produtiva total.** São Paulo: Instituto IMAN, 1993.
- XENOS, H.G.P. **Gerenciando a Manutenção Produtiva.** Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

6TC-A1-A Importância da Utilização das Ferramentas da Qualidade na Redução de Retrabalhos em um Processo Produtivo Industrial

Mario Fernando de Mello
(mariofernandomello@yahoo.com.br – UNIVERSIDADE LUTERNA DO BRASIL)

Jéssica Zanata
(jezanata@gmail.com – UNIVERSIDADE LUTERNA DO BRASIL)

Resumo

Atualmente, a qualidade tem um papel decisivo nas organizações frente à globalização, da abertura de mercados e da conseqüente competição entre organizações. Num sentido mais amplo, a qualidade passou a significar modelo de gerenciamento que busca a eficiência e eficácia organizacionais. Dessa forma, empresas vêm reduzindo os custos da não qualidade, e entre estes, destaca-se os custos de retrabalhos. O presente trabalho tem como objetivo apresentar propostas de melhoria em um processo produtivo, visando reduzir a geração de retrabalhos. As fases do projeto envolvem a utilização de ferramentas da qualidade para levantar as principais causas dos principais problemas, identificados como itens críticos, a análise da eficácia das ações estabelecidas e o gerenciamento do indicador de retrabalhos através da comparação do desempenho real com a meta estabelecida. Como pontos de maior relevância pode-se citar a redução de custos relacionados ao retrabalho, a melhoria da qualidade dos produtos e o monitoramento e acompanhamento do indicador. A partir dos resultados apresentados fica constatada a importância da utilização de metodologia adequada para a melhoria da produtividade e lucratividade.

Palavras chave: *Gestão da qualidade, ferramentas da qualidade, indicador de retrabalho.*

1 Introdução

No cenário onde a concorrência assume escalas globais e posturas produtivas e comerciais cada vez mais agressivas, as empresas buscam reduzir os custos internos envolvidos no preço de venda do produto final, entre eles, os custos de qualidade.

Para ser fornecido ao mercado um produto de qualidade, empresas acabam por se deparar com o alto custo do mesmo. A fim de conseguir um preço competitivo do seu produto e fornecê-lo com qualidade, é preciso diminuir ao máximo o custo de produção e, um dos principais elementos que contribuem para a elevação dos custos de produção é o retrabalho do material durante as suas etapas dentro de um processo produtivo.

Devido à ocorrência desse fator na empresa estudada, este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de melhoria ao processo produtivo através do levantamento dos retrabalhos gerados, quantificação em um indicador de desempenho, aplicação das ferramentas da qualidade para a redução dos custos e análise dos resultados alcançados buscando a melhoria geral do processo.

As análises do cenário atual de sistemas fabris, especificadamente aqui estudados, junto com a fundamentação teórica nos remetem ao seguinte problema de pesquisa: como diminuir o retrabalho e aumentar a produtividade e lucratividade em um processo de fabricação?

Diante desse problema serão usados métodos e ferramentas da qualidade na busca do objetivo aqui proposto. O estudo foi realizado em uma empresa localizada no norte do estado do Rio Grande do Sul, que atua no segmento de fabricação e venda de guinchos, catracas e assemelhados, nas linhas agrícola, avícola, rodoviária e náutica.

2 Referencial Teórico

Neste capítulo serão revistos alguns conceitos e técnicas que embasam teoricamente o presente trabalho.

2.1 Gestão da Qualidade

Atualmente, é indispensável relevar a importância da gestão da qualidade, pois ela assume um papel decisivo no processo de globalização, da abertura de mercados e da competição entre organizações, em busca de competitividade. Qualidade não significa apenas o controle da produção, assistência técnica ou o uso de ferramentas e métodos de gestão, mas sim, passou a significar modelo de gerenciamento que busca a eficiência e a eficácia nas empresas.

Para Paladini (2011), a qualidade deve ser sempre definida de forma a orientar-se para seu alvo específico: o consumidor. Sabe-se que para produzir qualidade não é necessário revolucionar tudo o que se executa; basta dar ênfase às atividades usuais de uma empresa, independente de seu porte, mão de obra, características de mercado, utilidade da tecnologia, entre outros.

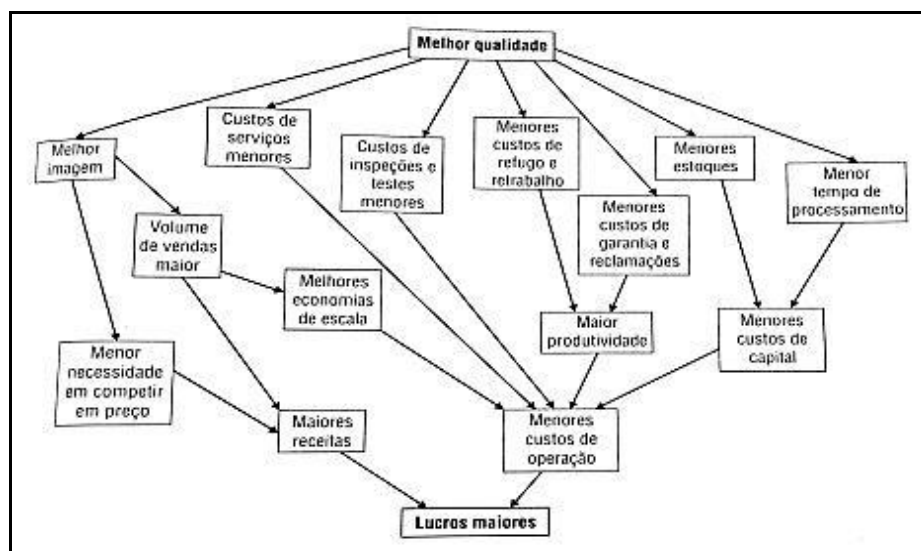
Pode-se dizer que o conceito de gestão da qualidade significa um conjunto de ações sistemáticas destinadas a estabelecer e atingir metas da qualidade, juntamente com o envolvimento de todos os setores, podendo assim ser definida como “gerenciamento da qualidade por toda a empresa” (PALADINI, 2011).

Segundo Slack et.al. (2009), a boa qualidade reduz custos de retrabalho, refugo e devoluções e, mais importante, boa qualidade gera consumidores satisfeitos. Assim, o bom desempenho da qualidade não leva apenas satisfação aos consumidores externos, mas também torna mais fácil a vida das pessoas envolvida na operação.

A gestão da qualidade além de toda importância citada, surgiu para a indústria para atender o nível de exigência do consumidor que aumenta cada vez mais. Segundo Marshall (2007), os consumidores tornaram-se mais exigentes na hora da compra e mais preocupados com o preço e qualidade. A qualidade hoje está muito mais associada à percepção de excelência nos serviços. E quando se fala em serviços está se falando basicamente de pessoas.

A Figura 1 mostra as várias formas pelas quais a qualidade pode afetar vários aspectos de desempenho em uma organização. Lucratividade pode ser melhorada pela qualidade mais alta. Receitas podem ser aumentadas por melhores vendas e preços mais altos no mercado. E, custos podem ser reduzidos pela melhor eficiência e produtividade (SLACK et. al. 2009).

Figura 1: Benefícios da melhor qualidade



Fonte: Slack et.al. 2009

2.2 Ferramentas da Qualidade

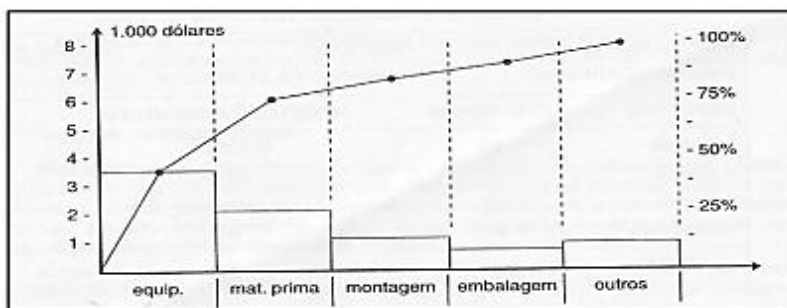
Segundo Paladini (2011), um conjunto de técnicas da qualidade envolve as “ferramentas”, que são dispositivos, procedimentos gráficos, numéricos ou analíticos, esquemas de funcionamento enfim, métodos estruturados para implantação da qualidade total. O uso adequado de cada ferramenta para a situação que se apresenta torna a tarefa mais técnica e em consequência contribui para uma melhor execução da mesma.

2.2.1 Diagrama de Pareto

São gráficos utilizados para classificar as causas que atuam em um determinado processo de acordo com seu grau de importância. Assim, o diagrama de Pareto sugere que se deve prestar total atenção nos elementos críticos existentes, pois os principais defeitos são derivados de um pequeno número de causas. Paladini (2011) recomenda a utilização deste diagrama, pois ele classifica as ocorrências em ordem decrescente de importância, a partir da esquerda. Os elementos sob estudo, apresentados na linha horizontal, são associados a uma escala de valor, que aparece na vertical, constituída em unidades financeiras, frequências de ocorrência, percentuais e número de itens.

As categorias que ficam a esquerda do diagrama de Pareto destacam os elementos mais críticos e esses resultados são interpretados facilmente em função do impacto visual que esta ferramenta proporciona. Além disso, o diagrama de Pareto exemplificado na Figura 2 pode ser usado continuamente, possibilitando a introdução de um processo de melhoria contínua na empresa. Paladini (1997) salienta a importância de sua utilização uma vez que a priorização das ações ficam facilmente visíveis e portanto podem trazer um resultado mais efetivo, mais rapidamente.

Figura 2: Exemplo do Diagrama de Pareto



Fonte: Paladini, 1997

2.2.2 Diagrama de Ishikawa

Também conhecido como Gráfico de Espinha de Peixe ou Diagrama de Causa-Efeito, o Diagrama de Ishikawa, foi criado por Kaoru Ishikawa no ano de 1943. Trata-se de um instrumento utilizado para análise de processos produtivos. A relação causa-efeito segundo Campos (2004) é, sempre que algo ocorre (efeito, fim, resultado) existe um conjunto de causas (meios) que podem ter influenciado. Assim, é possível realizar a separação dos fins de seus meios. Cada processo pode ter um ou mais resultados (efeitos, fins). Para que se possa gerenciar cada processo é necessário medir (avaliar) os seus efeitos.

Corroborando com Campos (2004), Paladini (2011) diz que havendo uma relação bem definida entre as causas e o efeito que geram, o diagrama aplica-se, seja na análise de defeitos, perdas, falhas, no estudo de melhorias ocorridas acidentalmente ou, ainda, na estruturação de decisões relativas a situações que exigem soluções.

2.2.3 Plano de Ação modelo 5W2H

O plano de ação é recomendável para a execução das tarefas identificadas que precisão de correções. A ferramenta 5W2H de acordo com Marshall (2007) é utilizada principalmente no mapeamento e padronização de processos, na elaboração de planos de ação e no estabelecimento de procedimentos associados a indicadores. Ainda segundo Marshall (2007), esta ferramenta é de cunho basicamente gerencial e busca o fácil entendimento através da definição de responsabilidades, métodos, prazos, objetivos e recursos associados.

A nomenclatura 5W2H representa as iniciais de palavras inglesas, descritas na figura 3.

Figura 3: Nomenclatura utilizada no plano de ação

5W					2H	
WHY	WHAT	WHERE	WHEN	WHO	HOW	HOW MUCH
(POR QUE)	(O QUE)	(ONDE)	(QUANDO)	(QUEM)	(COMO)	(QUANTO CUSTA)

Fonte: elaborada pelos autores

2.3 Melhoria de Processo

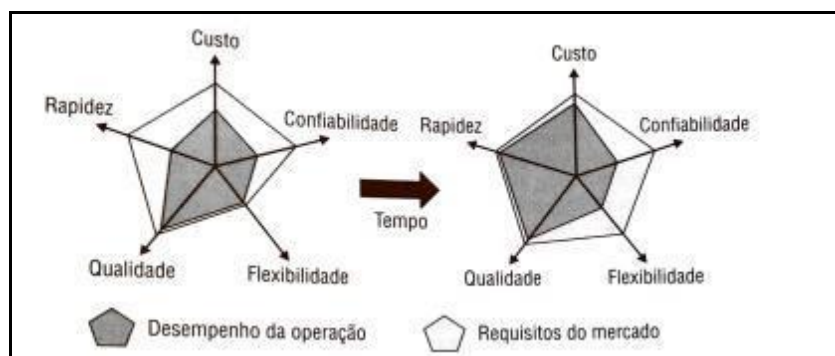
Para Shingo (1996) os processos podem ser melhorados descobrindo, analisando e eliminando perdas nos processos produtivos. O pensamento baseado na redução de custos e na garantia da qualidade dos produtos é um ponto chave na busca da melhoria contínua recomendada pelo mesmo autor. A eliminação de perdas a partir de melhorias na função de operação inclui as melhorias de *setup*, as melhorias em operações auxiliares, as melhorias das folgas de trabalho que podem reduzir sensivelmente as operações desnecessárias e assim reduzindo custos que não agregam valor ao produto.

Ainda para Shingo (1996) eliminar retrabalhos é na verdade parte da melhoria operacional. Na maioria das vezes são tomadas apenas medidas emergenciais quando ocorre um problema. As condições que o causaram podem continuar mascaradas. Por isso o mesmo autor recomenda uma regra simples: a recorrência deve ser evitada.

Neste contexto, Maroto (2007) ressalta a importância do capital intelectual como estratégia em linhas produtivas. O capital intelectual se refere ao conhecimento explícito ou tácito útil para que a empresa possa achar soluções para problemas que se apresentam, além de uma metodologia técnica. O capital intelectual humano é a base para que o conhecimento da organização se manifeste sistematicamente e se interiorize como um princípio, neste caso, da busca da melhoria contínua. Maroto (2007) ainda sugere que a estratégia empresarial é um campo complexo e que a teoria é importante, porém colocar em prática conceitos e princípios de eliminar perdas melhorando a qualidade e reduzindo custos é um grande desafio dentro das organizações. A realidade sempre é muito mais rica que qualquer situação hipotética e a inteligência de uma organização se reflete na busca de um pensamento estratégico que envolva todas as áreas organizacionais.

Para Slack et.al (2009) a necessidade de desempenho da produção vai mudando ao longo do tempo. Nesse sentido quando aplicada metodologia correta de melhoria da eficiência da produção, com o passar do tempo o desempenho vai melhorando e se aprimorando em rapidez, custo e confiabilidade. A figura 4 mostra a mudança do desempenho da operação com o passar do tempo.

Figura 4: Necessidades e desempenho da produção



Fonte: Slack et.al, 2009

2.4 Gestão de Custos

Para Megliorini (2007) a gestão de custos incorporada a uma empresa trás grandes benefícios por que quanto mais intensa a concorrência a que estiver submetida uma organização, mais imprescindível, dispor de um sistema de custos que lhe permita compreender seus custos e, a partir daí, obter uma posição vantajosa diante de seus concorrentes.

Campos (2004) relaciona custo com qualidade. Se a qualidade é melhorada no processo, eliminando-se as causas fundamentais de defeitos, fica evidente que o custo diminui com a melhoria da qualidade. Mesmo assim, ainda se tem a falsa impressão de que qualidade gera custo. O que acontece, segundo Campos (2004) que a não qualidade sim gera custos. Neste contexto, os retrabalhos são grandes geradores de custos que não agregam valor ao produto.

Os custos operacionais da qualidade, de acordo com Robles (2003), são os custos associados com a definição, criação e controle da qualidade, assim como com a determinação do valor e retorno da conformidade com a qualidade, confiança e requisitos de segurança. A mensuração da qualidade através dos custos da qualidade é vista pelos administradores como a forma de se atender a vários objetivos ou questões. Dentre eles Robles (2003) destaca:

- a) Possibilidade de fixar objetivos para a qualidade, priorizando, através do método de Pareto, aqueles que trazem os resultados de forma imediata para a empresa;
- b) Integrar, através dos relatórios de Custos da Qualidade, vários outros relatórios de desempenho. Os valores monetários representariam um denominador comum às informações de indicadores da qualidade;
- c) Aumento da produtividade através da qualidade.

2.5 Indicadores de Desempenho

Estabelecer indicadores é fundamental para monitorar o desempenho de processos, bem como da organização. Para Marshall (2007), os indicadores devem refletir características diretamente vinculadas ao gerenciamento do processo. Os indicadores de desempenho visam ao monitoramento tanto da qualidade quanto da produtividade e capacidade. Os indicadores devem considerar a relação de medidas de desempenho comparadas a metas preestabelecidas. As metas são valores pretendidos e os índices são os resultados efetivamente obtidos. Os índices comparados com as metas revelarão os problemas, representados pelos desvios.

2.6 Importância do Treinamento de Pessoas

O treinamento, segundo Foltran et.al. (2012) é um processo que busca continuamente repassar conhecimentos, atitudes e habilidades de tarefas ou otimização do trabalho, para desenvolver qualidades nos recursos humanos, habilitá-los a serem mais produtivos e contribuir para alcançar os objetivos organizacionais. Ainda segundo os mesmos autores proporcionar um treinamento pode significar para a organização preparar seus funcionários a desenvolver habilidades, conhecimentos, padronização das tarefas e até mesmo mudar o comportamento. Tem como objetivo aumentar o desempenho profissional e motivacional do ser humano, melhorando os resultados e gerando um bom clima organizacional.

Segundo Maroto (2007) entender a empresa desde um enfoque geral é imprescindível não só para dirigentes mas para todo o corpo funcional. O treinamento torna-se importante na medida em que se quer configurar uma cultura organizacional ao longo do tempo. O mesmo autor sugere que há uma relação direta entre cultura organizacional e rendimento, desta forma treinamentos fortalecem a cultura de implantação de estratégias e uma cultura forte é muito positivo para o rendimento das organizações.

3 Procedimentos Metodológicos

A metodologia adotada para o desenvolvimento da pesquisa é de caráter exploratória descritiva. Segundo Gil (2002), as pesquisas descritivas juntamente com as explanatórias são as que mais realizam os pesquisadores preocupados com a atuação prática.

O presente estudo foi realizado no setor de qualidade de uma empresa do ramo metal mecânico de fabricação e venda de guinchos, catracas e assemelhados, nas linhas agrícola, avícola, rodoviária e náutica, localizada no norte do estado do Rio Grande do Sul, no período de janeiro a novembro de 2015. A mensuração dos retrabalhos identificados no processo produtivo fica a cargo do setor de qualidade que, recebe os dados, analisa e toma as devidas providências e ações, a fim de reduzir o índice de retrabalho quantificado em indicadores.

Primeiramente, fez-se a coleta dos dados no setor produtivo, através das fichas de controle de retrabalhos que a qualidade disponibiliza na fábrica. A coleta de dados pode ser feita por meio de: observações, entrevistas, pesquisa bibliográfica, questionários, observação empírica, entre outros. Depois de feita a coleta, tem-se a análise dos dados que segundo Gil (2002) envolve diversos procedimentos: codificação das respostas, tabulação dos dados e cálculos estatísticos.

Após, analisou-se os tipos de retrabalhos e os itens críticos retrabalhados que mais influenciam para o agravamento deste índice e; com a aplicação de ferramentas da qualidade, extraíram-se as possíveis causas e motivos. Com o auxílio dos setores de engenharia e produção, as ações propostas foram postas em prática. Os levantamentos dos dados e as análises correspondentes foram feitas por trimestre, nos três primeiros do ano de 2015. No capítulo 4, resultados, estão demonstrados detalhadamente os procedimentos realizados no primeiro trimestre do ano. No segundo trimestre o procedimento foi idêntico ao executado no primeiro trimestre, no que diz respeito ao uso das ferramentas da qualidade, sendo então elegido outra peça para as otimizações. No terceiro trimestre de 2015 os procedimentos repetiram-se exatamente da mesma forma que os descritos no sub capítulo 4.3 e seus resultados estão demonstrados no final do capítulo 4.

4 Resultados

Neste capítulo serão demonstrados os resultados obtidos através da aplicação da metodologia descrita, com as otimizações efetuadas. A solução de melhoria buscou reduzir os índices de retrabalhos através da identificação do que pode ser melhorado e ainda medir o desempenho organizacional através do tempo com a mensuração em indicadores.

4.1 Coleta e registro dos dados

Os dados foram coletados através dos registros feitos pelos operadores nas Fichas de Controle de Retrabalhos por setor. Fica a cargo do setor da qualidade a distribuição e reposição das fichas para o setor produtivo, conforme modelo da figura 5.

Figura 5: Ficha de controle de retrabalhos

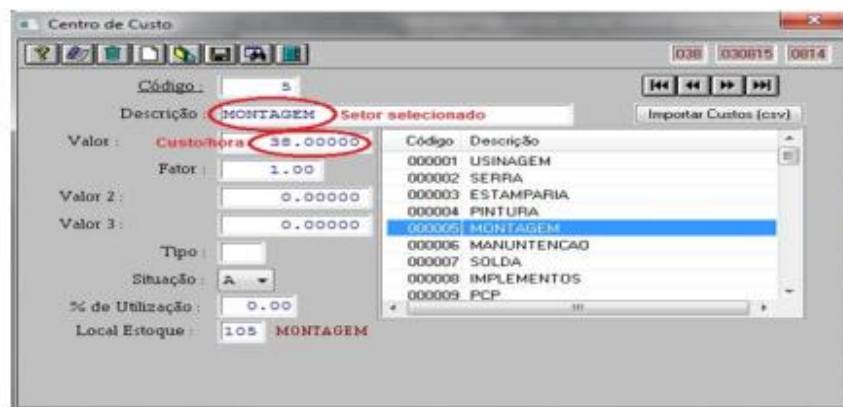
FICHA DE CONTROLE DE RETRABALHOS POR SETOR									
DEVE SER PREENCHIDO POR QUEM DETECTOU O PROBLEMA			DEVE SER PREENCHIDO POR QUEM CORRIGIU A PEÇA NÃO CONFORME E/OU REALIZOU O RETRABALHO						
Código	Causa do retrabalho	QTD	Sector Gerador do Erro	Local do Retrabalho (Onde será feito)	Oper.	Descrição da operação	Data	Hora Início	Hora Fim

Fonte: Disponibilizada pela empresa

4.2 Indicador de desempenho, estratificação dos itens críticos e tomada de ações

Trimestralmente é feito o balanço de todos os retrabalhos. São calculados os custos através do tempo (em horas) de retrabalho de cada produto ou peça multiplicado pelo valor/hora do setor respectivo em que o produto ou peça foi retrabalhado. Esse valor/hora de mão de obra de cada setor é retirado do centro de custo do Prodesys, software industrial que a empresa utiliza, mostrado na figura 6.

Figura 6: Tela do software Prodesys com os centros de custos



Fonte: Elaborada pelos autores

4.3 Observações no primeiro trimestre de 2015

No primeiro trimestre do ano fechou-se o valor total dos retrabalhos foi de R\$ 11.880,24. Como a meta estabelecida para este trimestre era de R\$ 7.500,00, observa-se um desempenho insatisfatório em relação aos retrabalhos.

De acordo com este desempenho indesejável, elegeram-se os itens mais críticos, ou seja, os que mais geraram custos com o retrabalho, para serem analisadas suas causas e eliminá-las, com o intuito de diminuirmos esse valor. A figura 7 demonstra estes itens de retrabalho relativos ao primeiro trimestre de 2015.

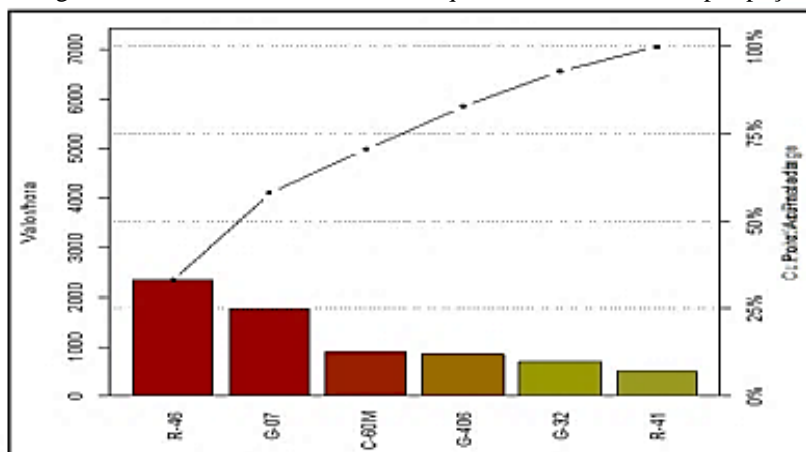
Figura 7: Itens críticos retrabalhados no primeiro trimestre 2015

CÓDIGO DA PEÇA	MOTIVO DO RETRABALHO	VALOR/HORA
C-60M	Rebarbas na furação	R\$ 887,83
G-07	Rebites menores nas engrenagens	R\$ 1.760,43
G-32	Caixa com medidas não conforme - Furação menor que o especificado	R\$ 708,40
G-406	Suporte pinhão com dobra não conforme	R\$ 859,35
R-41	Roldana pouco prensada - Furação desalinhada	R\$ 500,42
R-46	Roldana pouco prensada - Furação desalinhada	R\$ 2.338,08

Fonte: Elaborada pelos autores

De posse destes dados, foi possível realizar a priorização dos problemas através Diagrama de Pareto, representado pela figura 8. Na figura 8 estão demonstrados os dados ordenados pela frequência de ocorrência, da maior para a menor.

Figura 8: Gráfico de Pareto com as frequências de ocorrências por peça



Fonte: Elaborada pelos autores

Por meio do Diagrama de Pareto foi possível identificar que o maior índice de retrabalho é proveniente do item R-46 ROLDANA TETO 80 MM com um custo/hora total de R\$2.338,08, representando aproximadamente 33% de retrabalho em relação aos itens críticos, mostrados na figura 9.

Figura 9: Frequências de retrabalhos por peças

Peça	Frequência	Freq. Acumulada	Porcentagem	% Acumulado
R-46	2338,08	2338,08	33,14	33,14
G-07	1760,43	4098,51	24,95	58,1
C-60M	887,83	4986,34	12,59	70,68
G-406	859,35	5845,69	12,18	82,86
G-32	708,4	6554,09	10,04	92,91
R-41	500,42	7054,51	7,09	100

Fonte: Elaborada pelos autores

Foram estratificadas as causas do motivo pelo qual está gerando esse alto índice por meio do Diagrama de Ishikawa, mais conhecido como Diagrama de Causa e Efeito, de acordo com o 6M's (Método, Máquina, Medida, Mão-de-Obra, Material), conforme pode ser visualizado na Figura 10.

De posse destas informações, detectou-se as principais causas pelas quais vinham ocorrendo um grande número de retrabalhos da Roldana de 80MM. A principal causa deu-se pelo desgaste nos gabaritos, em função do tempo que estavam sendo utilizados no setor de estamparia; o RFE-023 responsável por rebitar o carretel da roldana e o RFE-049, responsável pela estampagem (furação) do carretel. Também, outra causa detectada foi a mão de obra proveniente do setor de estamparia, ou seja, operadores além de não realizarem a auto inspeção de forma correta, a faziam com uma frequência menor do que a estabelecida na tabela de inspeção conforme NBR 5425 e 5426.

Figura 10: Diagrama de Ishikawa com o efeito provocado na roldana analisada



Fonte: Elaborada pelos autores

A partir dessas informações, foi elaborado um plano de ação com o intuito de atingir os objetivos de redução no índice e consequentemente nos custos dos retrabalhos. O plano de ação demonstrado na figura 11 segue o modelo do 5W2H que faz o arranjo das atividades desenvolvidas.

Figura 11: Plano de ação

PLANO DE AÇÃO 1º TRIMESTRE						
O QUE FAZER? (WHAT)	QUANDO (WHEN)	QUEM (WHO)	ONDE (WHERE)	COMO (HOW)	PORQUE (WHY)	QUANTO R\$ (HOW MUCH)
Separar peças que não se encontram em conformidade no lote que está sendo produzido.	Março	Jéssica Zanata	Estamparia	De posse dos desenhos e de uma amostra de peças corretas, separar e refugar as peças não conformes.	Para não afetar a qualidade do produto final.	R\$ 0,00
Acompanhamento da produção de um lote e propor/delegar as ações que devem ser feitas nos gabaritos.	Março	Jéssica Zanata	Estamparia	Acompanhar o operador no setor de estamparia no momento da rebtagem e estampagem do carretel	A fim de analisar e ver o que pode ser alterado nos gabaritos	R\$ 0,00
Alterar o pino guia central da ferramenta RFE-023	Abril	Coordenador de manutenção	Manutenção	Reduzir a folga que possui hoje de 0.3mm, para 0.1mm.	Para que na hora de rebitar, a roldana tenha menos chance de ficar deslocada.	R\$ 0,00
Realizar reparos gerais na ferramenta de estampo RFE-049	Maio	Coordenador de engenharia e Jéssica Zanata	Engenharia	Aumentar diâmetro do furo central de Ø13 para Ø13,2mm; substituir algumas peças usadas por novas.	Com a finalidade de diminuir a altura do repuxe e conservar o gabarito em boas condições	R\$ 2.000,00
Orientar operadores quanto a importância da auto inspeção e da utilização da Tabela de Inspeção NBR 5425 e 5426.	Maio	Jéssica Zanata	Estamparia	Através de um Diálogo da Qualidade.	Para aumentar a qualidade das peças produzidas e detectar rapidamente possíveis irregularidades	R\$ 0,00

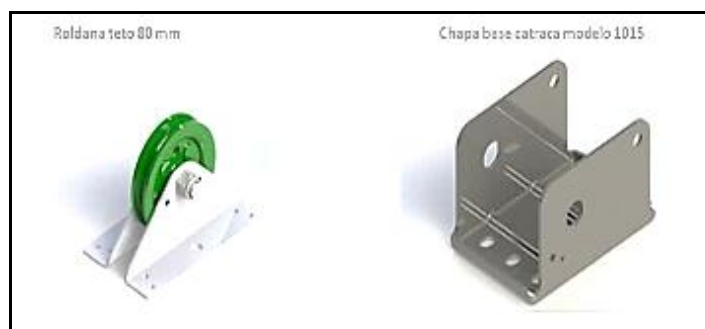
Fonte: Elaborada pelos autores

Após serem definidas as ações com seus respectivos responsáveis, as mesmas foram executadas de acordo com o planejamento. No que diz respeito aos gabaritos, alguns de seus dimensionais foram alterados e foram realizados reparos, como a substituição de algumas peças usadas por novas, atingindo assim os objetivos propostos.

As ações que determinavam a orientação quanto à auto inspeção e sua frequência, foram facilmente atingidas pelo Diálogo da Qualidade feito com os operadores e, eles foram instruídos quanto a utilização correta dos gabaritos.

Na figura 12 mostra-se as duas peças que foram eleitas pela aplicação das ferramentas da qualidade, para serem trabalhadas na redução dos retrabalhos.

Figura 12: Modelo das peças que foram eleitas para redução dos retrabalhos



Fonte: Elaborada pelos autores

4.4 Observações do segundo trimestre de 2015

No segundo trimestre de 2015 a metodologia de trabalho usada foi semelhante à usada no primeiro trimestre, com a diferença na escolha da peça a ser trabalhada. De posse das informações que constam na figura 13, o item com mais criticidade retrabalhado é o C-184 CHAPA BASE CATRACA MOD 1015, representando aproximadamente 57% de retrabalho em relação aos itens mais críticos.

Figura 13: Identificação da peça a ser trabalhada

<i>Código</i>	<i>Frequência</i>	<i>Freq. Acumulada</i>	<i>Porcentagem</i>	<i>% Acumulado</i>
C-184	3059,4	3059,4	56,86	56,86
G-38	1209,65	4269,05	22,48	79,34
R-04	590,33	4859,38	10,97	90,32
R-08	521,02	5380,4	9,68	100

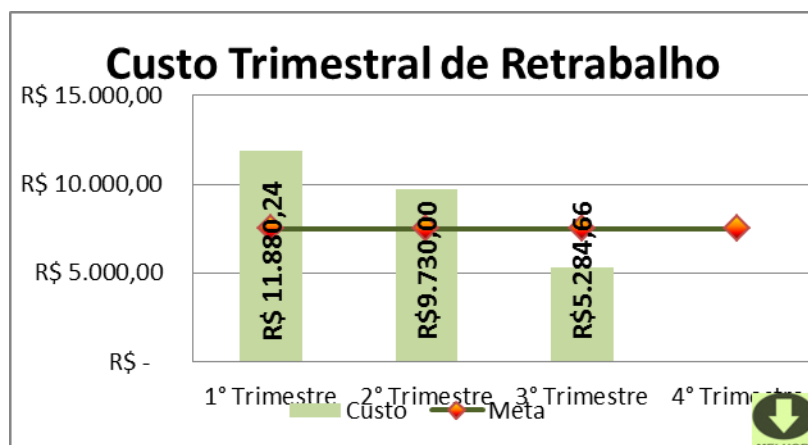
Fonte: Elaborada pelos autores

4.5 Demonstração dos resultados finais

Como resultado de todas as melhorias no primeiro, segundo e terceiro trimestres, em relação aos itens críticos que mais geravam retrabalhos, obteve-se uma redução relevante do custo de retrabalhos de modo a atender o objetivo de estabelecer-se abaixo da meta de R\$ 7.500,00. O indicador, representado pela Figura 14, demonstra visivelmente essa redução de trimestre para trimestre. Antes das propostas de melhoria, o custo do retrabalho encontrava-se em R\$ 11.880,24, acima da meta de R\$ 7.500,00. Depois de serem atendidos os objetivos específicos em, coletar os dados dos retrabalhos, levantar quais os tipos gerados no processo produtivo, apontando e tratando os itens críticos através da aplicação de ferramentas da qualidade e planos de ação, pode-se comparar o desempenho atual com a meta estabelecida.

Com as melhorias, o custo do retrabalho foi decaindo de trimestre a trimestre, ficando em R\$5.284,66, no último trimestre avaliado. Esse desempenho real está abaixo da meta estabelecida de R\$7.500,00. Desta forma fica evidenciado que a redução dos retrabalhos traz benefícios à organização. Importante salientar, também, que como trata-se de melhoria contínua, as avaliações de outras peças também serão feitas com objetivo de redução de retrabalhos.

Figura 14: Comparação da redução dos custos de retrabalho nos trimestres



Fonte: Elaborada pelos autores

5. Conclusão

Com a detecção do alto índice de retrabalhos, foi possível elencar os itens críticos e aplicar as ferramentas da qualidade, tratando as causas raízes dos problemas e posteriormente, delegando ações com prazos, que foram efetivamente cumpridos. Assim, com o indicador observamos que o custo de retrabalho, que antes estava em R\$ 11.880,24, acima da meta, reduziu-se para R\$ 5.284,66, ficando abaixo da meta estabelecida, diminuindo o custo da qualidade ou da não qualidade em aproximadamente 44%.

Desta forma, o gerenciamento dos indicadores de retrabalho é de grande valia, pois irá promover não só a melhoria da qualidade dos produtos, mas também aumento da produtividade com a redução de tempos improdutivos e a redução dos custos vinculados, podendo assim, ser aplicado em qualquer empresa que queira ser competitiva no mercado e ter uma melhor posição frente aos concorrentes.

Finalizando considera-se atingido o objetivo principal do trabalho, visto que ficou demonstrado que o uso de uma metodologia, neste caso, as ferramentas da qualidade, é de extrema importância para a organização. Além de atingir resultados financeiros com a redução dos custos é importante destacar a internalização do uso das ferramentas da qualidade nos diversos setores da empresa, contribuindo para a cultura da melhoria contínua entre os funcionários da organização.

Referências

CAMPOS, V. F. TQC, Controle da Qualidade Total (no estilo japonês). Nova Lima – MG: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004.

FOLTRAN, C.U. et.al. Treinamento e Desenvolvimento de Pessoas: o sucesso das organizações. Disponível em: http://fgh.escoladenegocios.info/revistaalumni/artigos/esEspecialMaio2012/vol2_noespecial_artigo_29.pdf. Acesso em 11 nov. 2015.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MAROTO, J.C. Estrategia, de la visión a la acción. Madrid : Esic Editorial, 2007.

MARSHALL J. I. Gestão da Qualidade. 8 ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007.

MEGLIORINI, E.. Custos análise e gestão. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

PALADINI, E. P. Qualidade total na prática: implantação e avaliação de sistemas de qualidade total. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1997.

PALADINI, E. P. Gestão da Qualidade: teoria e prática. 2. ed. – 11. reimpr. – São Paulo: Atlas, 2011.

ROBLES J.A. Custos da Qualidade: aspectos econômicos da gestão da qualidade e da gestão ambiental. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

SLACK, Nigel et. al. Administração da Produção. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SHINGO, S. O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção. 2. ed. – Porto Alegre: Bookman, 1996.

7TC-A1 -O Uso do Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) na Análise e Melhoria de Desempenho Operacional

Léony Luis Lopes Negrão
(leony@uepa.br - UEPA)

Moacir Godinho Filho
(moacir@dep.ufscar.br – DEP/UFSCar)

Resumo

Este artigo tem como objetivo central, a exposição de uma análise do processo produtivo de uma agroindústria de beneficiamento de polpa de fruta, e mediante utilização de práticas e princípios da produção enxuta em especial o Mapeamento de Fluxo de Valor (Value Stream Mapping – VSM), o qual possibilitou a identificação das atividades que não agregam valor ao produto. O trabalho foi realizado por meio de visitas na empresa para o levantamento de dados e informações utilizando técnicas de entrevistas não estruturadas com o gerente da empresa, cronometragem e filmagem do processo produtivo, para o levantamento de parâmetros que viabilizasse a elaboração de mapas do estado atual e proposição de mapas do estado futuro do processo produtivo da referida agroindústria. Os resultados evidenciam eficácia do VSM, concernente a clara exibição dos pontos a serem melhorados nas diversas etapas do processo produtivo. Conseguiu-se chegar a avanços significativos no processo atenuando drasticamente os desperdícios no fluxo interno de matérias e pessoas.

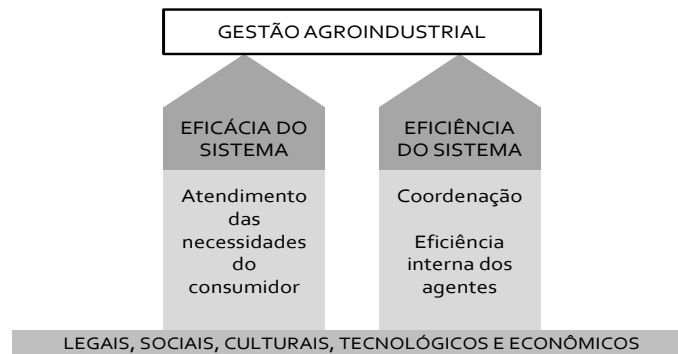
Palavras chave: Produção Enxuta; Lean; Mapeamento de Fluxo de Valor; Agroindústria.

1 Introdução

Um dos maiores desafios organizacionais ao longo do tempo, sempre foi conseguir produzir cada vez mais com a mesma capacidade produtiva e com uma qualidade superior. Esta busca contínua pelo aperfeiçoamento ininterrupto tem forçado as organizações a focalizarem nas atividades de processos produtivos que verdadeiramente agregam valor aos produtos. O mesmo ocorre com os empreendimentos agroindustriais, em especial ao objeto de análise deste trabalho, uma agroindústria de processamento de polpas de frutas de grande porte sediada em um município do interior do Estado do Pará, distante a 208 km da capital paraense.

Segundo o Diretor Industrial da empresa, há atualmente cerca de 100 funcionários na fábrica, e são processadas polpas de açaí, maracujá, cupuaçu, acerola, graviola, muruci, taperebá e abacaxi. As polpas são comercializadas congeladas e pasteurizadas em pacotes de 100g, 1Kg e em tambores de 190L. Os maiores consumidores são os estados do Pará e Amapá e em termos de exportação o maior consumidor é o Japão. Ainda segundo mesmo Diretor, no tocante a programação diária, o departamento de controle da produção faz o planejamento e o transmite para o gerente de produção. Esse planejamento e programação têm como base as informações de vendas históricas do último ano e as oscilações nos estoques no mesmo período. Em seguida o gerente de produção libera as ordens de fabricação para os supervisores de todos os departamentos. Essas atividades de planejamento, programação e controle da produção perfazem um conjunto de ações e decisões concernente ao gerenciamento da produção. E no que tange ao gerenciamento de sistemas agroindustriais, o desafio está resumido na busca das condições para atingir patamares aceitáveis de efetividade deste sistema, vide Figura 1.1, em um contexto mais amplo que envolve aspectos legais, sociais, culturais, tecnológicos e econômicos.

Figura 1.1 – Gestão Agroindustrial



Fonte: Batalha (2009)

O Diretor Industrial continua explicando que as especificidades dos sistemas agroindustriais, no tocante ao gerenciamento de processos, são destacadas pela sazonalidade, perecibilidade e qualidade da matéria prima e do produto final. O que deve ser considerado como restrições iniciais da gestão agroindustrial para alcançar os padrões de efetividade.

Outrossim, como forma de resolver problemas de coordenação da cadeia de produção e de baixa competitividade, surgiram novas formas de gestão da produção, como o Sistema Toyota de Produção – *TPS* (*Toyota Production System*), desenvolvido na *Toyota Motor Company*, no Japão, após a Segunda Guerra Mundial, por Taiichi Ohno (OHNO, 1997).

O Sistema Toyota de Produção ou Sistema de Produção Enxuta (SPE) busca especificar valor, alinhando adequadamente as atividades que criam valor e se apresentam eficazmente durante as realizações. Ou seja, busca eliminar tudo o que não agrega valor ao produto, o que é chamado de perdas, tendo como referência os clientes (LIKER, 2005; LIKER, MEIER, 2007; ROTHER & SHOOK, 2003; WOMACK ET AL., 1992).

A constante minimização ou eliminação destas perdas resulta em reduções de *lead time* e despesas operacionais, tornando os processos produtivos mais enxutos e flexíveis, e, em consequência, a empresa mais competitiva na economia global. Vale salientar que para uma empresa ser competitiva, a utilização de uma produção enxuta não é necessariamente suficiente, ela deve ter um pensamento enxuto em todas as suas atividades. E para minimizar os desperdícios de produção, seus efeitos, e prosseguir com a busca contínua de “zero defeitos, tempo de preparação zero, estoque zero, movimentação zero, quebra zero, *lead time* zero e lote unitário”, a Produção Enxuta lança mão de algumas práticas como o *Layout* Celular, o *Kanban*, o Mapeamento do Fluxo de Valor, entre outras. O Mapeamento do Fluxo de Valor foi introduzido por Mike Rother e John Shook (ROTHER & SHOOK, 2003), é um método de modelagem de empresas onde são mapeados os fluxos de todos os materiais e informações dos processos.

Diante do exposto o artigo tem como objetivo mapear o processo produtivo de beneficiamento de polpas de frutas de uma agroindústria, por meio da metodologia do VSM, identificando as atividades que não agregam valor ao produto durante o processamento, tendo os resultados como subsídio de apoio às tomadas de decisão quanto às melhorias a serem implementadas nesse processo.

2 Lean production

O Sistema Toyota de Produção (STP) foi criado nos anos 50 pela *Toyota Motor Corporation*. A Toyota encontrava-se inserida no cenário japonês subsequente à Segunda Guerra Mundial, em que a economia fora devastada pela guerra e o mercado interno era muito restrito. A empresa possuía recurso e capital escasso, e as demandas dos consumidores eram baixas demais para justificar cada linha de montagem completamente dedicada a um único modelo. Assim, para se tornar competitiva, a empresa precisaria produzir pequenos volumes de distintos modelos, empregando a mesma linha de montagem, com alta qualidade e recursos limitados, de forma a eliminar os desperdícios e otimizar todos os processos de produção que estivessem interligados. Foi nesse contexto que a empresa criou o STP e se tornou o que é hoje, uma das maiores companhias automobilísticas do mundo (LIKER, 2005; LIKER E MEIER, 2007; WOMACK ET AL., 1992).

2.1 Mapeamento de fluxo de valor (Value Stream Mapping – VSM)

Rother e Shook, (2003) conceituam o VSM, como um processo de identificação de todas as atividades específicas que ocorrem ao longo do fluxo de valor referente a um produto ou família de produtos. É uma ferramenta desenvolvida e difundida mundialmente pelos próprios autores. Para a elaboração do VSM, Rother e Shook (2003) desenvolveram um manual prático para uso empresarial que estabelece uma sequência lógica de etapas.

Concernente à simbologia empregada é importante ressaltar que nada impede de que outros símbolos sejam criados na ocasião do mapeamento, mas o importante é que todos os envolvidos no projeto possam compreendê-los. Alguns dos ícones associados a essa ferramenta estão representados nos Quadros 2.1 e 2.2.

3 Procedimentos metodológicos



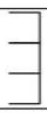



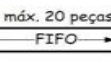




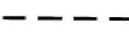
Segundo Silva e Menezes (2005), toda pesquisa deve ser classificada de acordo com alguns critérios, tais como: natureza da pesquisa, objetivos, forma de abordagem do problema e procedimentos técnicos. Do ponto de vista da natureza da pesquisa, este estudo se insere como pesquisa aplicada, pois é uma aplicação prática para solução de um problema específico. Com relação a abordagem do problema de pesquisa, na visão de Miguel et al.,(2010) e Marconi e Lakatos (2007), na abordagem quantitativa, o pesquisador deve capturar as evidências da pesquisa por meio da mensuração das variáveis, bem como, pouco interfere nas variáveis de pesquisa. Todavia na abordagem qualitativa o ambiente de pesquisa é o próprio ambiente dos indivíduos. Dessa forma, a realidade subjetiva dos envolvidos é fundamental.

Quadro 2.1 – Ícones de materiais e de informação

Ícones do Fluxo de Materiais			Ícones do Fluxo de Informação		
Símbolo	Nome	Função	Símbolo	Nome	Função
	Processo	Demonstrar os processos existentes.		Fluxo de informação manual	Indicar o fluxo de informação manual.
	Fontes externas	Representar clientes e fornecedores.		Fluxo de informação eletrônica	Indicar o fluxo de informação eletrônica.
	Caixa de dados	Registrar os dados de um processo.		Informação	Descrever um fluxo de informação.
	Estoque	Demonstrar a quantidade e o tempo de cobertura de estoque.		Kanban de produção	Dar permissão a um processo de quanto e o que produzir.
	Entregas	Indicar a frequência das entregas.		Kanban de retirada	Dar permissão de quanto e o que pode ser retirado.
	Movimento de material empurrado	Representar o movimento de materiais na produção empurrada.		Kanban de sinalização	Indicar quando o ponto de reposição é alcançado em kanbans por lote.

Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)

Quadro 2.2 – Ícones de materiais e de informação

	Movimento de produtos acabados e de matéria-prima	Representar o movimento de materiais do fornecedor ou para o cliente.		Bola para puxada sequenciada	Dar permissão para produzir uma quantidade de tipos pré-determinados (sistema sem supermercados).
	Supermercado	Representar um estoque controlado de peças usado para puxar a produção.		Posto de kanban	Representar o local onde o kanban é coletado e mantido para transferência.
	Retirada	Indicar materiais sendo puxados, geralmente de um supermercado.		Kanban em lotes	Representar o kanban chegando em lotes.
	Fluxo sequencial (primeiro a entrar, primeiro a sair)	Representar a transferência sequencial de quantidades controladas.		Nivelamento de carga	Identificar o procedimento para nivelar o <i>mix</i> e o volume de kanbans (<i>heijunka</i>).
	Linha do tempo	Registrar o <i>lead time</i> de produção e os tempos de processamento.		Verificar (programação "vá ver")	Indicar a necessidade de verificar os níveis de estoque para ajustar a programação.
	Paradas no Processo	Demonstra a quantidade e o tempo de paradas.		Linha de Simultaneidade	Representar as atividades que estão sendo realizadas em simultaneidade.

Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)

Rother e Sook (2003), afirmam que o VSM, é uma ferramenta importante exatamente por descrever como a empresa deve operar para ter um fluxo de processo enxuto (análise qualitativa) para alcançar os números/metastas esperados (análise quantitativa), assim evidencia-se que a forma de abordagem do problema se classifica combinada ou mista.

A partir das definições citadas a pesquisa se classifica com o princípio exploratório, o que propiciou maior familiaridade com o problema, tornando-o explícito. Ademais foi aplicado o modelo de produção enxuta, baseado nos princípios do Sistema Toyota de Produção, empregando como principal ferramenta o Mapeamento do Fluxo de Valor em uma agroindústria de polpas de fruta. A coleta de dados ocorreu por meio de pesquisa documental referente ao assunto; observação *in loco* dos aspectos produtivos: *layout*, movimentação, armazenamento, tempos de processo, e da medição dos ciclos, empregados por meio de cronômetro digital. Para auxílio e uniformização dos dados durante a coleta, aplicou-se um *check-list* para registro de variáveis, e utilização de planilha eletrônica para registro e tratamento dos dados para definição dos Mapas do Estado Atual do objeto de pesquisa e análise dos parâmetros.

4 Aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor

O estudo foi realizado em uma agroindústria de polpa de frutas localizada na Região Nordeste do Estado do Pará, que apresenta expertise na produção de polpas congeladas e pasteurizadas com atuação no mercado local, nacional e internacional, e que representa um importante agente econômico para o município e para o Estado. Entre os produtos fabricados pela agroindústria, já apresentados na seção 1, o estudo focou no processo da polpa de abacaxi, visto que esta matéria prima estava disponível no período de realização do trabalho *in loco*. Não obstante, o processo de produção é o mesmo para todas as matérias primas, com exceção da polpa de açaí, o que se considerou para o processamento do abacaxi, poderá ser perfeitamente aplicado ao beneficiamento de outras frutas. A elaboração dos Mapas do Estado Atual do processo produtivo compreendeu todas as etapas do processo de produção para as polpas de 1kg e de 100g.

4.1 Mapa do estado atual de 1kg

O maior tempo no processo considerado desde a etapa de Descarregamento até a etapa de Envase é derivado desta última fase, para este produto, no valor de 3,63seg/kg e definido como tempo total de processamento, visto que essas atividades ocorrem em simultaneidade. Após o Envase, as polpas permanecem em estoque no Túnel de Congelamento em lotes de 7.717kg em média por 3,8 dias. Isso leva a um tempo de processamento de 42,5seg/kg para esta etapa. E então, segue para a fase de Encaixotamento com um tempo de processamento de 1,9seg/kg. O *lead time* total passa a ser a soma das etapas de Envase, Túnel de Congelamento e Encaixotamento, no valor de 48,03seg/kg. O que pode ser verificado na Figura 4.1.

4.2 Mapa do estado atual de 100g

Para o produto de 100g, a etapa de Envase também apresentou o maior tempo de processamento, desde a fase de Descarregamento, no valor de 5,15seg/kg, definido como tempo total de processamento conforme supramencionado na seção 4.1. Após o Envase, as polpas ficam em estoque no Túnel de Congelamento em lotes de 5.919kg em média por 6,85 dias com um tempo de processamento de 99,98seg/kg. Segue para a etapa de Encaixotamento, com o tempo de processamento de 6,22seg/kg. O *lead time* total, conforme seção 4.1, para este produto é de 111,35seg/kg. Todos esses parâmetros estão disponíveis na Figura 4.2.

4.3 Mapa do estado futuro de 1kg

A proposição de mapas futuros foi proveniente de análises dos mapas atuais alertados pela necessidade de se aprimorar o fluxo de valor e minimizar as perdas do processo. Conforme adotado nas seções 4.1 e 4.2, a somatória das etapas de Envase, Túnel de Congelamento e Encaixotamento levam a um *lead time* de 22,39seg/kg para o mapa futuro proposto na Figura 4.3.

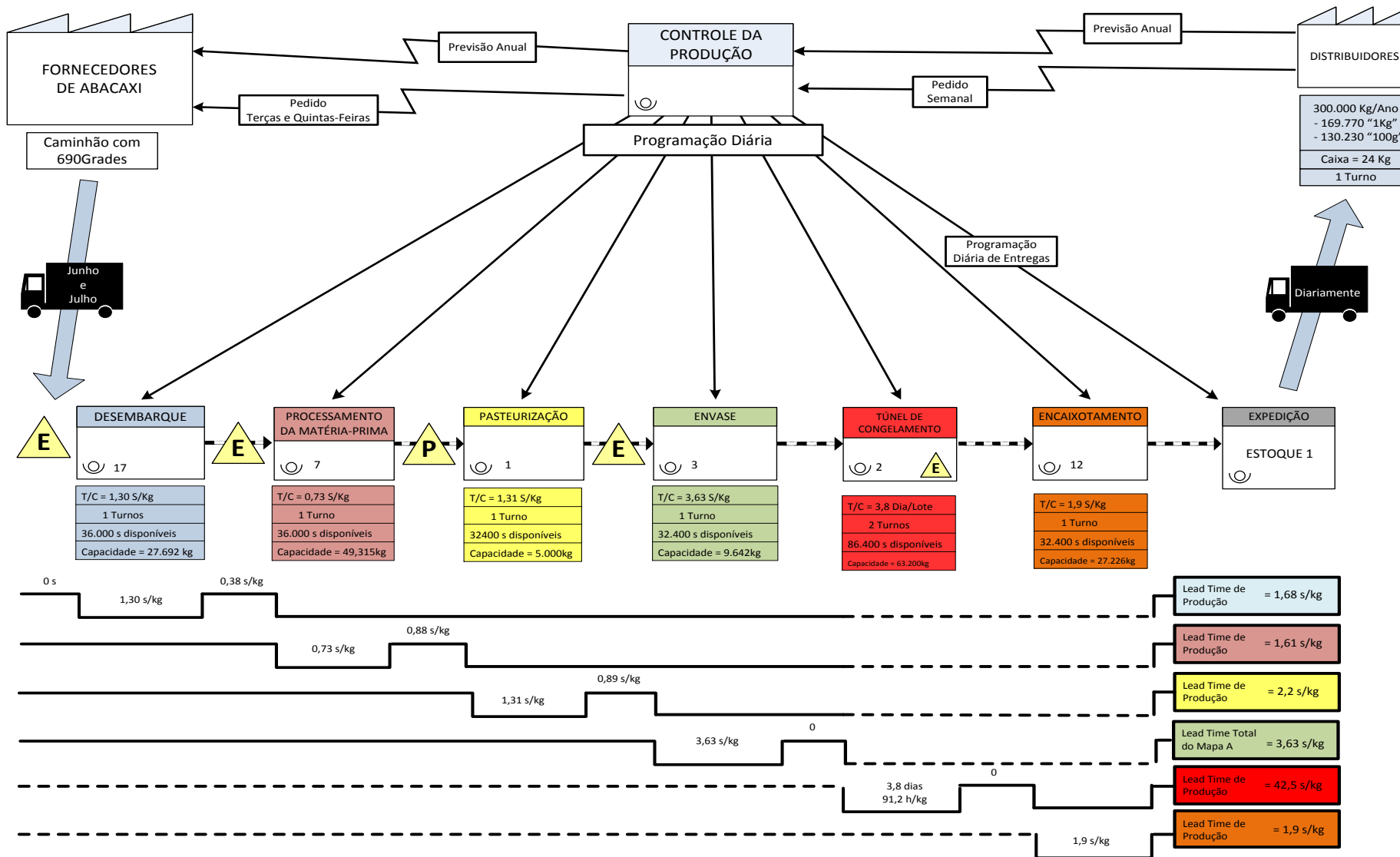
4.4 Mapa do estado futuro de 100g

Para este produto, a somatória das etapas de Envase, Túnel de Congelamento e Encaixotamento levam ao *lead time* de 6,01seg/kg (proposição A – balanceamento por do *takt time*), 3,5seg/kg (proposição B – mudança no *layout* da etapa de Encaixotamento) e 2,92seg/kg (proposição C – mudanças na embalagem do produto) para o mapa futuro proposto na Figura 4.4.

4.5 Discussão dos resultados

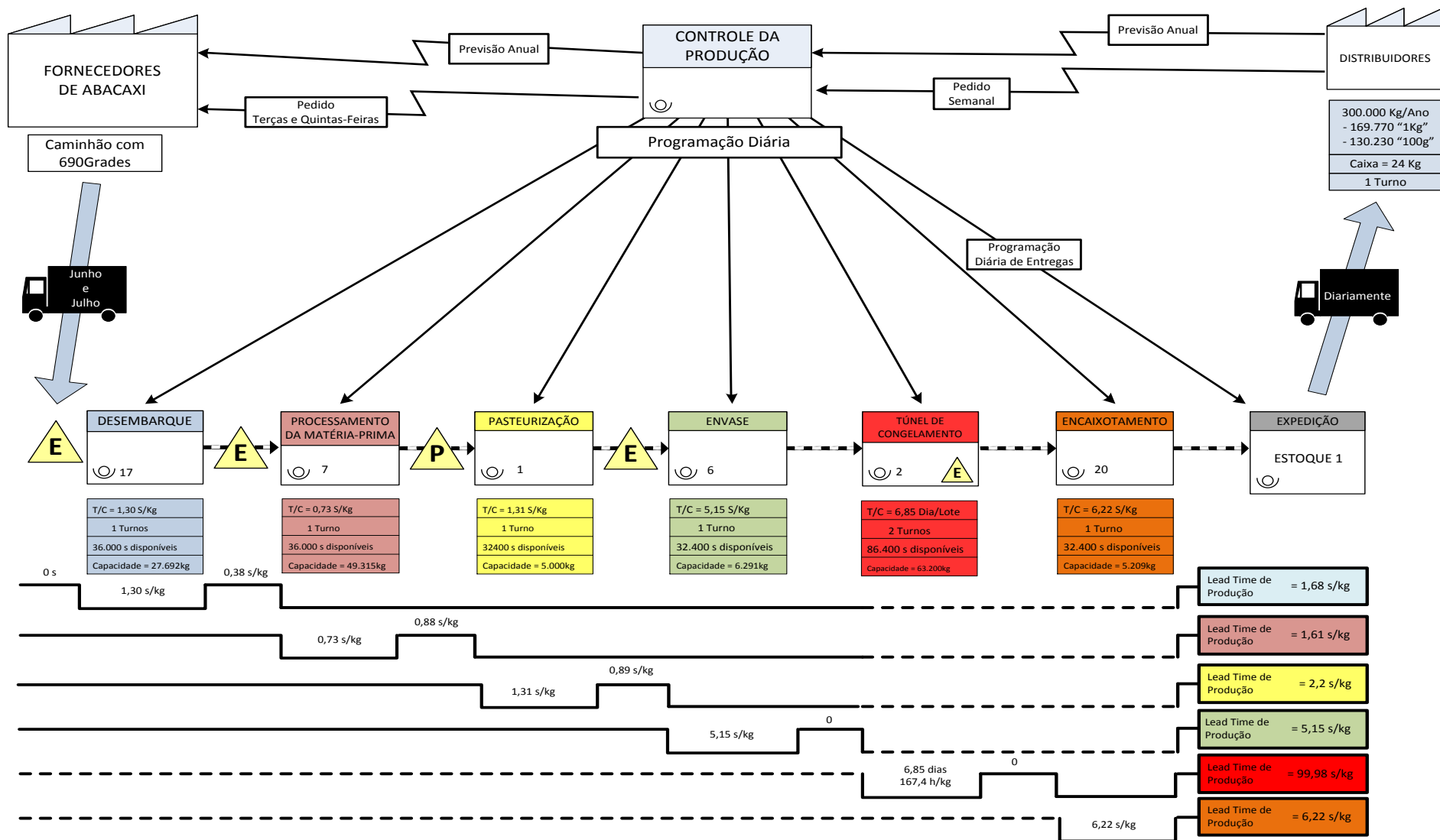
Com implementação das mudanças sugeridas e registradas pelos mapas futuros, projeta-se melhorias no desempenho do processo de produção, em relação ao estado atual, com redução no *lead time* da polpa de 1kg de 45,18% e para a polpa de 100g a redução foi em média (devido as proposições A a C) de 52,68%. Observa-se também, a redução de 9,78% no *takt time* e o acréscimo de 7,14% no número de trabalhadores (polpa de 1kg) em face do nivelamento do processo proposto (polpa de 100g). O novo *layout* proposto possibilitará redução de *muda* com inventários, transporte, movimentação, espera, estoque em processo e, possivelmente, de *lead time*.

Figura 4.1 – Mapa Macro do estado atual embalagem de 1Kg



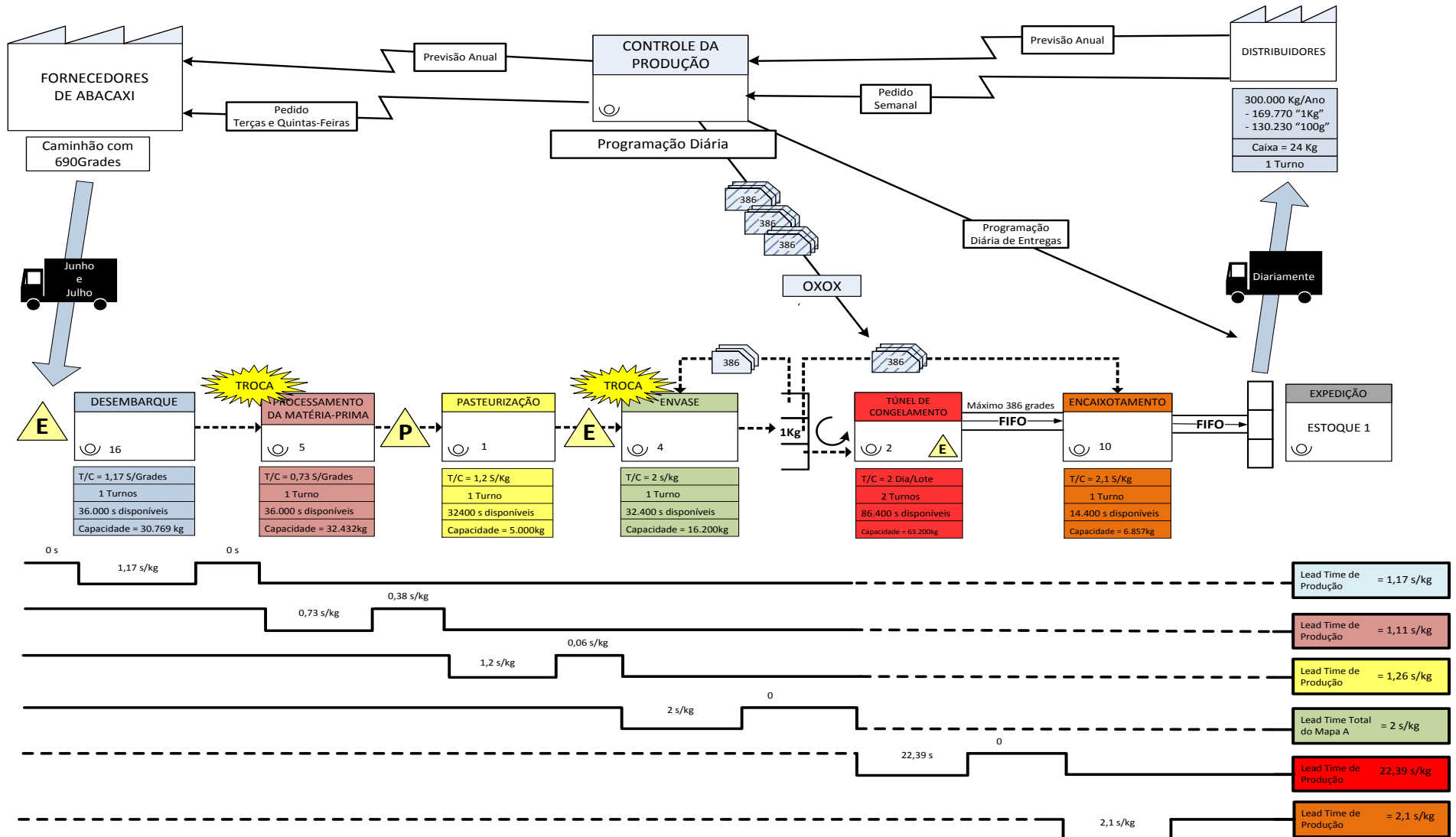
Fonte: Autores (2016)

Figura 4.2 – Mapa Macro do estado atual embalagem de 100g



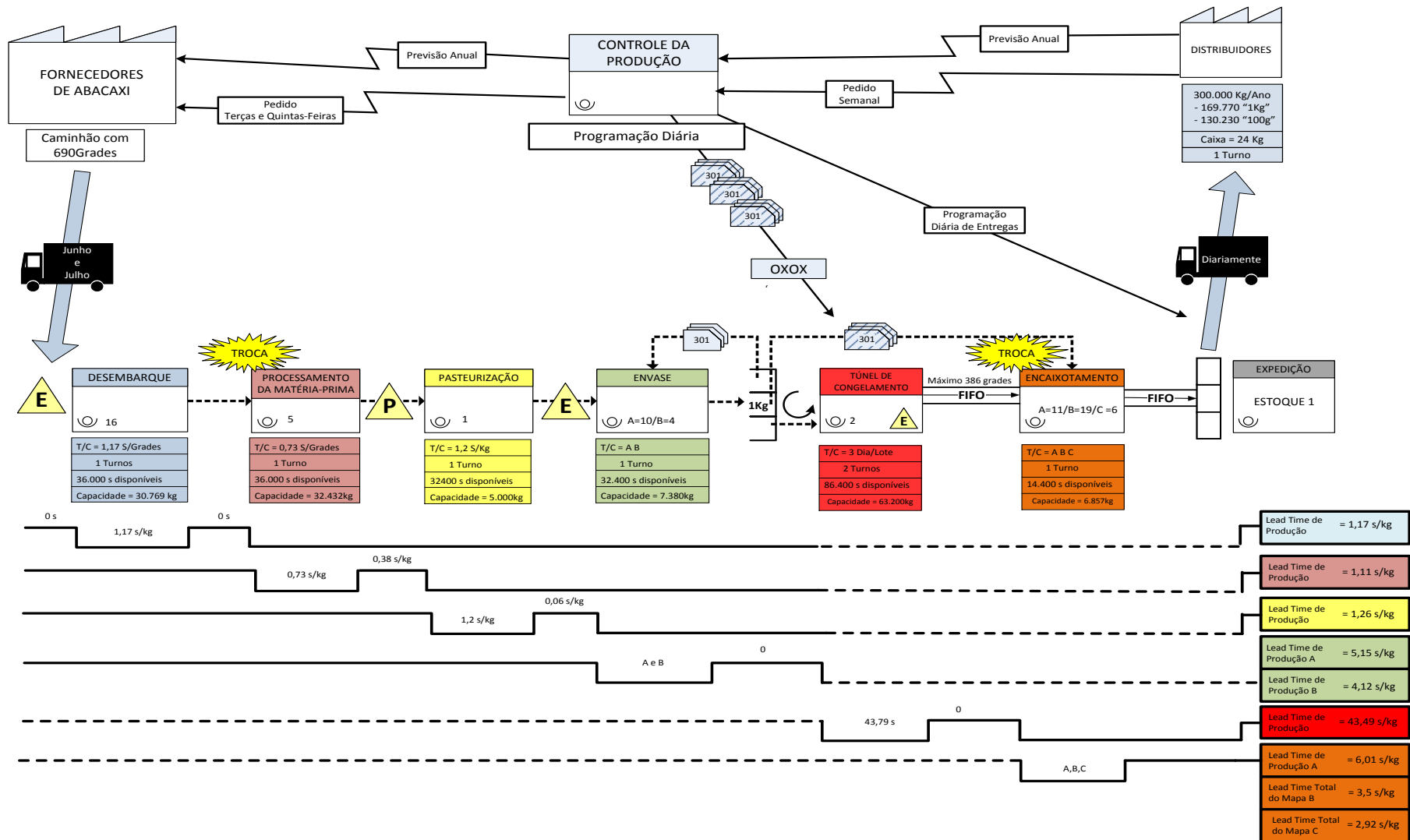
Fonte - Autores (2016)

Figura 4.3 – Mapa macro do estado futuro embalagem 1Kg



Fonte - Autores (2016)

Figura 4.4 – Mapa macro do estado futuro embalagem 100g



Fonte - Autores (2016)

Essas expressivas melhorias projetadas em face dos mapas futuros sugeridos ratifica o objetivo de satisfazer as exigências dos consumidores ao mesmo tempo em que gera lucro à empresa por meio da agregação de valor aos seus processos e produtos. Resultados esses que podem ser melhorados quando estende-se todas essas análises para a cadeia de valor do referido produto.

5 Conclusões

Como ferramenta de geração de informações de gestão da manufatura no diagnóstico de processos produtivos e proposição para melhorar o desempenho do mesmo na busca por maior produtividade dos empreendimentos, o VSM auxilia na identificação e eliminação de desperdícios (*muda*) no fluxo de produção e possibilita a obtenção de resultados satisfatórios e de patamares de efetividade nos processos, almejados pelos sistemas agroindustriais.

Enfatizou-se que o VSM favorece a redução do *lead time* e do tempo de processamento, e conseqüentemente o aumento da produtividade pela adoção de ferramentas essenciais, tais como *kanban*, fluxo contínuo, nivelamento da produção, *layout* celular, autonomia para interromper o processo, agrupados com os programas de apoio a produção e que sustentam e embasam o pensamento enxuto. Assim sendo, conclui-se que a contribuição do pensamento enxuto com o uso do VSM, para determinação e avaliação do *lead time* e do tempo de processamento, mostrou-se efetiva quando evidencia a baixa agregação de valor do produto em algumas etapas do processo tais quais: o desembarque da matéria prima, processamento da matéria prima, e a pasteurização. A obtenção dos resultados gerados pela ferramenta possibilitou a identificação dos gargalos e das perdas existentes, direcionando melhorias no fluxo, aumentando a capacidade produtiva e propondo formas de intervenção que efetivamente contribuirão para um salto no desempenho da empresa.

Conforme o estado da arte desenvolvida e os resultados alcançados com a realização deste trabalho, sugere-se a continuidade do mesmo por meio de alguns estudos futuros tais quais: (a) propõe-se estender este estudo para outras famílias de produtos, aumentando os ganhos no processo produtivo e implementando o fluxo contínuo como um todo, para todos os produtos produzidos pela empresa; e (b) a elaboração de uma análise de viabilidade econômico-financeira, para analisar as perspectivas de desempenho financeiro proporcionada pelo projeto de melhoria contínua.

Referências

BATALHA, Mário Otávio (Coord.). **Gestão Agroindustrial**: 5. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

CANTIDIO, S. **Mapeamento do Fluxo de Valor**: um estudo de caso em uma empresa de embalagens. Disponível em: <<http://sandrocan.wordpress.com/2009/09/08/mapeamento-do-fluxo-de-valor-um-estudo-de-caso-em-uma-empresa-de-embalagens/>>. Acesso em: 22 abr. 2012.

CAVALCANTE, R. T. **MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR**: propostas de melhorias em uma empresa de cerâmica vermelha. 85 f. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade da Amazônia, Belém, 2011

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

- LIKER, J. K., MEIER, D. O Modelo Toyota: Manual de Aplicação, Bookman, São Paulo, SP 2007.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**: Além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

RENTES, A. F. **Transmeth** – Proposta de uma Metodologia para a Condução de Processos de Transformação de Empresas. 2000. Tese (Livre Docência) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

ROTHER, M. & SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**: Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: LeanInstitute Brasil, 2003.

SHINGO, S. **Sistemas de Produção com Estoque Zero**: O sistema Shingo para melhorias contínuas. Porto Alegre: Bookman, 1996.

– WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

8TC-A1 -Métodos Estadísticos de Suavização Exponencial Holt- Winters para Previsão da Demanda de Fertilizantes Importados no Paraguai

Lowrrane Paollo Pinheiro
(lowrranepp@gmail.com - POS/UTFPR)

Valquiria G. M. Nascimento
(valqurianascimento@hotmail.com - POS/UTFPR)

Silvana Ligia Vincenzi
(sligie@globo.com - POS/UTFPR)

Resumo

O presente trabalho apresentou através da utilização dos dados coletados da quantidade de fertilizantes importados pelo Paraguai nos últimos três anos uma previsão dos índices de importação do mesmo para o ano de 2014. A ferramenta estatística utilizada foi método de Holt-Winters aditivo e multiplicativo, optou-se por utilizar o modelo aditivo para fornecer a previsão por apresentar o menor erro percentual médio absoluto (MAPE). Os gráficos apresentados ao decorrer da pesquisa atribuem confiabilidade ao modelo por apresentarem variações mínimas entre os valores reais e os estimados nos três anos de dados coletados. Ressalta-se assim, a importância do uso de métodos estatísticos pra análises e previsões.

Palavras chave: Importação, Fertilizantes, Séries Temporais, Holt-Winters.

1 Introdução

O movimento agroexportador no Paraguai foi influenciado por uma abertura comercial, estimulando assim sua ampliação. De acordo com Rojas (2011), o período da acelerada liberalização ocorreu entre 1989-1995: enquanto em 1989 as exportações equivaliam a um 10% do PIB do país e as importações a 14%, em 1995 passaram a demonstrar 48% e 50%, respectivamente

Devido a intensa fortificação do modelo agroexportador e o incentivo ao progresso do campo através de investimentos estrangeiros, surge um novo contexto de produção agropecuária, que foi denominada "agronegócio". Este renovado modo de produção acarreta em um processo de padronização da produção e qualidade dos produtos e insumos empregados.

O Paraguai não consegue suprir as necessidades internas do mercado do agronegócio na área de agrominerais (fostafo, potássio e enxofre), empregados na produção de fertilizantes e utilizados para expandir a produtividade em múltiplos cultivos, desta maneira ocorre a dependência da importação desta matéria prima. A utilização da estatística é uma excelente ferramenta para análise e previsão da quantidade de fertilizantes importados mensalmente pelo Paraguai.

A cerca do século XX, segundo Salsburg (2009) a estatística ocasiona uma modificação na ciência devido ao fornecimento de modelos que concederam uma sofisticação dentro do processo de pesquisa, amparando na tomada de decisões dentro de contextos socioeconômicos. De acordo com Ramos (2007) o conjunto da ciência, tecnologia e lógica é a base dos métodos estatísticos modernos, por meio desta ferramenta é viável analisar e verificar as incertezas e efeitos de algum planejamento, auxiliando na solução de diversos tipos de problemas em diversas áreas dentro da sociedade.

O presente estudo visa como objetivo utilizar métodos estatísticos para analisar o panorama de importação de fertilizantes no Paraguai, com o intuito de fazer a previsão da quantidade de insumos importados pelo Paraguai no ano de 2014.

2 Séries Temporais

Para a realização de análises estatísticas utiliza-se o método das Séries Temporais, trata-se de um agrupamento de dados obtidos através de observações durante um decorrer de período de tempo sequencial. As quais podem ser de natureza discreta ou contínua, variando de acordo com o agrupamento das observações (Santos & Costa, 2008).

Dentre os objetivos das análises de séries temporais, segundo Morettin e Toloi (1986), evidencia-se o ato de investigar o mecanismo gerador da série; gerar as previsões de valores futuros de curto e longo prazo; descrevendo desta forma todo o comportamento da série, e assim analisar graficamente a existência de tendência, ciclo e variações sazonais.

Segundo Gaither e Frazier (2001) a previsão da demanda são estimativas futuras que são realizadas de acordo com um produto, serviço ou venda. Desta forma, diz-se que um modelo que consegue analisar melhor tais estimativas, consegue contribuir significativamente para que a instituição não tenha custos desnecessários. Analisado de outra maneira, SAMOHYL et al. (2008) evidencia que as previsões de demanda com pouca precisão fazem com que a empresa seja onerada com custos expressivos.

2.1 Modelo de Holt Winters

O modelo de suavização exponencial de Holt-Winters visa sugerir previsões que se baseiam no cálculo de médias móveis exponencialmente ponderadas, logo os dados mais recentes apresentam maior peso, se tornando mais importantes para a previsão da variável.

Tal método é adequado para previsões cujos dados, agrupados em séries temporais, detenham basicamente, nível, ou um nível junto a uma tendência, ou ainda, um nível acompanhado de uma tendência e um fator sazonal, além de um erro aleatório.

O modelo de Holt-Winters possui duas equações para realizar a previsão, sendo elas a aditiva e a multiplicativa. Lúcio et al. (2010) aponta que no momento da escolha entre os fatores multiplicativos e aditivos, a melhor forma é realizar o cálculo das medidas de precisão, aquela que apresentar o menor erro é a opção a ser usada para análise dos dados.

De acordo com as oscilações sazonais apresentadas pela série pode-se indicar o modelo mais adequado, se as mesmas forem constantes, indica-se o modelo aditivo, porém se forem proporcionais ao nível da série, sugeri-se o modelo multiplicativo (VASCONCELOS; COSTA, 2008).

Observam-se no quadro 1 as equações necessárias para calcular as três equações alisadoras do modelo: nível, tendência e sazonalidade. A sazonalidade pode ter efeito multiplicativo ou aditivo.

Quadro 1 – Equações básicas do Modelo de Holt-Winters

	Holt-Winters Multiplicativo	Holt-Winters Aditivo
Nível	$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1-\alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$	$L = \alpha (Y_t - S_{t-s}) + (1-\alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$
Tendência	$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1}$	$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1}$
Sazonalidade	$S_t = \gamma \left(\frac{Y_t}{L_t}\right) + (1-\gamma)S_{t-s}$	$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1-\gamma)S_{t-s}$
Previsão	$F_{t+m} = (L_t + b_t m)S_{t-s+m}$	$F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m}$

Fonte: SAMOHYL et al., 2001; VASCONCELOS; COSTA (2008).

Onde:

s – comprimento da sazonalidade;

L_t – nível da série;

B_t – tendência;

S_t – componente sazonal;

F_{t+m} – previsão para o período m adiante

Y_t – valor observado;

α , β e γ – parâmetros exponenciais alisadores do nível, da tendência e da sazonalidade, respectivamente.

Conforme Makridakis et al. (1998) para determinar a acuracidade dos modelos usa-se medidas como: Mean Error (ME, Erro Médio), Mean Absolute Error (MAE, Erro Médio Absoluto), Mean Squared Error (MSE, Erro Quadrático Médio), Mean Absolute Percentage Error (MAPE, Erro Percentual Médio Absoluto) e R^2 (coeficiente de determinação). Ainda utilizam-se também, o Mean Absolut Deviation (MAD, Desvio Médio Absoluto) e o Mean Percentage Error (MPE, Erro Percentual Médio).

A medida utilizada na presente pesquisa para verificar a eficiência do modelo em minimizar os erros da previsão foi o MAPE (Erro Percentual Médio Absoluto) que é dada pela fórmula:

$$MAPE = \frac{1}{n} \times \left(\sum_{t=1}^n \left| \frac{Y - Y_T}{Y_T} \right| \times 100 \right)$$

Onde Y é o valor original da série; Y_t é o valor previsto em determinado período t e n é o número de valores previstos.

Quanto menor for o valor do MAPE, melhor é a capacidade do modelo de previsão utilizado.

3 Procedimentos Metodológicos

A pesquisa é caracterizada quanto à natureza como aplicada por gerar conhecimentos para aplicações práticas dirigidas à solução de problemas específicos; quanto aos objetivos é definida como exploratória visto que tem a finalidade de possibilitar maior familiaridade com um problema e envolve levantamento bibliográfico, e descritivo por descrever as características de certa população ou fenômeno, ou estabelecer relações entre variáveis; e a abordagem do problema é quantitativa, pois considera que tudo é quantificável, ou seja, pode-se traduzir opiniões e número em informações as quais serão classificadas e analisadas (GIL, 2010).

Foram aplicados os métodos de previsão: *Holt-Winters* Aditivo e *Holt-Winters* Multiplicativo. Assim sendo, obtiveram-se os valores previstos e os erros quadráticos a fim de averiguar qual método fornece o menor erro, ou seja, aquele que melhor se ajusta à previsão da quantidade de insumos importados pelo Paraguai no ano de 2014. Os dados foram obtidos via dados da aduana paraguaia de toda a importação de fertilizantes com periodicidade mensal, referente ao período de Janeiro/2011 a Dezembro/2013. Para a previsão utilizando o modelo *Holt-Winters* utilizou-se o software MINITAB 16.

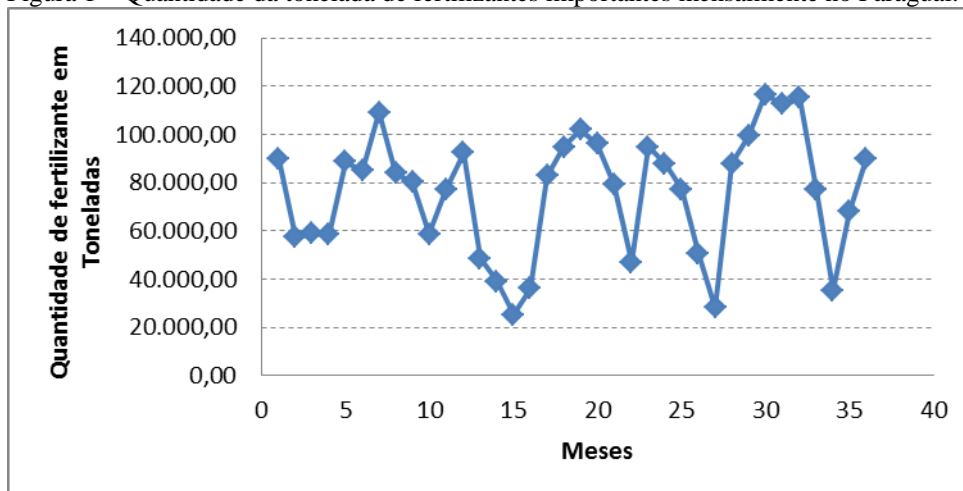
A escolha das constantes de suavização, envolvidas nos modelos de *Holt-Winters* Aditivo e *Holt-Winters* Multiplicativo foram as que forneceram o menor erro percentual médio (MAPE).

4 Aplicação e Resultados

Primeiramente observou-se graficamente o comportamento dos dados de importação mensal de fertilizantes no Paraguai, a fim de verificar quais as componentes presentes na série.

Nota-se na Figura 1 que os dados não apresentam tendência e ocorre a presença de sazonalidade, e foi possível verificar os níveis nos quais as observações flutuam.

Figura 1 – Quantidade da tonelada de fertilizantes importantes mensalmente no Paraguai.



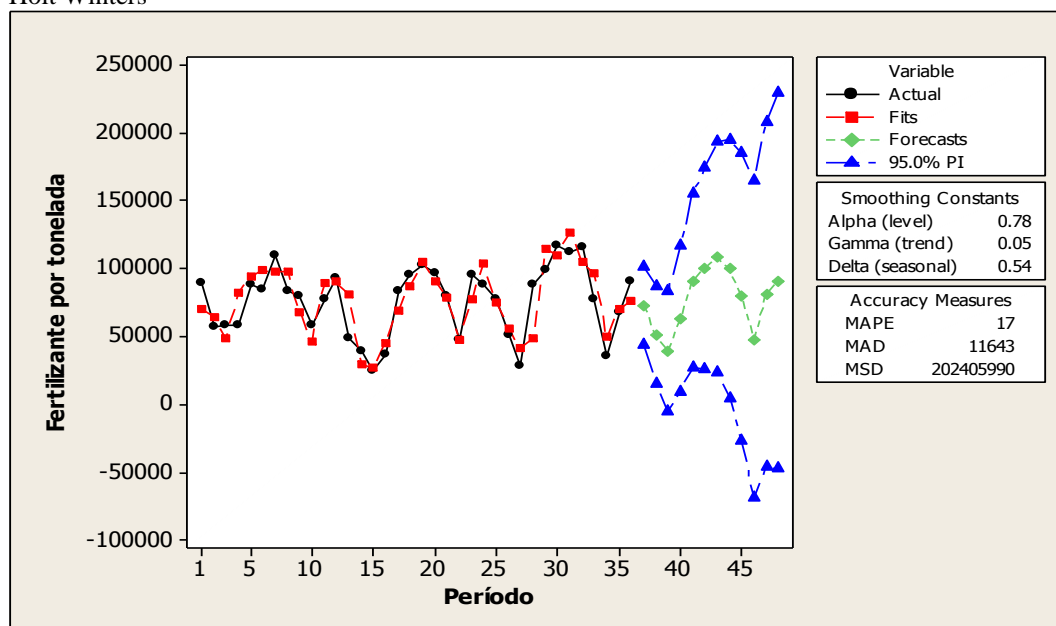
Fonte: O Autor.

A partir da análise gráfica optou-se por utilizar o modelo de suavização exponencial de Holt-Winters, tanto aditivo quanto multiplicativo, visando identificar o melhor modelo a partir do cálculo do MAPE para comparar os índices de importação de fertilizantes apontados pela previsão para o ano de 2014, com os índices reais coletados, assegurando a eficácia da estimativa.

A escolha dos parâmetros exponenciais alisadores do nível, da tendência e da sazonalidade (α , β , γ) foram obtidos pelo software Minitab por meio de tentativas para identificar o conjunto de valores que apresentava os menores índices de erro (MAPE), levando em consideração a observação do gráfico. Os parâmetros encontrados que apresentaram o menor MAPE no modelo aditivo e multiplicativo foram: $\alpha= 0,78$, $\beta= 0,54$, $\gamma= 0,05$ e $\alpha= 0,9$, $\beta= 0,6$, $\gamma= 0$, respectivamente.

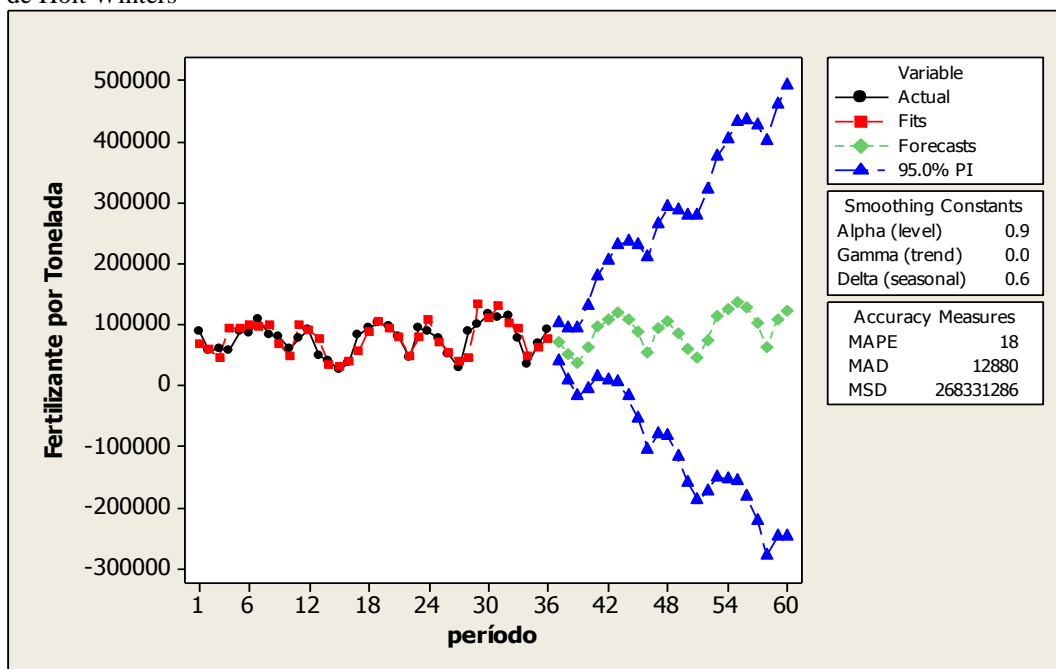
A Figura 2 apresenta a aplicação pelo modelo Holt-Winters Aditivo, e a Figura 3 apresenta o modelo Holt-Winters Multiplicativo. Pode-se observar na Figura 2 e Figura 3 que a linha pontilhada preta representa os valores observados, a linha pontilhada vermelha a previsão, a linha pontilhada verde a previsão futura com intervalo de confiança de 95% dada pelo linha pontilhada azul.

Figura 2 – Quantidade de fertilizantes (ton) por mês importados no Paraguai no modelo Aditivo de Holt Winters



Fonte: O Autor.

Figura 3 – Quantidade de fertilizantes (ton) por mês importados no Paraguai no modelo Multiplicativo de Holt Winters



Fonte O Autor.

Nota-se também na Figura 2 e Figura 3 que a discrepância entre os valores observados e os previstos é mínima nos dois modelos, ou seja, o modelo se ajustou muito bem aos dados. Os valores encontrados para o MAPE para o modelo aditivo e multiplicativo foram de 17% e 18%, respectivamente. Deste modo, o modelo aditivo foi escolhido por apresentar o menor erro percentual médio absoluto.

A Figura 2 mostra que o modelo de Holt Winters atribuiu as previsões realizadas o caráter de confiabilidade, pois a diferença entre o real e o previsto é mínima, demonstrando o comportamento da série atual e o previsto para os próximos meses. A Tabela 1 apresenta os valores da previsão para os meses seguintes.

Tabela 1 – Previsão de fertilizantes (ton) importados mensalmente

Período	Previsão	Qtd. Ton Fertilizante	Menor	Superior	Dentro do Intervalo
37	73935	112.379	45790,4	102080	Não
38	52691	74.605	17461,1	87921	Sim
39	41300	55.933	-2559,4	85160	Sim
40	66676	98.880	13387,9	119964	Sim
41	95299	101.394	32139,1	158458	Sim
42	105282	60.481	31987,3	178576	Sim
43	114377	69.551	30779,4	197974	Sim
44	106476	115.940	12462,5	200489	Sim
45	86582	69.697	-17925,8	191090	Sim
46	55820	55.637	-59240,1	170880	Sim
47	89968	71.511	-35687,4	215622	Sim
48	100449	121.229	-35834,1	236732	Sim

Fonte: O Autor

Nota-se que o modelo aplicado forneceu uma boa capacidade de previsão, pois a única exceção seria no mês de janeiro onde o valor real (112.379) está fora do intervalo de confiança da previsão, as demais previsões estão dentro do intervalo de confiança como pode ser visualizado na Tabela 1.

5 Considerações Finais

O presente trabalho utilizou a estatística como ferramenta para previsão da quantidade de toneladas de fertilizantes importados pelo Paraguai no ano de 2014. Além disso, a série temporal estudada apresentou sazonalidade, o que torna possível a aplicação do modelo Holt-Winters.

O modelo de Holt Winters aditivo para previsão demonstrou maior eficiência, apresentando o menor índice de erro, uma vez observado que houve um bom ajuste entre os valores reais e os previstos.

Entretanto a análise se restringe ao curto prazo devido à quantidade de dados coletados.

A realização da presente análise é uma oportunidade para empresas do setor se colocarem a frente de seus concorrentes, utilizando das previsões para se manterem atualizadas sobre oscilações que podem vir a ocorrer no setor.

Referências

GAITHER, N.; FRAIZER, G. **Administração da Produção e Operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira, 2001.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ª edição São Paulo: Atlas, 2010.

LÚCIO, P. S. et al.. **Um modelo estocástico combinado de previsão sazonal para a precipitação no Brasil**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.25, n.1, 70 - 87, 2010.

MAKRIDAKIS, S. G.; WHEELWRIGHT, S. C.; HYNDMAN, R. J. **Forecasting: methods and applications**. 3 ed. New York: John Willey & Sons, 1998. 642 p.

MORETTIM, P. A.; TOLOI, C. M. **Séries Temporais**. Atual, São Paulo, 1986.

RAMOS. **Estatística: poderosa ciência ao alcance de todos**. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/beiradorio/arquivo/Beira21/opinioao.html>>. Acesso em: 02 de abril de 2016.

ROJAS, L. (Org.). **La Economía Paraguaya Bajo el Orden Neoliberal**. Assunção: BASE IS, SEPPY, RLS, março 2011.

SALSBURG, D. **Uma senhora toma chá...: como a estatística revolucionou a ciência no século XX**. Rio de Janeiro: Zahar, 2009.

SAMOHYL, R. W.; SOUZA, G.; MIRANDA, R. **Métodos Simplificados de Previsão Empresarial**, Editora Ciência Moderna do Rio de Janeiro, 2008.

SAMOHYL, R. W; ROCHA, R. & MATTOS, V. L. D de. **Utilização do método de Holt-Winters para previsão de leite entregue às indústrias catarinenses**. In: XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2001, Salvador. Anais eletrônicos... Salvador: ABEPRO, 2001. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2_001_TR66_0742.pdf>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2016.

VASCONCELOS, A. S.; COSTA, J. H. F. **Análise de modelos de séries temporárias para a previsão mensal do ICMS do Estado do Maranhão**. São Luís: IMESC, 2008.

9TC-A1-Da Unicidade à Multiplicidade de Certificações E/Ou Acreditações Hospitalares: em Busca do Melhor Modelo de Gestão

Germano Mendes Rosa
(*germano.rosa@ifmg.edu.br - CODEPRO/IFMG*)

José Carlos de Toledo
(*toledo@dep.ufscar.br - PPGEP/UFSCar*)

Resumo

Este artigo expõe parte de uma pesquisa de doutoramento e buscou contribuir com a discussão sobre o melhor modelo de gestão hospitalar, trazendo e analisando experiências de sete hospitais sediados no Estado de Minas Gerais, Brasil, abrangendo desde a acreditação ou a certificação única à múltiplas certificações e/ou creditações, procurando, por meio da interpretação dos gestores responsáveis pelos sistemas de gestão hospitalares, o posicionamento frente importantes questionamentos.

Palavras chave: *Acreditações, certificações, hospitais.*

1 Introdução

Historicamente a gestão da qualidade e, portanto, o desempenho das organizações da área da saúde são sensivelmente inferiores em comparação aos dos demais setores industriais (Smith et al., 2013), embora haja um esforço mundial pela melhoria contínua da qualidade no setor hospitalar, direcionado por adesão à modelos de gestão da qualidade (SGQ) (certificações e creditações), através de projetos de colaboração (melhoria colaborativa da qualidade) e/ou por meio da adoção de modelos de excelência de gestão (MEG) (prêmios da qualidade).

Como explica Porter (2010), em qualquer área a melhoria do desempenho e da confiabilidade está diretamente relacionada ao compartilhamento de objetivos, convergindo os interesses e atividades de todas as partes interessadas. Contudo, as partes interessadas na saúde têm interesses diversos e objetivos normalmente conflitantes, implicando em uso de abordagens divergentes, corrupção do sistema e prejuízo ao desempenho.

Assim, há muito se debate na literatura acerca do melhor modelo de alavancagem do sistema de gestão hospitalar (e.g. Ratchiffe., 2009; Shaw et al., 2010; Sack et al., 2011; Tabrizi, Gharibi e Wilson, 2011). Nesse contexto, destacam-se principalmente a implementação de sistema de gestão da qualidade (SGQ) segundo o modelo ISO 9001 e os programas de acreditação nacionais e internacionais. Também há registros da implementação de outros modelos, como o sistema de gestão ambiental (SGA) ISO 14001 (Wright, Hanley e Quigley, 2001; Arya, Dunlop e Zigby, 2005) e o sistema de gestão de riscos (SGR) ISO 31000 (Keclíková e Bris, 2011).

No entanto, não há consenso definitivo acerca de um melhor modelo de gestão hospitalar, havendo três correntes distintas: a que defende a certificação ISO 9001 (e.g. van den Heuvel et al., 2005; Vitner et al., 2009); a que apoia a acreditação hospitalar (e.g. Pomey et al., 2010; Tabrizi, Gharibi e Wilson, 2011; Greenfield et al., 2012; Alástico, 2014); e, por fim, a que indica a implementação integrada de diferentes normas (e.g. Voinea e Pamfilie, 2009; Keclíková e Bris, 2011).

Este artigo buscou contribuir com a discussão, trazendo e analisando experiências de sete hospitais sediados no Estado de Minas Gerais, abrangendo desde a acreditação ou a certificação única à múltiplas certificações e/ou creditações, procurando, por meio da interpretação dos gestores responsáveis pelos sistemas de gestão hospitalares, o posicionamento frente aos seguintes questionamentos:

- a) Quais motivações induzem a busca da certificação/acreditação?
- b) Como são percebidos os benefícios esperados versus alcançados?
- c) Quais as principais barreiras para a certificação/acreditação?
- d) Qual o modelo mais propício para alavancar a gestão hospitalar?

2 Referencial Teórico

Apresentam-se a seguir as principais normas ISOs (9001, 14001 e 31000), os programas de acreditação nacional (Organização Nacional de Acreditação – ONA) e internacionais (Joint Commission International – JCI, Accreditation Canada International – ACI e National Integrated Accreditation for Healthcare Organizations – NIAHO) encontrados no mercado hospitalar brasileiro.

2.1 SGQ conforme modelo ISO 9001

A ISO desenvolveu normas para um modelo de SGQ (série ISO 9000) que contribuíram para avaliar aspectos de serviços de saúde, particularmente na Alemanha e na Suíça. Contudo, como tais normas dizem respeito a procedimentos de gestão ao invés de resultados clínicos, a ISO 9001 tem sido mais frequentemente implementada em departamentos mais burocráticos como laboratórios, setor de radiologia e transporte, mas há exemplos de aplicação em todo o hospital ou clínica (Shaw, 2000). No entanto, há pouca evidência publicada que comprove o mérito da certificação ISO 9001 na melhoria da segurança e qualidade dos serviços hospitalares (Shaw *et al.*, 2010; Rakhmawati, Sumaedi e Astrini, 2014).

Apesar de concordarem que a aplicação da norma ISO 9001 na área da saúde ainda não é muito comum, van den Heuvel *et al.* (2005) relataram vários benefícios em estudo de caso do Hospital da Cruz Vermelha, na Holanda, assim como Vitner *et al.* (2009), no caso de um hospital israelita.

Apesar do caráter internacional da norma ISO 9001, ela depende diretamente da consistência entre auditores individuais registrados, especialmente em termos de sua interpretação no campo da saúde (SHAW *et al.*, 2010).

Por outro lado, geralmente a implementação de um SGQ segundo o modelo ISO 9001 não incorre em grandes modificações em nível organizacional, uma vez que a maioria das empresas já possui algum nível de controle sobre seus produtos e processos (van der Wiele, Dale, Williams, 2000), inclusive os hospitais.

Um fator importante na implementação de SGQ em conformidade com o modelo ISO 9001 é a causa ou motivação de sua implementação, classificada como interna ou externa.

A motivação externa é mensurada pelo grau em que as organizações se sentem impelidas pelos clientes, pela matriz ou por outros fatores para a implementação, apresentando fraca relação com os princípios da Gestão da Qualidade Total (GQT) e da autoavaliação, não surtindo efeito significativo nos resultados (van der Wiele, Dale, Williams, 2000).

Ao contrário, a motivação interna incide em forte efeito positivo nos resultados, podendo ocorrer de duas formas: por questões ligadas a objetivos internos, influenciáveis e controláveis pela gestão interna da organização (e.g. melhorar o atendimento ao cliente, melhorar a eficiência dos processos, influenciar fornecedores, congregar diversos sistemas da qualidade na organização, desenvolver mudança de cultura etc.), ou por indicação pessoal de gestores por questões específicas (e.g. promover mudança de cultura na organização) (van der Wiele, Dale, Williams, 2000).

2.2 SGA conforme modelo ISO 14001

A certificação ambiental visa garantir proteção ao meio ambiente, partindo do princípio de que as empresas se apresentam em conformidade com padrões aceitáveis de operação. Desse modo, o modelo ISO 14001 para SGA é considerado flexível, exigindo cumprimento de requisitos mínimos de desempenho ambiental (Vegini *et al.*, 2012).

De acordo com Wright, Hanley e Quigley (2001), o Hospital Memorial de Cambridge, localizado em Ontário, Canadá, foi o primeiro hospital da América do Norte a se certificar segundo o modelo ISO 14001 e, por meio do seu SGA, conseguiu diminuir a geração de lixo biológico, atingindo uma economia da ordem de \$ 5.000 por ano em termos de custos de disposição, além de reduzir o consumo energético anual em 5%.

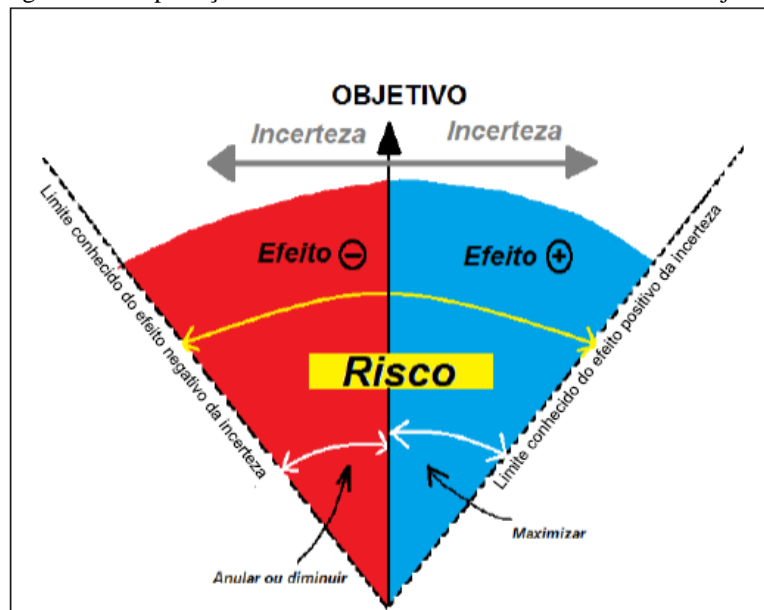
Também localizado em Ontário, o hospital geral St. Mary foi o segundo hospital da América do Norte a se certificar na norma ISO 14001. Das iniciativas realizadas cita-se um abrangente programa de reciclagem e reuso que evitou que cerca de 54% dos resíduos gerados fossem para o aterro, o que equivalia na época a 302 toneladas de vidro, latas, plásticos, restos de alimento, baterias, cartuchos, computadores e outros componentes eletrônicos por ano. Também foram construídas novas áreas com previsão de economizar 26,5% de energia, com economia de \$ 79.000 por ano. Além disso, o hospital estimula seus funcionários com recompensas financeiras em troca de hábitos de economia com transporte e desenvolveu programa para eliminação do uso de pesticidas e herbicidas (Arya, Dunlop e Zigby, 2005).

2.3 SGR conforme diretrizes ISO 31000

Dentre as principais normas de gestão de risco, a ISO 31000 assume papel de destaque, devido ao reconhecimento internacional do organismo ISO, sendo declarada genericamente aplicável a todas as formas de riscos, independentemente do contexto industrial (Purdy, 2010).

A definição de risco na norma ISO 31000 muda a preocupação de alguma coisa acontecer pela probabilidade de um efeito, em particular, de um efeito nos objetivos. A figura 1 apresenta uma interpretação gráfica do conceito de risco segundo a norma ISO 31000, incluindo a função da gestão de riscos de anular o efeito negativo e, mais ainda, maximizar o efeito positivo da incerteza.

Figura 1: Interpretação do risco como efeito da incerteza sobre o objetivo



Fonte: (Própria com base no conceito de “risco” na norma ISO 31000)

Para Keckliková e Bris (2011), um hospital constitui um sistema de organização altamente complexa (tecnologia médica, procedimentos clínicos, fluxos de informação, pessoas e materiais), onde o misto de certo grau de desordem, caos e aleatoriedade financiam riscos físicos, químicos e biológicos que potencialmente propiciam a má assistência, acidentes de trabalho e ambientais. Por outro lado, um sistema bem ajustado pode promover uma melhor estabilidade e ordem ao ambiente. Com esse objetivo, os autores recomendam a gestão de riscos como instrumento de auditorias internas.

2.4 Programa de acreditação nacional ONA

A Organização Nacional de Acreditação (ONA) é uma entidade não governamental e sem fins lucrativos que visa atestar por meio da emissão de certificado a qualidade prestada pelos provedores de serviços de saúde no Brasil, priorizando a segurança do paciente (ONA, 2015).

A acreditação, segundo o Sistema Brasileiro de Acreditação – SBA/ONA, tem como referência padrões estabelecidos e prescritos no Manual Brasileiro de Acreditação, composto por oito seções, cada qual com seus respectivos fundamentos e subseções (Alástico, 2014).

A acreditação ONA pode ser concedida em três níveis, conforme diagnóstico da gestão hospitalar com o grau de cumprimento dos padrões e requisitos estabelecidos no Manual Brasileiro de Acreditação, conforme apresenta o quadro 1.

Quadro 1: Níveis da acreditação nacional ONA

NÍVEL DE ACREDITAÇÃO	FOCO	OBJETO	DESCRIÇÃO
Acreditado	Segurança	Estrutura	Atendimento a requisitos básicos em termos de instalações, equipamentos e qualidade em assistência, com quadro humano qualificado e em número suficiente, em conformidade com a complexidade dos serviços e com a demanda
Pleno	Organização	Processo	Além do cumprimento dos requisitos no nível anterior, avalia a organização da assistência em termos de documentação, rotinas, treinamento dos funcionários, emprego de indicadores para tomada de decisão clínica e gerencial, prática de auditoria interna e análise crítica
Excelência	Práticas de Gestão da Qualidade	Resultados	Além do cumprimento dos requisitos dos níveis anteriores, avalia as políticas institucionais de melhoria contínua que tangem estrutura, uso de novas tecnologias, atualização técnico-profissional, ações assistenciais, rotinas médico-sanitárias e avaliação de indicadores internos em contraste com referências externas, inclusive internacionais

Fonte: (Baseado em Alástico, 2014)

Existem atualmente 245 hospitais acreditados pelo programa ONA em seus diferentes níveis, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Total de hospitais acreditados ONA por Estado

ESTADO	NÍVEL DA ACREDITAÇÃO ONA			TOTAL
	ACREDITADO	PLENO	POR EXCELÊNCIA	
ALAGOAS	0	0	1	1
AMAPÁ	1	0	0	1
AMAZONAS	1	2	0	3
BAHIA	1	4	4	9
CEARÁ	1	2	1	4
DISTRITO FEDERAL	0	6	2	8
ESPÍRITO SANTO	0	2	5	7
GOIÁS	3	2	0	5
MARANHÃO	1	2	0	3
MATO GROSSO DO SUL	1	0	0	1
MINAS GERAIS	7	13	20	40
PARÁ	1	1	3	5
PARAÍBA	0	1	0	1
PARANÁ	5	3	7	15
PERNAMBUCO	2	0	1	3
PIAUÍ	1	0	0	1
RIO DE JANEIRO	5	10	8	23
RIO GRANDE DO NORTE	0	1	0	1
RIO GRANDE DO SUL	0	4	2	6
SANTA CATARINA	4	6	1	11
SÃO PAULO	30	29	37	96
SERGIPE	0	0	1	1
TOTAL GERAL	245			

Fonte: (Própria com dados consultados em ONA, 2016)

2.5 Programa de acreditação JCI

A JCI foi fundada pela Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations (JCAHO) em 1994, com missão de primar pela melhoria contínua da segurança e qualidade do fornecimento de serviços de saúde na comunidade internacional, através da capacitação de profissionais, consultoria, auditorias e acreditação. Já chegou a mais de 90 países, inclusive ao Brasil (JCI, 2015).

A JCI utiliza-se do Manual Internacional de Padrões de Acreditação como referência no processo de acreditação, organizado em 500 padrões de avaliação, agrupados em 11 seções distribuídas entre a assistência prestada aos usuários e a gestão dos processos hospitalares (Price, 2009 *apud* Alástico, 2014).

No Brasil, o órgão responsável pela avaliação e concessão da acreditação JCI é o Consórcio Brasileiro de Acreditação – CBA (JCI, 2015), que já acreditou 28 hospitais. A Tabela 2 mostra a distribuições dos hospitais acreditados JCI por estado.

Tabela 2: Distribuição do total de hospitais acreditados JCI por Estado

ESTADO	HOSPITAIS ACREDITADOS
PERNAMBUCO	2
RIO DE JANEIRO	5
RIO GRANDE DO SUL	3
SANTA CATARINA	1
SÃO PAULO	17
TOTAL	28

Fonte: (Própria com dados consultados em CBA, 2016)

2.6 Programa de acreditação ACI

O programa de acreditação ACI oferece serviços de acreditação a organizações de serviços de saúde nacionais e internacionais que tenham foco na qualidade. Utiliza-se da abordagem Qmentum, baseada em uma estrutura de qualidade composta de oito dimensões (Mitchell, Nicklin e MacDonald, 2012), conforme mostra o quadro 2.

Quadro 2: Dimensões da abordagem Qmentum

DIMENSÃO	DESCRIÇÃO
<i>FOCO POPULACIONAL</i>	Trabalho com comunidades visando antecipar e atender as suas necessidades
<i>ACESSIBILIDADE</i>	Fornecer serviços oportunos e equitativos
<i>SEGURANÇA</i>	Promover a segurança das pessoas
<i>VIDA PROFISSIONAL/FORÇA DE TRABALHO</i>	Proporcionar bem-estar no ambiente de trabalho
<i>SERVIÇOS VOLTADOS AO CLIENTE</i>	Colocar os clientes e seus familiares em primeiro plano
<i>CONTINUIDADE DOS SERVIÇOS</i>	Proporcionar serviços coordenados e com continuidade
<i>EFETIVIDADE</i>	Conduta correta para alcançar os melhores resultados possíveis
<i>EFICIÊNCIA</i>	Primar pelo melhor uso dos recursos disponíveis

Fonte: (Adaptado de Mitchell, Nicklin e MacDonald, 2012)

No Brasil a única organização acreditadora ACI é o Instituto Qualisa de Gestão (IQG), que já acreditou 19 hospitais, cuja distribuição é mostrada na tabela 3.

Tabela 3: Distribuição do total de hospitais acreditados ACI por estado

ESTADO	HOSPITAIS ACREDITADOS
CEARÁ	1
MINAS GERAIS	2
PARÁ	2
PARANÁ	2
PERNAMBUCO	1
RIO DE JANEIRO	1
SANTA CATARINA	1
SÃO PAULO	8
SERGIPE	1
TOTAL	19

Fonte: (Própria com dados consultados em IQG, 2016)

2.7 Programa de acreditação NIAHO

Considera-se diferencial do programa de acreditação NIAHO a posse de requisitos de acreditação construídos sobre a plataforma mundialmente conhecida ISO 9001, sendo seu projeto direcionado à hospitais com gestão

assistencial madura, exigindo atualmente a acreditação ONA em nível de excelência como pré-requisito (DNV GL, 2015).

No Brasil, a organização autorizada a conceder a certificação NIAHO é a Det Norske Veritas Germanischer Lloyd (DNV GL) que já acreditou seis hospitais, todos localizados no Estado de Minas Gerais.

3 Procedimentos Metodológicos

A abordagem empregada na pesquisa foi qualitativa, tendo sido adotado como método estudos de casos múltiplos e, como instrumento de coleta de dados, um questionário semiestruturado. A pesquisa se processou principalmente por meio de entrevistas com gestores responsáveis pelos sistemas de gestão hospitalares e análise de documentos internos. As unidades de análise foram escolhidas por conveniência (hospitais com certificação, acreditação ou com múltiplas certificações e/ou acreditações), constando de sete hospitais sediados no Estado de Minas Gerais.

4 Estudos de casos

4.1 Discriminação dos casos

Foram realizados no total sete estudos de casos de outubro de 2015 a março de 2016. A amostra constou de quatro hospitais privados com fins lucrativos, dois hospitais filantrópicos e um hospital público universitário. O porte dos hospitais variou de pequeno à grande e o tempo de mercado de 12 a 88 anos. O quadro 3 resume informações sobre os Casos, onde o número de cada Caso corresponde à ordem cronológica de sua respectiva realização. Os cancelamentos das certificações e da acreditação indicados ocorreram por força de contenção de custos.

Quadro 3: Caracterização dos Casos

CASO	PROPRIE- DADE	PORTE	TEMPO DE MERCADO (anos)	ACREDITAÇÃO				CERTIFICAÇÃO		
				ONA	ACI	JCI	NIAHO	NBR ISO 9001	NBR ISO 14001	NBR ISO 31000
1	Privada c/ Fins Lucrativos	Médio	12	✓			✓	✓ ^I	✓ ^{II}	✓
2	Pública Federal	Grande	88			✓ ^{III}				
3	Privada c/ Fins Lucrativos	Pequeno	33	✓	✓ ^{IV}					
4	Privada Filantrópica	Médio	39					✓		
5	Privada Filantrópica	Grande	79	✓			✓	✓ ^V		✓ ^{VI}
6	Privado c/ Fins Lucrativos	Grande	22	✓			✓	✓		
7	Privado c/ Fins Lucrativos	Pequeno	31	✓						

^I Certificado cancelado em 2015 ^{II} Certificado cancelado em 2012 ^{III} 80% de conformidade com os requisitos ^{IV} Acreditação cancelada em 2014 ^{V, VI} Certificados cancelados em 2015

Fonte: (Própria com base nas entrevistas)

4.2 Resultados analíticos

A análise dos estudos de casos foi realizada em correspondência às questões que se desejaram responder, definindo a situação de cada Caso, a motivação para a obtenção das certificações e/ou acreditações, a classificação dos resultados alcançados em vista dos esperados, as barreiras, os benefícios e a opinião sobre a melhor modelo de gestão hospitalar. O quadro 4 apresenta tais informações sumarizadas.

Quadro 4: Resultado analítico dos Casos

CASO	SITUAÇÃO	MOTIVAÇÃO	RESULTADOS ALCANÇADOS VERSUS ESPERADOS	BARREIRAS	BENEFÍCIOS	OPINIÃO “MELHOR MODELO DE GESTÃO HOSPITALAR”
1	Multiplamente certificado e acreditado	<ul style="list-style-type: none"> • Busca da excelência • Competitividade • Melhoria contínua da qualidade 	Satisfatório	<ul style="list-style-type: none"> • Generalidade e complexidade dos manuais • Auditoria externa não integrada • Não envolvimento de médicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Efetiva gestão de riscos e eventos adversos • Avaliação crítica dos processos • Segurança e satisfação do paciente 	JCI
2	Em processo de acreditação (80% de conformidade JCI)	Ideia inicial de acreditação ONA, mudança após apadrinhamento no programa PROADIS-SUS	Superior	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver visão em nível de processos nos funcionários • Envolvimento da enfermagem • Investimentos 	<ul style="list-style-type: none"> • Clima organizacional • Padronização dos processos • Diminuição de eventos adversos • Melhoria dos resultados através de indicadores • Maturidade organizacional 	JCI
3	Multiplamente acreditado (Até final de 2015)	<ul style="list-style-type: none"> • Escolha pessoal do proprietário • Profissionalização da gestão • Competitividade 	Satisfatório	<ul style="list-style-type: none"> • Excesso de burocracia inicial • Falta de conhecimento dos processos de acreditação • Não integração das auditorias externas • Investimentos • Escassez de profissionais • Necessidade de treinamento constante 	<ul style="list-style-type: none"> • Método e ferramentas de trabalho • Gestão por processos • Indicadores e protocolos de processos clínicos 	ONA
4	Certificado	<ul style="list-style-type: none"> • Profissionalização da gestão • Otimização dos processos e dos custos 	Insatisfatório em termos de gestão de pessoas	<ul style="list-style-type: none"> • Envolvimento dos funcionários (principalmente médicos) • Investimentos • Motivação dos funcionários • Escassez e rotatividade de profissionais • Conflito entre o corpo clínico 	<ul style="list-style-type: none"> • Profissionalização da gestão • Controle e otimização dos processos e custos 	ONA
5	Multiplamente certificado e acreditado	<ul style="list-style-type: none"> • Profissionalização da gestão • Busca da excelência • Competitividade 	Superior	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de crença e conhecimento iniciais • Falta de presença institucional nos processos de implementação • Auditoria externa não integrada 	<ul style="list-style-type: none"> • Profissionalização da gestão • Saúde financeira • Investimentos em estrutura física e parque tecnológico 	JCI
6	Multiplamente certificado e acreditado	<ul style="list-style-type: none"> • Busca da excelência • Competitividade • Imagem pública 	Satisfatório	<ul style="list-style-type: none"> • Gestão do corpo clínico • Auditoria externa não integrada 	<ul style="list-style-type: none"> • Profissionalização da gestão • Excelência assistencial 	JCI
7	Acreditado	<ul style="list-style-type: none"> • Profissionalização da gestão • Busca da excelência • Competitividade 	Satisfatório	<ul style="list-style-type: none"> • Rotatividade e escassez de profissionais • Falta de envolvimento (principalmente de médicos) • Investimentos 	<ul style="list-style-type: none"> • Padronização e integração dos processos • Cumprimento à legislação • Atualização técnico-científica 	ACI

Fonte: (Própria com base nas entrevistas)

5. Discussão dos resultados

Dentre as motivações para certificação e/ou acreditação, a mais frequente foi a necessidade de profissionalização da gestão, como preconizam Smith *et al.* (2013).

Os hospitais maiores e de propriedade privada, como os Casos 1, 5 e 6 alegaram como motivação, entre outras coisas, a busca pela excelência e competitividade. O Caso 7 também alegou a busca pela excelência e, apesar do porte pequeno, o fato de ser dirigido por uma Fundação pertencente a uma grande empresa que atua na região explica a relevância da imagem organizacional. A competitividade entre instituições de serviços de saúde já foi observada por Raja, Deshmukh e Wadhwa (2007) sob o fenômeno de transformação da assistência da saúde de filantrópica para um serviço de cunho empresarial, estando sujeita, portanto, à lógica e às regras de funcionamento do mercado.

Em termos de resultados alcançados versus esperados, apenas o Caso 4 alegou insatisfação, ligada ao aspecto da gestão de pessoas (motivação e participação), apesar de admitir melhorias significativas da certificação em vários outros aspectos. Os Casos 2 e 5 alegaram superioridade dos resultados alcançados, enquanto os Casos 1, 3, 6 e 7 consideraram satisfatórios. Essa realidade parece confirmar que, por constituírem normas específicas para a área da saúde, os programas de acreditação oferecem mais amplas oportunidades de melhoria, concordando com os achados de Shaw *et al.* (2010).

Como barreira, os Casos relacionados à múltipla certificação e/ou acreditação (Casos 1, 3, 5 e 6) apontaram a indisponibilidade da integração das auditorias externas, o que poderia reduzir custos. Essa indisponibilidade ocorre, além da falta da polivalência dos auditores externos, também por exigência da organização ONA que suas auditorias sejam realizadas separadas de outros sistemas.

A dificuldade de envolver médicos nos processos de certificação e/ou acreditação (Wardhani *et al.*, 2009; Pomey *et al.*, 2010) representa outra barreira recorrentemente apontada, seguida da magnitude dos investimentos necessários (Sack *et al.*, 2011; Alástico, 2014).

Os hospitais menores e interioranos (Casos 3 e 7) apontaram a escassez e rotatividade profissional como importante barreira aos processos de acreditação e/ou acreditação, principalmente relacionada à captação de médicos para determinadas especialidades. A falta de atratividade das cidades interioranas é indicada como principal fonte de desmotivação.

Os benefícios da certificação e/ou acreditação citados foram diversos, desde a diminuição de eventos adversos à excelência da assistência.

Dentre os sete Casos, apesar de apenas o Caso 2 adotar esta metodologia, quatro apontaram o programa de acreditação JCI como modelo de gestão hospitalar mais promissor, tendo sido a completude do seu conteúdo e padrões a justificativa mais frequente, também concordando com os achados de Shaw *et al.* (2010).

5 Considerações finais

De acordo com a análise dos estudos de casos, os programas de acreditação se mostraram mais oportunos para alavancar a gestão hospitalar, principalmente por considerarem o cumprimento da legislação como premissa, tendo sido indicado com maior potencial o programa JCI. Casos de múltipla certificação e/ou acreditação prevaleceram na amostra, indicando uma tendência dos hospitais localizados nas metrópoles, onde a concorrência é acentuada. As limitações desse trabalho decorrem do número reduzido de casos e natureza apenas qualitativa da pesquisa.

Referências

- ALÁSTICO, G.P. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Impacto das práticas de acreditação no desempenho hospitalar: um survey em hospitais do Estado de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos.
- ARYA, N.; DUNLOP, S.M.; ZIGBY, J. Greening health care. *Alternatives Journal*, v. 31, n. 3, 2005, p. 16.
- CBA. Consórcio Brasileiro de Acreditação. Unidades acreditadas no Brasil. 2016. Disponível em: <<http://cbacred.org.br/unidades-acreditadas-no-brasil.asp>>. Acesso em: 03 mar. 2016.
- DNV GL. Det Norske Veritas Germanischer Lloyd. 2016. Encontrar um certificado válido. Disponível em: <<http://www.dnvba.com/br/Encontrar-um-certificado-valido/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 03 mar. 2016.

- GREENFIELD, D. et al. The standard of healthcare accreditation standards: a review of empirical research underpinning their development and impact. *BMC Health Services Research*, v. 12, n. 329, 2014, p. 1-14.
- IQG. Instituto Qualisa de Gestão. Instituições acreditadas. 2016. Disponível em: <<http://www2.iqg.com.br/site/principal/mapa/instituicoes-acreditadas>>. Acesso em: 03 mar. 2016.
- JCI. Joint Commission International. Sobre a JCI. 2015. Disponível em: <<http://pt.jointcommissioninternational.org/about/>>. Acesso em: 12 fev. 2015.
- KECLÍKOVÁ, K.; BRIS, P. Risk management and internal audit in integrated process management of hospital. *E + M Ekonomie a Management*, n. 4, 2011, p. 55-65.
- MITCHELL, J.I.; NICKLIN, W.; MACDONALD, B. The determinants of quality healthcare: implications for Canadian health leaders. *Healthcare Management Forum*, v. 25, n. 3, 2012, p. 138-141.
- ONA. Organização Nacional de Acreditação. Certificações válidas. 2016. Disponível em: <<https://www.ona.org.br/OrganizacoesCertificadas>>. Acesso em: 03 mar. 2016.
- POMEY, M.P. et al. Does accreditation stimulate change? A study of the impact of the accreditation process on Canadian healthcare organizations. *Implementation Science*, v. 5, n. 31, 2010, p. 1-14.
- PURDY, G. ISO 31000 2009: setting a new standard for risk management. *Risk Analysis*, v. 30, n. 6, 2010, p. 881-886.
- RAJA, M.P.N.; DESHMUKH, S.G.; WADHWA, S. Quality award dimensions: a strategic instrument for measuring health service quality. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, v. 20, n. 5, 2007, p. 363-378.
- RAKHMAWATI, T.; SUMAEDI, S.; ASTRINI, N. J. ISO 9001 in health service sector: a review and future research proposal. *International Journal of Quality and Service Sciences*, v. 6, n. 1, 2014, p. 17-29.
- RATCLIFFE, R.L. Re-engineering hospital accreditation. *Clinical Governance: An International Journal*, v. 14, n. 4, 2009, p. 315-335.
- SACK, C. et al. Is there an association between hospital accreditation and patient satisfaction with hospital care? A survey of 37 000 patients treated by 73 hospitals. *International Journal for Quality in Health Care*, v. 23, n. 3, 2011, p. 278-283.
- SHAW, C. D. et al. Accreditation and ISO certification: do they explain differences in quality management in European hospitals? *International Journal for Quality in Health Care*, v. 22, n. 6, 2010, p. 445-451.
- SMITH, M., et al. (Eds.). (2013). *Best Care at Lower Cost:: The Path to Continuously Learning Health Care in America*. National Academies Press.
- TABRIZI, J.S.; GHARIBI, F.; WILSON, A.J. Advantages and disadvantages of health care accreditation models. *Health Promotion Perspectives*, v.1, n. 1, 2011, p. 1-31.
- TOUATI, N.; POMEY, M.P. Accreditation at a crossroads: are we on the right track? *Health Policy*, v. 90, n. 2-3, 2009, p. 156-165.
- VAN DER WIELE, T.; DALE, B.; WILLIAMS, R. Business improvement through quality management systems. *Management Decision*, v. 38, n. 1, 2000, p. 19-23.
- VEGINI, D. et al. Sistema de controle interno ambiental: estudo realizado em um hospital público. *Enfoque: Reflexão Contábil*, v. 31, n.1, 2012, p. 83-99.
- VITNER, G. et al. ISO 9001 in a neonatal intensive care unit (NICU). *International Journal of Health Care Quality Assurance*, v. 24, n. 8, 2011, p. 644-653.
- VOINEA, L.; PAMFILIE, R. Considerations regarding the performance improvement of the hospital healthcare services from Romania by the implementation of an integrated management system. *The Amfiteatru Economic Journal*, v. XI, n. 26, 2009, p. 339-345.
- WARDHANI, V. et al. Determinants of quality management systems implementation in hospitals. *Health Policy*, v. 89, n. 3, , 2009 p. 239-251.
- WRIGHT, H.A.I.; HANLEY, M.J.; QUIGLEY, T.L. Healthy hospitals: a journey to ISO 14001 certification. *Hospital Quarterly*, v. 4, n. 4, 2001, p. 32-34.

10TC-A1-Uso de Filas e Simulação da Capacidade Portuária do Porto Sul

José Carlos Valle da Silva
valle.josecarlossilva@gmail.com - UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

Ademar Nogueira do Nascimento
(annas@ufba.br -/UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA)

Robson da Silva Magalhães
(robsonmagalhaes@ufsb.edu.br –UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL DA BAHIA)

Mattheus Sousa dos Santos Teixeira
(mattheus.eng.meca@gmail.com – UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA)

Resumo

Este trabalho apresenta um estudo através do uso de filas para simular a capacidade portuária do empreendimento Porto Sul, a ser instalado no litoral norte de Ilhéus, Estado da Bahia. Possui referencial baseado na melhoria dinâmica das empresas e o emprego de modelo matemático de filas com uso do software Arena para simulação das operações de embarcações e chegadas ao terminal portuário. Será um equipamento logístico projetado para transporte de cargas minerais e agrícolas, interligados pela ferrovia de integração oeste leste e contribuindo para expansão de uma nova rota para exportação de produtos.

Palavra-Chave: Filas, arena, simulação, embarcações.

1 Introdução

O empreendimento a ser instalado no litoral norte de Ilhéus, região sul do Estado da Bahia, denominado Porto Sul será um complexo logístico portuário para exportação de cargas, principalmente cargas minerais, de estrutura *offshore*, com ponte marítima de 3,5 km, canal de acesso de 2.100 metros e bacia de evolução com um (01) berço de minério de ferro.

A presente proposta de investigação tem como objetivo apresentar o uso de filas numa modelagem matemática através de software computacional Arena, a partir da chegada de navios e atendimento no sistema operacional do porto, com variáveis aleatórias.

A logística é parte preponderante do desenvolvimento das estruturas de desenvolvimento operacional e possui referencial baseado na melhoria dinâmica das empresas e localização de Porter e, ainda, do uso de filas a partir de um modelo matemático para uso de simulação da operação dos navios. A metodologia compreende o levantamento de dados e modelagem matemática dos navios, com taxas de chegadas e resultados obtidas a partir do uso do arena.

Enfim, no final os resultados iniciais da simulação, permitem identificar a operação dentro do sistema portuário proposto, servindo-se de ferramenta de análise para tomada de decisão e operação do sistema.

2 Referência Teórica

Segundo CARDOSO 2004, Logística é a parte da cadeia do processo de suprimentos que planeja, implanta, e controla o fluxo eficiente e eficaz de matérias primas, estoque em processo, produtos acabados e informações relacionadas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de atender os requisitos dos clientes. A cada dia a logística está se tornando um diferencial comparativo para as empresas, um fator preponderante para contribuir na melhoria de desempenho e redução de custo das mesmas, principalmente em mundo globalizado, onde um erro de estratégia pode significar o fechamento da empresa em face aos mercados concorrentes.

Segundo FERREIRA FILHO, Os cinco tipos principais de modais são: rodovia, ferrovia, hidrovía, via aérea e dutovia. Cada modal apresenta características próprias. Hidrovias: O transporte hidroviário e pouco explorado no Brasil. A disponibilidade e confiabilidade de entrega estão sujeitas a condições meteorológicas. Os custos com esse transporte é baixo comparado a outros modais. Em razão da dependência do meio fluvial, a flexibilidade das rotas não é alta.

A principal vantagem do modal marítimo é sua capacidade individual de transportar, em grandes quantidades, quaisquer cargas, sólida ou líquida. O que proporciona elevada economia de escala quando são percorridas grandes distâncias, isso deve ao fato de a indústria naval ter desenvolvido navios especializados para o transporte de cada tipo de carga, otimizando sua operação na cadeia logística. A utilização do modal marítimo pressupõe a existência (ou construção) de dispendiosos portos e/ou terminais especializados. Uma desvantagem no transporte de carga em geral e embalada, mas irrelevante na movimentação de graneis a líquido, é a lentidão do serviço e sua submissão a um grande número de manuseios, o que eleva o risco de perdas, avarias e contaminação da carga. (SARACENI, 2006).

Segundo Cardoso, 2004, ao contrário do que ocorre nos outros modais, no que concerne as operações de carga e descarga, que são de certo modo relativamente simples, as operações com navios são bem mais complexas. Os procedimentos realizados na base ou terminal sejam na carga ou descarga do navio é imperioso que o pessoal da base já esteja pronto o plano de operações. Antes da atracação do navio, o pessoal deve estar em seus postos, com todos os equipamentos necessários, bem como providenciado as disposições de segurança na área.

Segundo a Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2013) o transporte marítimo no Brasil é de grande importância para a economia brasileira, sobretudo devido à capacidade de transportar grandes toneladas de cargas por longas distâncias, o que permite a realização de comércio exterior com países não limítrofes. Apesar disto, por ser um país de grande produção de *commodities*, que se beneficia do modal marítimo, há dificuldades de investimentos em novas tecnologias, além do elevado tempo de tramitação burocrática dos processos portuários e as altas tarifas portuárias praticadas no mercado brasileiro.

Os portos são elementos indutores de atração de empresas, bem como de geração de serviços e negócios em área interna e externa a infraestrutura portuária. Segundo Porter (1996) a base da vantagem competitiva se deslocou da eficiência estática, menores custos e maior economia de escala, para a melhoria dinâmica que envolve a capacidade constante de uma empresa aprimorar conhecimentos e tecnologias, bens intangíveis, na maioria para ser mais competitiva.

Os portos além de serem locais com estruturas e operações complexas, segundo Júnior (2010) requerem um planejamento que envolva questões específicas que possam contribuir para o desenvolvimento operacional. Os problemas incorridos em instalações portuárias envolvem tanto questões operacionais, quanto estruturais, a exemplo de profundidade berço de atracação e carência de equipamentos para movimentação de cargas.

Dessa forma, a teoria de filas em qualquer atividade logística contribui para a investigação de cenários e conhecimentos dos processos a partir do atendimento e do serviço pelo qual é oferecido. O tratamento de matemática de filas foi iniciado no século XX (1908) em Copenhague, Dinamarca por Erlang, que tratava do assunto oriundo de redimensionamento de redes telefônicas da época. Entretanto, a teoria das filas, segundo Prado (2014) “consiste no método analítico que aborda o assunto por meio de fórmulas matemáticas”. Quando se trata de estudar filas, geralmente utiliza-se nos processos variáveis randômicas. Assim, para as principais variáveis há um valor médio e uma distribuição de probabilidades, que mostra as chances de ocorrências dos valores.

A teoria da fila trata de disciplinar o próximo a ser atendido, sendo o comum que o primeiro da fila é atendido ou como na expressão inglesa FIFO: First In First Out.

Portanto, a instalação do Porto Sul, no Estado da Bahia, região Nordeste brasileira confere o direito de operar com cargas minerais, grãos, fertilizantes e outros produtos produzidos no Estado da Bahia e de outros estados da federação, a partir de um atendimento de filas de transporte de navios, o que para isso demanda surgimento de estruturas de apoio e logística para escoamento de produção para o mercado externo.

A esse surgimento de estrutura logística, surgem empresas nestas estruturas, que operam de forma global na busca de mercados e fornecedores com viés de competitividade que vêm do processo de inovação, localizado em

grande parte em suas matrizes. Segundo Porter (1996) a melhoria dinâmica, em que requer a troca de informações, relações de trabalhos e contatos é que possam viabilizar as inovações.

Além disso, a localização exerce influência crucial sobre a capacidade de inovação das empresas graças às comparações existentes entre os concorrentes. Para o projeto do Porto Sul, a ocorrência de concorrentes é destacada pelos portos brasileiros de Suape, Pecém e Itaqui, o que motiva a melhoria dinâmica a partir de fluxo de informações sobre tecnologia, clientes, meio ambiente e processos administrativos e operacionais. Esse modelo de atributo determina os investimentos e a movimentação de comércio.

3 Breve contexto do transporte marítimo brasileiro

Segundo CNT (2014) no Brasil o transporte aquaviário está compreendido por navegação interior, que se utiliza de vias navegáveis interiores e o transporte marítimo, que abrange a navegação em mar aberto. Para o transporte marítimo este subdivide-se em quatro tipos de navegação: longo curso, cabotagem, de apoio marítimo e de apoio portuário.

O modelo marítimo possui estratégia de negócios desenvolvida a partir de instalações portuárias, tendo como resultado a expressiva movimentação de mercadorias. A partir das informações divulgadas através do Plano de Transportes e Logística da Confederação Nacional dos Transportes (CNT, 2014) constata-se que este segmento movimentou, em toneladas, 98,3% das exportações e 90,4% das importações, perfazendo um total de 931 milhões de toneladas.

Entretanto, o sistema portuário brasileiro é constituído, segundo Agência Nacional de Transportes Aquaviário (ANTAQ) de portos públicos organizados e portos privativos. A Figura 1, abaixo, apresenta a distribuição desta classificação no país.

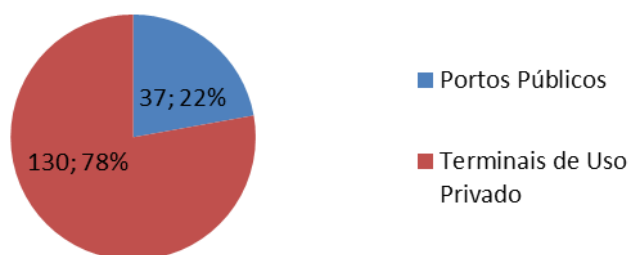


Figura 1 – Distribuição percentual de portos públicos e privados no Brasil
Fonte: CNT, 2014

Pela Figura 1 observa-se que o percentual público de portos organizados no Brasil representa 22% do sistema portuário existente, enquanto que os terminais privados são a maioria dos investimentos, com cerca de 78%, ou seja 130 terminais. Os 37 portos públicos existentes estão distribuídos em 16 Estados da Federação, sendo 34 marítimos e 03 fluviais. Na configuração do sistema portuário brasileiro tem-se 14 portos públicos que são gerenciados por modelo de concessão, delegação ou administrados por governos estaduais e municipais, sendo os demais 23 restantes administrados pelas Companhias Docas e sociedades de economia mista.

O Estado da Bahia destaca-se no contexto de transporte marítimo, movimentando cerca de 32 milhões de toneladas de mercadorias por ano (CODEBA, 2014), principalmente nos portos de Salvador (grãos e cargas containerizadas, particularmente no terminal de contêineres), Aratu (graneis sólidos, petróleo e derivados e soda cáustica) e Ilhéus (cacau e derivados), servindo de importante ligação portuária entre o norte e o sul do país.

3.1 A concepção logística do projeto Porto Sul

Segundo Bahia (2011) a opção locacional por Ilhéus, para implantação do projeto portuário Porto Sul, ocorreu após um consistente processo de análises técnicas, tanto de engenharia, quanto de questões ambientais tendo sido detalhadas as exigências de calado bem como a viabilidade econômica para prever a instalação do berço de atracação para operações offshore. Contudo, relatórios das audiências públicas (Bahia, 2013) revelam conflitos de interesses e justificativas da posição locacional do Porto entre a decisão governamental e de representantes das comunidades no entorno do local escolhido.

Entretanto, quanto a estrutura logística brasileira, observa-se que alguns dos principais gargalos para o desenvolvimento do segmento portuário no Brasil, segundo CNT (2011), trata-se justamente das condições de acesso ao porto, principalmente rodoviário, bem como de restrições impostas pelo calado, atracação e manutenção que, se não resolvidas, certamente prejudicarão competitividade do comércio marítimo.

Informações contidas nos estudos de implantação para o projeto Porto Sul (Bahia, 2011), indicam que a profundidade no entorno do cais *offshore*, a uma distância de 3,5 Km, varia entre 18m e 21m, de modo que poderá movimentar navios com capacidades entre 220.000 DWT¹ e 150.000 DWT, que atenderão o mercado internacional, principalmente a China (BAHIA, 2013). O principal acesso rodoviário está previsto de ser realizado pela rodovia BA 262 e pela BR101, enquanto que a principal carga, minério de ferro, deverá chegar ao Porto pela ferrovia EF-334 (FIOL).

O complexo logístico a ser constituído, Porto Sul, será implantado no modelo de terminal de uso privado, TUP, de forma conjunta com a empresa Bahia Mineração, que possui o projeto denominado “Pedra de Ferro”, localizado no município de Caetité, Estado da Bahia. Esse projeto consiste na exploração de mina de minério de ferro com capacidade de 20 milhões de toneladas/ano, cuja exploração está licenciada. O transporte de minérios ocorrerá pela FIOL e a instalação do porto decorre da necessidade de exportação dessa produção para o mercado internacional.

O estudo da área de influência do Porto Sul baseia-se em um conceito de área de possível captação de cargas para o corredor da FIOL. Em função desse sistema de transporte, a área de influência estimada incluiu, em primeira aproximação, 46 microrregiões homogêneas nos estados da Bahia, Minas Gerais, Goiás, Tocantins e Mato Grosso, cujo escoamento da produção poderá ser feito, ainda que parcialmente, pela FIOL/Porto Sul, em razão dos menores custos de transporte.

O projeto do Porto Sul, segundo Bahia (2011), possui estimativas de transportar, cerca de 60 milhões de toneladas/ano nos primeiros 10 anos de operação e 100 milhões de toneladas/ano, a partir de 25 anos de operação, somados as cargas demandadas pela ferrovia e pela mina de da Bahia Mineração.

As estimativas baseiam-se ainda em estudos através do Norte de Goiás – possibilidades de exportação de minério, soja e milho; Sul de Tocantins – possibilidades de exportação de minério, soja, açúcar, algodão e álcool; Salinas (MG) e outras regiões do norte/nordeste de Minas Gerais – possível exportação de minério de ferro; Centro-Leste de Mato Grosso – possível exportação de soja e de outros produtos agrícolas.

Produtos	1.000 t / ano					
	Ano 1	Ano 8	Ano 13	Ano 18	Ano 23	Ano 25
Minério de Ferro	0	25.000	50.000	50.000	50.000	50.000
Outros Minérios e Similares	202	8.220	8.220	8.220	8.221	8.221
Etanol	0	0	2.518	2.780	2.950	3.010
Soja, Farelo de Soja e Milho	1.733	1.977	2.172	2.386	2.621	2.621
Algodão	72	87	99	114	130	130
Carga Geral	527	594	652	654	656	656
Fertilizantes	552	630	692	761	836	868
Carvão	0	0	3.250	3.250	3.250	3.250
Produtos Siderúrgicos	0	0	5.000	5.000	5.000	5.000
Total Geral	3.086	36.508	72.603	73.165	73.664	73.756

Tabela 1 – Projeção de Demandas de Cargas Previstas
Fonte: Plano Diretor, 2011.

Pela tabela 1, a projeção de demanda de carga apresentada até o vigésimo quinto ano de operação aponta as estimativas projetadas de cargas para o Terminal de Uso Privado do Porto Sul, não representando ainda, as cargas geradas pela empresa Bamin.

¹DWT – *Dead Weight Tonnage* ou tonelagem de peso morto, que é medida do peso que o navio está projetado para transportar.

Deste modo, o modelo de implantação visa consolidar em operação logística o transporte de cargas pelo modal aquaviário, através de *commodities* a serem exportados no mercado a partir de cargas provenientes pelo modal ferroviário provenientes de regiões produtoras entre o Estado da Bahia e o Centro Oeste do Brasil.

4 Metodologia e ferramenta de simulação

O empreendimento está em fase de instalação, entretanto, os dados que se dispõe do projeto para sua modelagem operacional são mínimos para o transporte de cargas pelos navios. Desta forma a avaliação das operações portuárias foi realizada com base em modelagem matemática e fundamenta em teoria de filas, seguida de simulação discreta com auxílio do software Arena.

De acordo com Chwif e Medina (2007) a simulação computacional pode ser classificada em três categorias básicas, são elas: simulação de Monte Carlo; simulação contínua e simulação de eventos discretos.

Para o estudo do Porto Sul, a simulação a ser utilizada é caracterizada por um processo de criação e experimentação executado por um modelo matemático e conceitual de filas de espera, com variações no seu comportamento estatístico. A simulação consiste em representar, de modo, dinâmico, a operação de determinado período de tempo com eventos discretos.

A ferramenta de simulação Arena® pode ser descrito como um ambiente de simulação visual de propósito geral, orientado em blocos que representam comandos na linguagem SIMAN, que possuem diversos módulos funcionais, ferramentas de análise de dados de entrada e saída, além de relatórios sobre o tempo simulado.

Na modelagem de um sistema de filas para o projeto Porto Sul é necessário identificar as características gerais e estatísticas, além do seu comportamento. Estes são definidos por variáveis randômicas que segundo Prado (2014, p.43) poderá ser utilizado por: λ = Ritmo médio de chegada e μ = Ritmo médio de atendimento.

O estudo parte, inicialmente, para investigar o tempo de espera com a chegada dos navios e o tempo de atendimento com o servidor, com operação portuária de embarque e desembarque de cargas através de uso do equipamento *shiploader* de capacidade máxima de 16.000 tonelada/hora.

Deste modo, o sistema é genericamente apresentado da seguinte forma para o projeto Porto Sul no uso de sistemas de filas, de acordo com a figura 2.

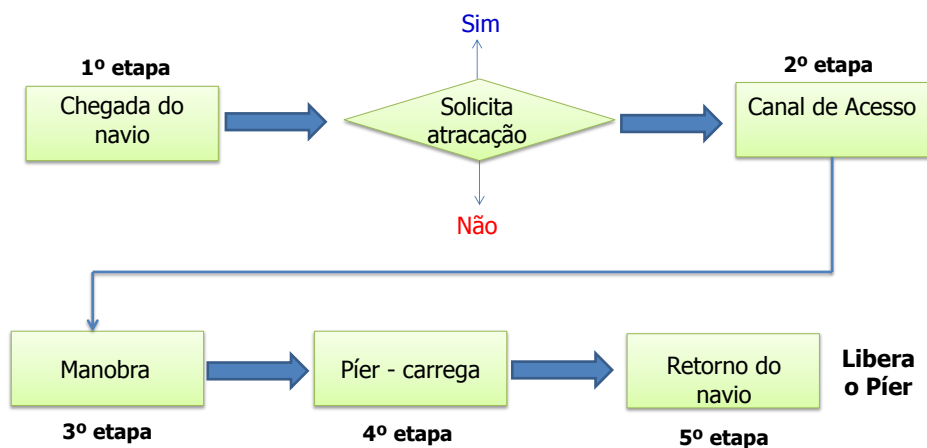


Figura 2 - Fluxograma da teoria de fila para o cais de minério de ferro Porto Sul

Observa-se de acordo com a figura 2 um fluxograma constituído para as variáveis “tempo” quanto ao processo de atendimento do navio em fila, definido por: TA (Tempo Médio de Atendimento). O tempo de serviço é classificado de acordo com cada etapa do fluxograma proposto e estabelecido em unidade “hora” para medição e avaliação entre o tempo de chegada e a liberação do navio carregado ao seu destino final.

4 Resultados e análises dos dados

Os dados simulados no ambiente do software Arena para a operação portuária do Porto Sul pelo carregamento de navios ocorreram por: tempo médio de atendimento, tempo de chegada do navio, tempo no canal de acesso,

tempo de manobra na bacia de evolução, tempo de carregamento no píer (operação média no servidor) e tempo de liberação do navio.

Na prática de simulação o modelo M/M/s, é também conhecido por modelo básico, portanto com entradas de Poisson e serviço exponencial, com “s” atendentes (com um único *shiploader* de um porto, por exemplo, ficaria M/M/1). Assim escrito, fica subtendido que a capacidade do sistema é ilimitada e que a fonte de população potencial dos clientes é infinita. Apesar de existirem poucos sistemas reais que se comportem exatamente com essas características, o modelo básico é bastante empregado, permitindo que sejam construídos inúmeros modelos teóricos-aplicados de filas para a representação da realidade de muitos sistemas produtivos.

Destaca-se no sistemas de filas em que o parâmetro $\rho (= \lambda/s.\mu)$ seja maior ou igual à unidade ($\rho \geq 1$), a fila cresce ilimitadamente, de modo que a sua modelagem seria insatisfatória para representar a realidade do mesmo.

Segundo Prado (2014) o modelo M/M/1 é aquele em que tanto as chegadas quanto ao atendimento são marcovianos em que tem-se um único atendente. Neste caso, o estudo é realizado para população infinita e finita com variáveis randômicas.

Segundo Prado (2014) quando um sistema de fila tenha começado a operar recentemente, o estado do sistema (número de clientes no sistema) será grandemente afetado pelo estado inicial e pelo tempo decorrido desde então. O sistema é, então, dito estar em condição transiente. Entretanto, depois de já ter passado tempo suficiente, o estado do sistema se torna essencialmente independente do estado inicial e do tempo decorrido. Neste caso diz-se que o sistema alcançou a condição de estado de equilíbrio. A teoria das filas trabalha geralmente na condição de estado de equilíbrio (quando o número de usuários no sistema já não depende mais do início do processo), em parte porque o caso transiente é mais difícil analiticamente, sendo os casos em que $\rho (= \lambda/s.\mu) < 1$, dispõe de formulário com resultados satisfatórios.

No sistema de filas ocorre uma disciplina para organizar o atendimento, que neste caso, quando o navio entra no canal após receber a ordem para atracamento, há um critério que logo foi estabelecido por uma ordem de chegada, criando então a fila e, sendo disciplinada pelo FIFO – primeiro que entra na fila é o primeiro a sair.

A Figura 3, abaixo, apresenta simplificada um genérico sistema de filas, mas que também poderia representar o Porto Sul.

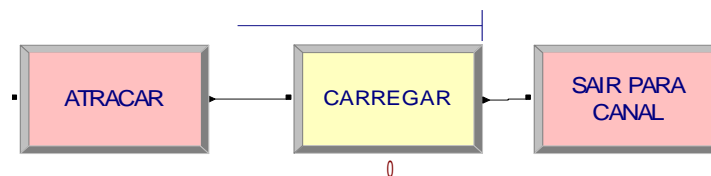


Figura 3 – Representação genérica de um sistema de filas pelo Arena

A partir deste sistema genérico, ao analisar os dados do Porto Sul, com a chegada de 01 (um) navio a cada 02 (dois) dias. A capacidade total do *shiploader* será de 16.000 t/h, contudo, avaliando os riscos, questões ambientais e de utilização do equipamento, manutenção preventiva e corretiva e falhas de natureza operacional, estudos em andamento indicam uma capacidade efetiva de 62,5% a ser considerada.

O modelo aplicado M/M/1, inicialmente, obteve como resultado inicial para chegada de navios, taxa de 0,0132h para cada 3,15 dias. No entanto o atendimento é estabelecido μ igual 0,0355h. Em sistemas estáveis o λ é menor que μ ou $\rho < 1$.

Deste modo, foi criado um cenário de chegada de navios e operação do terminal portuário com resultado de utilização em 12 meses do ano.

Quadro 1 – Simulação da operação portuária em 12 meses

Modelo M/M/1	S1 - operação 12 meses		
	Média	Min.	Máx.
Tempo de espera na fila	11,89	-	63,19
Tempo total atendimento	37,92	25,52	89,07
Taxa utilização servidor	0,384	-	-
Rebocadores	0,0096	-	-
Solicita liberação esperando em fila	0,2281	-	-

Fonte: Elaboração dos autores, Arena 2016.

O número médio de navios que solicita liberação em fila para uso das instalações do porto será de 0,2281, no qual o resultado obtido indica que em determinadas variações aleatórias de atendimento no sistema, 22,81% ou seja, até 03 embarcações estarão em fila na área de fundeio aguardando entrar no canal de acesso.

De acordo com o quadro 1, o tempo médio de espera na fila ocorre em 11,89 horas, sendo a capacidade máxima gerada pela espera em 63,19 horas, o que significa que a medida que ocorre aumento na chegada, por sua vez ocasiona aumento de demanda e espera de fila, ocorrendo aumentos de custos na operação, uma vez que a embarcação encontra-se.

O tempo de atendimento na instalação ocorre em média 37,92 horas, com entrada mínima de 25 horas e atendimento máximo de 89,07 horas. Se o número de filas cresce exponencialmente, o mesmo ocorrerá em todo o sistema de operação em razão da existência de um único servidor para atendimento na operação.

Portanto, inicialmente, o *shiploader* (servidor) terá taxa de utilização de 38% ao ano, ficando bem abaixo de sua capacidade total. Dois são os rebocadores utilizados nas embarcações e a chegada anual obteve um atendimento de 168 navios durante o período de 12 meses (01 ano).

Salienta-se que a medida que aumenta as operações por transporte de cargas no terminal portuário, novas filas e processos poderão ocorrer em anos sucessivos, de forma exponencial, aumentando a taxa de utilização do terminal e gerando aumento de filas. Neste processo, dobrar a capacidade de operação, implica aumentar a capacidade de serviço, realizado por 01 equipamento *shiploader*, incorrendo em diminuição de custos e melhoria da eficiência operacional. O que está em discussão, inicialmente, será a natureza do tempo de atendimento e a capacidade que pode ser gerada anualmente pelo terminal do Porto Sul com embarcações de cargas de minério de ferro, ou seja, no limite de 01 ano, as operações chegam atender 168 embarcações.

A partir de então, o resultado deste modelo matemático permite estudar a variabilidade do sistema, entre os tempos de chegada e o atendimento, permitindo uma maior compreensão dos resultados de acordo com as ferramentas de simulação.

5 Conclusões

A verificação de um processo operacional através de simulação computacional, tipo Arena, visa garantir que os modelos estão funcionando de acordo com as suposições, ou seja, quanto mais complexo o modelo construído, mais difícil torna-se sua verificação. A simulação pode garantir a consistência do modelo e do sistema simulado para provar que este processo realmente reflete numa relação lógica de cada parte e a relação numérica entre parâmetros.

A lógica do modelo de simulação construído é claro, onde os dados levantados e comparados com o programa estão faixa de erro de – 5%, de modo que o modelo esteja correto. Simular a operação inicial do projeto Porto Sul, no Estado da Bahia, significa planejar a operação, bem como servir para a tomada de decisão o

planejamento de novas instalações portuárias a partir de novos berços com aumentos de demandas de cargas e saturação do atual berço de minério a ser implantado.

Esses e outros dados de projeto são comparativos ao longo da análise, mas servem de base e apoio para desenvolver a operação portuária, seja com uso de equipamentos, construção e adequação da infraestrutura existente e de apoio, ou mesmo, de serviços inclusos nos atendimentos das embarcações.

Espera-se contribuir na continuidade deste estudo em demais processos relacionados ao Porto Sul e sua operação, aprofundando o tema e acrescentando a viabilidade técnica e econômica do berço de minério de ferro.

Este é um projeto de interesse nacional para a economia do Brasil, que chegará para contribuir com as exportações brasileiras de *commodities*, além da diminuição do custo Brasil ocasionado pela falta de equipamentos deste porte.

Referências

BAHIA (Estado). Secretaria de Infraestrutura. Estudo de Impacto Ambiental Porto Sul, Tomo I: Caracterização do empreendimento. Salvador, 2011, 460 p.

BAHIA (Estado). Secretaria de Infraestrutura. Estudo de Impacto Ambiental, caderno de respostas ao parecer nº09/2012 COPAH/DILIC/IBAMA, Tomo I: Documento resposta. Salvador, 2012, 260 p.

BRASIL. Agência Nacional de Transportes Aquaviário. ANTAQ. Relatório Estatístico Semestral. 2014. Disponível em: http://www.antaq.gov.br/portal/Relatorio_Estatistico_Semestral_2014/FILES/SPO/1Resumo_Geral_Mov_Cargas.xls. Acesso em: 18 de setembro de 2015.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Plano Nacional de Logística e Transportes. 2011. Disponível em: <http://www.transportes.gov.br/conteudo/2812-pnlt-relatorio-executivo-2011.html>. Acesso em 15 março de 2015.

CARDOSO, L. C. dos S. Logística do petróleo: transporte e armazenamento, Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

CHUNG, C. A. Simulation Modeling Handbook: A Practical Approach. 2a. ed. Boca Raton: CRC Press, 2004.

COMPANHIA DE DOCAS DO ESTADO DA BAHIA (CODEBA). Estatística Portuária. Disponível em: http://www.codeba.com.br/eficiente/sites/portalcodiba/pt-br/site.php?secao=estatistica_portuaria&sm=menu_esquerdo_estatistica_portuaria. 2014. Acesso em: 19/08/2015.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT. Economia em foco. Disponível em: <http://www.cnt.org.br/>. 2011. Acesso em: 22 de maio de 2015.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT. Economia em foco. Disponível em: file:///C:/Users/Jo%C3%A3o%20Carlos/Downloads/ECONOMIA_FOCO_29JAN2014.pdf, Investimento em Transporte Marítimo, CNT, Economia em foco, janeiro 2014. Acesso em: 15 de agosto de 2015.

CHWIF, L., MEDINA, A. C. Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações. 2ª edição. São Paulo: Editora Bravarte. 2007.

FERREIRA FILHO, Virgílio José Martins, Gestão de operações e logística, metodologia e modelos quantitativos/ Virgílio José Martins Ferreira Filho – 1 ed- Rio de Janeiro : Elsevier, 2016.

JÚNIOR, J.N.C.de S., 2010. Avaliação da eficiência dos portos utilizando análise envoltória de dados: estudo de caso dos portos da região nordeste do Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará – Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes. Fortaleza, CE, Brasil.

PRADO, D. S. DO. Usando Arena em Simulação. Belo Horizonte: Falconi, 2010.

SARACENI, Pedro Paulo, Transporte marítimo de petróleo e derivados – Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

11TC-A1-Identificação das Práticas da Filosofia Lean Construction no Processo Produtivo de um Empreendimento na Cidade de Santa Maria – RS

Franco da Silveira
(franco.da.silveira@hotmail.com - PPGE/UFMS)

Marcos Lucas de Oliveira
(eng.marcos.lucas@gmail.com - PPGE/UFMS)

Juliana Sanches Venturini
(juliesventurini12@yahoo.com.br - UFMS)

Janis Elisa Ruppenthal
(profjanis@gmail.com - PPGE/UFMS)

Jéferson Réus da Silva Schulz
(jefersonschulz@gmail.com - PPGE/UFMS)

Resumo

A competitividade do mercado exige que as organizações exerçam maior controle sobre os seus gastos, concomitantemente com o cumprimento de prazos mais acirrados. Nesse contexto, a filosofia Lean Construction visa otimizar recursos e movimentações que não agregam valor. O objetivo principal desse trabalho é diagnosticar o processo produtivo de um empreendimento em Santa Maria, RS, com base nos 11 princípios da filosofia. Assim, utilizou-se de uma metodologia exploratória do tipo qualitativa. Procedeu-se com análises bibliográficas, visitas in loco, e estudos de aplicações efetuadas em construtoras. Evidenciou-se que a organização não conhecia a filosofia e seus processos construtivos não possuíam padronização.

Palavras chave: *Construção Civil. Lean Construction. 11 Princípios.*

1 Introdução

No Brasil, a partir da década de 90, através da modernização acelerada ocorreu a necessidade de utilização de novos conceitos para a gestão da produção. A implantação dessas novas ferramentas gerenciais fez com que as empresas consolidassem posições de competitividade em seus setores. Porém, devido à heterogeneidade dos diversos setores industriais brasileiros, ainda é possível perceber baixos índices de produtividade em alguns destes setores (MAFRA; SANTOS, 2015). Nesse contexto, a construção civil é considerada como uma das atividades mais antigas exercidas pelo homem e representa um dos setores mais importantes para o crescimento econômico de um país, apesar das perspectivas de baixo crescimento nos últimos anos, assim como para o presente ano (BORGES, 2015).

Associado a este baixo crescimento, o setor apresenta algumas dificuldades na gestão de suas obras. Conforme Conte (2009), as dificuldades relacionadas ao gerenciamento da produção na construção civil não são diferentes dos demais setores industriais. Segundo Isatto et al. (2000), diversos diagnósticos realizados no Brasil e no exterior indicam que a maioria dos problemas que resultam em baixos patamares de eficiência e qualidade na construção civil, originam-se em problemas gerenciais.

Através da modificação do perfil dos clientes, o cenário desse setor vem se transformando. Nota-se que os clientes passaram a exigir produtos com prazos menores de entrega, com mais qualidade e a um preço mais competitivo. Desse modo, a construção civil começou a introduzir essas novas exigências do mercado, adotando novas técnicas de produção e de gerência utilizadas pelo setor automobilístico. Essas, por sua vez, são necessárias para aperfeiçoar os processos e desenvolver produtos cada vez melhores e mais baratos (BORGES, 2015).

Para alcançar tal eficiência, procuraram-se soluções com base no método de gerenciamento da produção oriundo da manufatura japonesa, o lean production. Através deste método de gestão, o setor da construção civil buscou espelhar sua forma de gerenciamento nesse novo paradigma, criando e reformulando modelos de produção. É nesse cenário de busca por mudanças e necessidade de melhorias na gestão de suas obras, influenciado pela metodologia da produção enxuta, que surge a filosofia lean construction através dos trabalhos de Koskela (1992), que fez adaptações das metodologias já desenvolvidas no sistema Toyota de produção.

O desafio da filosofia *lean construction* é a eliminação de perdas. Nesse sentido, foram desenvolvidos 11 princípios, originários dos sete princípios do sistema Toyota de produção, os quais estão destinados a mitigar toda atividade que não agrega valor (SARCINELLI, 2008). Na construção civil há diversos processos que resultam em perdas produtivas, como por exemplo, em movimentos e transportes desnecessários, retrabalhos, entre outros. Desse modo, torna-se um desafio a aplicação do método.

Assim, esse estudo tem como objetivo identificar, diagnosticar e propor melhorias para a implementação do processo *lean construction* em um empreendimento localizado na cidade de Santa Maria – RS, com base nos 11 princípios da filosofia.

2 Referencial Teórico

No referencial teórico busca-se explicitar os principais conceitos respectivos ao assunto proposto para estudo. Primeiramente, trata-se de uma visão geral atinente a filosofia *lean construction*, posteriormente realiza-se uma discussão sobre os princípios e a necessidade de aplicação na construção civil.

2.1 *Lean Construction*: origem e conceito

A partir da consagração mundial do sistema de produção introduzido pela Toyota, Koskela (1992), em suas pesquisas, elaborou um relatório técnico cuja finalidade consistia em uma proposta de aplicação dessa nova filosofia de produção aplicada ao setor de construção civil, denominada de lean construction.

O objetivo do trabalho era beneficiar o setor da construção civil com um sistema de gestão de qualidade de sucesso como foi o sistema Toyota de produção (STP) para as linhas de produção da Toyota Motor Company (CAMERA et. al., 2015). Em seguida, foi criado o IGLC (*International Group for Lean Construction*), cuja estratégia é a disseminação do novo paradigma na construção civil em diversos países (FORMOSO, 2002). Daeyoung (2002) afirma que a construção enxuta constitui-se de um sistema de produção de realização e gestão de projeto que valoriza a entrega de valor de forma confiável e rápida, e que instiga, tal como a produção enxuta, a crença nas relações de equilíbrio entre tempo, custo e qualidade.

Para Koskela (1992) existem dois modelos de produção na construção civil, um mais tradicional e outro regido pelos princípios da construção enxuta. O modelo conceitual dominante na construção civil costuma definir a produção como um conjunto de atividades de conversão que transforma insumos (materiais e informação) em produtos intermediários (etapas da execução como alvenaria e revestimentos) ou final (edificação). No entanto, esse modelo apresenta algumas deficiências, pois estima-se que 67% (cerca de dois terços) do tempo gasto pelos trabalhadores em um canteiro de obras está nas operações que não agregam valor (FORMOSO, 2005).

Já o modelo da construção enxuta assume que um processo consiste em um fluxo de materiais, desde a matéria prima até o produto final, sendo o mesmo constituído por atividades de transporte, espera, processamento e inspeção. Com isso não há estoques desnecessários e a flexibilidade aumenta nos setores produtivos (BARTZ; RUPPENTHAL, 2013). Esse método é aplicável não só para os processos de produção, de caráter físico, mas também para processamentos de natureza gerencial como planejamento e controle, suprimentos, projeto, entre outros (KOSKELA, 1992).

2.1.2 Os 11 princípios *lean construction*

A metodologia *lean construction* está baseada nas premissas do STP em que as principais características, transpostas da metodologia da indústria de manufatura japonesa para o setor da construção civil são adaptadas para o cenário do canteiro de obras. Em seu trabalho, Koskela (1992) estabelece 11 princípios, inspirado nos sete princípios de eliminação de perdas do *lean production*, aplicáveis efetivamente à indústria da construção civil. Alguns são teoricamente mais fundamentados e outros estão voltados à aplicação prática. Esses princípios, para aplicação na construção civil, são descritos no Quadro 01.

Quadro 01 – Princípios da lean construction

Princípio	Aplicação na Construção Civil
1- Reduzir as atividades que não agregam valor	A redução das atividades que não agregam valor tais como transporte de materiais, tempo de espera por material, entre outras, podem ser obtidas através da eficiência das atividades de conversão e de fluxo e também pela exclusão de algumas das atividades que não agregam valor (KOSKELA,1992). Segundo Formoso et al. (1999a), para reduzir as perdas na construção de edificações é necessário conhecer sua natureza e identificar suas causas.
2- Aumentar o valor do produto através das necessidades do cliente	Conforme Koskela (1992), a adição de valor ao cliente, seja ele interno ou externo, ocorre quando há conhecimento dos requisitos destes clientes levando a sua satisfação. Um exemplo prático para este princípio seria realizar pesquisa de mercado e avaliação pós-ocupação das construções. Posteriormente, deve-se buscar melhorias que aumentem o valor para o cliente.
3- Reduzir a variabilidade	A redução da variabilidade é importante tanto quanto a qualidade de um produto, como quando se diz respeito a prazos de execução de projetos. Segundo Formoso (2000), existem diversos tipos de variabilidade envolvidos num processo de produção: Variabilidade nos processos relacionados com fornecedores; Variabilidade relacionada à execução do próprio processo; e Variabilidade na demanda, relacionada aos clientes de um processo.
4-Reduzir o tempo do ciclo de produção	O princípio de redução do tempo de ciclo tem origem na filosofia <i>Just In Time</i> , e está relacionado com a otimização dos tempos envolvidos na execução da obra. Quando ocorre uma redução significativa no tempo de ciclo algumas vantagens são visualizadas como: entrega mais rápida do empreendimento ao cliente, maior facilidade no planejamento de futuros empreendimentos, maior flexibilidade, entre outros (FORMOSO, 2000).
5-Simplificar através da redução do número de passos ou partes	Segundo Bernardes (2001), a simplificação pode ser expressa como a redução de componentes do produto ou do número de passos existentes em um fluxo material. Se um processo possui muitos passos ou componentes, maior será sua tendência de existir atividades que não agregam valor. O uso de elementos pré-fabricados, o uso de equipes polivalentes e de células de produção tende a minimizar o número de passos ou partes do processo.
6-Aumentar a flexibilidade na execução do produto	De acordo com Koskela (1992), o aumento da flexibilidade de saída pode ser alcançado com a redução do tamanho de lotes até próximo a demanda, reduzindo a dificuldade de <i>setups</i> e mudanças. Customizar o mais tarde possível com tecnologias que possibilite customização sem grandes ônus para o produto contribui para aumentar a flexibilidade de saída.
7-Aumentar a transparência do processo	É possível diminuir a possibilidade de ocorrência de erros na produção proporcionando maior transparência aos processos produtivos (KOSKELA, 1992). Isatto et al. (2000) citam algumas formas de aumentar a transparência do processo como: a remoção de obstáculos visuais, tais como divisórias e tapumes; a utilização de dispositivos visuais, como cartazes, sinalização e demarcação de áreas; emprego de indicadores de desempenho, que tornam visíveis atributos do processo e aplicação de programas de melhorias da organização e limpeza do canteiro como o 5S.
8-Focar o controle no processo global	O controle de todo o processo possibilita a identificação e a correção de possíveis desvios que venham a interferir no prazo de entrega da obra. Então, faz-se necessária, haver uma integração entre os diferentes níveis de planejamento, isto é, a longo, médio e curto prazo. Esse princípio pode ser aplicado na medida em que haja mudança de postura, por parte dos envolvidos na produção em relação à preocupação sistêmica dos problemas. Nesse caso, a integração entre os diferentes níveis de planejamento (longo, médio e curto prazo) pode facilitar a implantação do princípio (BERNARDES, 2003).
9-Introduzir melhoria contínua no processo	A melhoria contínua pode ser institucionalizada por meio do estabelecimento de metas, como redução do estoque e apresentação de propostas para atingi-las. Pode-se destacar a utilização da caixa de sugestões, a premiação pelo cumprimento de tarefas e metas, o estabelecimento dos planos de carreira, a adoção das medalhas por distinção, entre outros (POZZOBON et al., 2004).
10-Manter o equilíbrio entre	De acordo com Rezende et al. (2012), balancear melhoria dos fluxos por meio de melhoria nas conversões implica em uma menor capacidade de conversão. Fluxos mais controlados tornam a implantação de novas tecnologias de conversão mais fáceis e

melhorias nos fluxos e nas conversões	essas podem gerar baixa variabilidade, beneficiando os fluxos. Balanceamento da melhoria dos fluxos com a melhoria das conversões nada mais é que observar os processos e analisar o que pode ser melhorado.
11-Referenciais de ponta (Benchmarking)	Segundo Isatto et al. (2000), para a aplicação desse princípio, deve-se conhecer os processos próprios da empresa; identificar boas práticas em outras empresas similares, tipicamente consideradas líderes, num determinado segmento ou aspectos específicos; entender os princípios por trás dessas boas práticas e adaptá-las à realidade da empresa.

Fonte: Elaborado pelos autores

2.1.3 Necessidade de aplicação na Construção Civil

O ramo da construção civil é heterogêneo no sentido de que ele engloba desde microempresas até empresas de grande porte. Ele é complexo e abrange setores industriais diversos como fornecedores de materiais; profissionais envolvidos na elaboração de projeto; prestadores de serviços; órgãos públicos; entre outros. Para que a rede trabalhe de forma sistêmica, é preciso que se tenha uma boa gestão dos serviços de planejamento, projeto, compra de insumos, trabalhos burocráticos e comunicação.

A construção civil é um mercado absorvedor de mão de obra desqualificada. O grau de escolaridade entre os operários é baixo ou inexistente. O conhecimento dos processos produtivos é aprendido na prática diária. O treinamento dos operários ainda é negligenciado pelas empresas e visto como um custo adicional e um risco do funcionário pedir aumento por estar qualificado. O resultado dessa inobservância gera uma baixa produtividade e problemas de qualidade (WIGINESCKI, 2009).

Todas essas peculiaridades do setor, entre outras, são geradoras de incertezas; baixa produtividade; grande utilização de esforço humano e recursos naturais; alto índice de perdas; entre outros. No entanto, o produto final oferecido é caro e de baixa qualidade. Entretanto, a construção civil vem passando por sucessivas mudanças ao longo dos últimos anos, o que tem exigido deste setor uma maior mobilidade em busca do aumento da eficiência dos seus processos, para atender às necessidades de clientes cada vez mais exigentes.

Apesar de tais lacunas relatadas anteriormente, Farias Filho (2012) afirma que a indústria da construção civil, passa por um momento de transição, em que empresas desse subsetor de edificações, têm procurado investir em sua melhoria dos processos de produção, em detrimento das crescentes pressões do mercado.

3. Metodologia

Essa pesquisa é de natureza aplicada, e quanto aos seus objetivos, é caracterizada como uma pesquisa exploratória. Portanto, o método é caracterizado como um estudo de caso qualitativo nominal, porque as respostas não podem ser ordenadas, e procuram descrever, decodificar e traduzir a problemática com foco nos processos em estudo (GIL, 2010; MIGUEL, 2010).

Dessa forma, para o estudo foi realizado um diagnóstico da situação atual da produção de um canteiro de obras com a finalidade de identificar as perdas e posteriormente aplicação da filosofia lean construction. Assim, para aplicação desse estudo, foram analisadas bibliografias existentes, estudos de casos de lean construction, metodologias, referências, visitas in loco ao empreendimento do estudo, registro fotográfico e questionamentos informais aos operários e engenheiro.

A construtora na qual foi aplicado o trabalho, atua há vinte anos no mercado de Santa Maria – RS, contando com dez empreendimentos e atualmente possui dois em fase de execução. O corpo técnico é constituído de um engenheiro civil (proprietário), uma técnica em segurança do trabalho, um estagiário e treze funcionários de obras. Além disso, a empresa faz contratações terceirizadas, conforme a necessidade. O diagnóstico foi realizado em um empreendimento de cinco andares, com vinte e dois apartamentos de um, dois e três dormitórios, que se encontra em fase de colocação da cobertura.

4. Análise e Discussão dos Resultados

O estudo realizado evidencia a falta de planejamento e organização no canteiro de obras. Não havia local de destinação de descarga e armazenamento de materiais, como pode ser observado da Figura 1.

Figura 1 – Primeira vista do canteiro de obras



Fonte: Autores.

Os colaboradores estão inseridos em um ambiente que apresenta um alto grau de insegurança em vista do canteiro apresentar material perfuro-cortante sem proteção e local de armazenagem seguro, como pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 – Organização encontrada no canteiro de obra



Fonte: Autores.

A falta de controle e fiscalização pode afetar a produtividade e o custo da obra. Esses fatores estão presentes no empreendimento, visto que é possível identificar o desperdício, retrabalho, e descarte incorreto de materiais, como por exemplo, embalagens de tinta, madeiras entre outros, conforme a Figura 3.

Figura 3 – Descarte incorreto de materiais



Fonte: Autores.

A central de concreto foi estabelecida em um local de difícil acesso para os caminhões de entrega de agregados. Não foram construídas baias para a armazenagem da areia e da brita, desse modo os materiais acabam se espalhando e se misturam com facilidade, aumentando as perdas e a incerteza de qualidade da argamassa preparada in loco, como pode ser analisado na Figura 4.

Figura 4 – Alocação de material imprópria



Fonte: Autores.

Os materiais que chegam no canteiro de obras não possuem uma ordem de pedido, ou seja, não são solicitados na quantidade necessária e no momento necessário. Concomitantemente, não há um responsável técnico para acompanhar o pedido. Esse muitas vezes é realizado pelo próprio operário.

E ainda, os materiais solicitados não seguem uma especificação quanto ao tipo, tamanho, quantidade e não passam por controle de qualidade. Assim como são armazenados em um local inapropriado, que pode ser observado da Figura 5.

Figura 5 – Condicionamento inadequado dos materiais



Fonte: Autores.

Movimentação inadequada dos materiais é notória no canteiro em análise. Assim como, da utilização de matéria prima em condições não adequadas. Além disso, a questão da segurança dos colaboradores em um canteiro de obras é um item importante, visto os perigos que os trabalhadores da construção estão expostos. Nesse empreendimento foram observadas situações de negligência, pois muitos operários não estavam utilizando os EPI's de maneira adequada, como pode ser observado na Figura 6.

Figura 6 – Não utilização de EPI's



Fonte: Autores.

Em diversas áreas do empreendimento foram observados colaboradores executando um retrabalho, demonstrando a ineficiência do planejamento do projeto, pois alterações foram executadas sem uma vistoria de um responsável técnico, como por ser notado, na Figura 7, em recortes e instalações incorretas.

Figura 7 – Erro na concepção do projeto



Fonte: Autores.

5. Discussão dos Resultados

Nessa sessão são apresentadas recomendações para implementação do *lean construction* na referida construtora. Assim, no Quadro 02, são apresentadas algumas ações e seus objetivos para implantação.

Quadro 2 – Ações para implantação da filosofia *lean construction*

1. Reduzir as atividades que não agregam valor	
Atividade	Objetivo
Planejar o <i>layout</i> do canteiro.	Arranjar o espaço físico, identificar entrada e saída, carga e descarga, vias de circulação, local de armazenamento.
Mapeamento dos processos.	Eliminar atividades que não agregam valor e as perdas devido ao desperdício.
Planejar as atividades semanais.	Organizar a sequência de atividades, a mão de obra e o material necessária além de definir um o prazo para execução.
Melhorar os sistemas de transporte.	Tornar mais eficiente a descarga de materiais no canteiro e o transporte dos mesmos dentro da obra.
Plano de ação 5W2H.	Auxiliar nos desdobramentos das atividades.
Planejamento de longo e médio prazo.	Definir a sequência de atividades e a mão de obra, gerenciar o orçamento e a programação.
5S.	Melhorias na organização, limpeza e padronizações.
2. Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes	
Inspeção de prazo e qualidade dos serviços executados.	Garantir o controle de qualidade para clientes internos e externos.
Gerenciamento visual.	Difundir informações pertinentes aos serviços.
Planejamento.	Identificar atividades e processos que venham a contribuir para a eficiência global.
Avaliação do sistema de produção pelos visitantes da obra.	Coleta de opiniões e sugestões.
Planejar o <i>layout</i> do canteiro.	Melhorar a apresentação do local de produção e garantir a segurança do visitante.
Mapeamento dos processos.	Eliminar atividades que não agregam valor e as perdas devido ao desperdício.
Planejamento de longo e médio prazo.	Definir a sequência de atividades e a mão de obra, gerenciar o orçamento e a programação.
Plano de ação 5W2H.	Auxiliar nos desdobramentos das atividades.
3. Reduzir a variabilidade	
Padronização dos insumos fornecidos	Manter padrões dimensionais, técnicos e estéticos.
Padronização de elementos construtivos	Facilitar o processo de produção desses elementos e diminuir desperdícios.
Padronização de processos.	Buscar estabilidade na produção através do treinamento e repetição do processo padrão.
Planejar as atividades semanais.	Organizar a sequência de atividades, a mão de obra e o material necessária além de definir um o prazo para execução.
Controle da produção.	Gerenciamento do planejamento, da mão de obra e do estoque de materiais, da inspeção e dos prazos.
Plano de ação 5W2H.	Auxiliar nos desdobramentos das atividades.
Planejamento de longo e médio prazo.	Definir a sequência de atividades e a mão de obra, gerenciar o orçamento e a programação.
Dimensionar e treinar mão de obra polivalente.	Ter apenas a mão de obra necessária e que possa trabalhar em várias frentes de trabalho.
4. Reduzir o tempo de ciclo	
Planejar as atividades semanais.	Organizar a sequência de atividades, a mão de obra e o material necessária além de definir um o prazo para execução.
Dimensionar e treinar mão de obra polivalente.	Ter apenas a mão de obra necessária e que possa trabalhar em várias frentes de trabalho.
Inclusão de sistemas construtivos racionalizados.	Facilitar o processo produtivo.

Controle da produção.	Gerenciamento do planejamento, da mão de obra e do estoque de materiais, da inspeção e dos prazos.
Execução de atividades paralelas.	Mão de obra polivalente atuando em várias frentes de trabalho.
Mapeamento dos processos.	Eliminar atividades que não agregam valor e as perdas devido ao desperdício.
Planejar as atividades semanais.	Organizar a sequência de atividades, a mão de obra e o material necessária além de definir um o prazo para execução.
Planejamento de longo e médio prazo.	Definir a sequência de atividades e a mão de obra, gerenciar o orçamento e a programação.
Padronização de processos.	Adotar padrões operacionais.
5. Simplificar pela diminuição do número de pessoas e/ou partes	
Mapeamento dos processos.	Eliminar atividades que não agregam valor e as perdas devido ao desperdício.
Inclusão de sistemas construtivos racionalizados.	Facilitar o processo produtivo.
Dimensionar e treinar mão de obra polivalente.	Ter apenas a mão de obra necessária e que possa trabalhar em várias frentes de trabalho.
Usar serviços oferecidos por fornecedores.	Diminuir processos dispendiosos dentro do canteiro.
Padronização de processos.	Buscar estabilidade na produção através do treinamento e repetição do processo padrão.
Planejar as atividades semanais.	Organizar a sequência de atividades, a mão de obra e o material necessária além de definir um o prazo para execução.
Planejamento de longo e médio prazo.	Definir a sequência de atividades e a mão de obra, gerenciar o orçamento e a programação.
5S.	Melhorias na organização, limpeza e padronizações.
Plano de ação 5W2H.	Auxiliar nos desdobramentos das atividades.
6. Aumentar a flexibilidade na execução de produto	
Planejamento.	Identificar atividades e processos que venham a contribuir para a eficiência global.
Estabelecer regras para customização.	Limitar datas para modificações de projeto sem custo ao cliente.
Inclusão de sistemas construtivos racionalizados.	Facilitar o processo produtivo.
Dimensionar e treinar mão de obra polivalente.	Ter apenas a mão de obra necessária e que possa trabalhar em várias frentes de trabalho.
Controle da produção.	Gerenciamento do planejamento, da mão de obra e do estoque de materiais, da inspeção e dos prazos.
Gerenciamento visual.	Difundir informações pertinentes aos serviços.
Kanban.	Apresentar cartões de controle de retiradas de materiais afim de melhorar o gerenciamento da utilização, necessidade e quantidade do material.
7. Aumentar a transparência	
Gerenciamento visual.	Difundir informações pertinentes aos serviços.
Instalar dispositivo visual com informações para visitantes.	Regras para visitantes.
Utilizar indicadores de desempenho da produção.	Informar o desempenho das equipes e cobrar melhorias.
Informar os clientes sobre a conclusão de cada etapa.	Para que ele saiba a situação do empreendimento ou fazer modificações.
5S.	Melhorias na organização, limpeza e padronizações.
Planejar as atividades semanais.	Organizar a sequência de atividades, a mão de obra e o material necessária além de definir um o prazo para

	execução.
Planejamento de longo e médio prazo.	Definir a sequência de atividades e a mão de obra, gerenciar o orçamento e a programação.
Controle da produção.	Gerenciamento do planejamento, da mão de obra e do estoque de materiais, da inspeção e dos prazos.
8. Focar o controle em todo o processo	
Planejamento de longo e médio prazo.	Definir a sequência de atividades e a mão de obra, gerenciar o orçamento e a programação.
Controle da produção.	Gerenciamento do planejamento, da mão de obra e do estoque de materiais, da inspeção e dos prazos.
Mapeamento dos processos.	Eliminar atividades que não agregam valor e as perdas devido ao desperdício.
Dimensionar e treinar mão de obra polivalente.	Ter apenas a mão de obra necessária e que possa trabalhar em várias frentes de trabalho.
Gerenciamento visual.	Difundir informações pertinentes aos serviços.
9. Estabelecer a melhoria contínua	
Institucionalizar a metodologia <i>Lean</i> .	Conhecimento dos conceitos, princípios e técnicas.
Planejamento de longo e médio prazo.	Definir a sequência de atividades e a mão de obra, gerenciar o orçamento e a programação.
Gerenciamento visual.	Difundir informações pertinentes aos serviços.
Dignificação da mão de obra.	Reconhecimento e premiação do bom desempenho individual.
Gestão participativa.	Coleta de sugestões dos próprios envolvidos no sistema produtivo.
Controle da produção.	Gerenciamento do planejamento, da mão de obra e do estoque de materiais, da inspeção e dos prazos.
Plano de ação 5W2H.	Auxiliar nos desdobramentos das atividades.
Planejamento de longo e médio prazo.	Definir a sequência de atividades e a mão de obra, gerenciar o orçamento e a programação.
10. Balancear as melhorias dos fluxos com as melhorias das conversões	
Mapeamento dos processos.	Identificar pontos fracos e fortes.
Planejamento de longo e médio prazo.	Definir a sequência de atividades e a mão de obra, gerenciar o orçamento e a programação.
Controle da produção.	Gerenciamento do planejamento, da mão de obra e do estoque de materiais, da inspeção e dos prazos.
Introdução de sistemas de inovação.	Utilizar a tecnologia e a inovação a favor da produção.
Plano de ação 5W2H.	Auxiliar nos desdobramentos das atividades.
11. Fazer benchmarking	
Avaliação do sistema de produção.	Identificar pontos fracos e fortes.
Planejamento de longo e médio prazo.	Definir a sequência de atividades e a mão de obra, gerenciar o orçamento e a programação.
Controle da produção.	Gerenciamento do planejamento, da mão de obra e do estoque de materiais, da inspeção e dos prazos.
Gestão participativa.	Coleta de sugestões dos próprios envolvidos no sistema produtivo.
Plano de ação 5W2H.	Auxiliar nos desdobramentos das atividades.

Fonte: Elaborado pelos autores.

6. Considerações Finais

A utilização da filosofia *lean construction* aplicada ao empreendimento em Santa Maria - RS, resultou na identificação de perdas produtivas geradas por um planejamento ineficaz da construtora. Esse, provavelmente, resultante da falta da cultura de controle da produção e utilização de ferramentas defasadas.

Conforme Pekuri et al. (2014) uma das grandes dificuldades das empresas construtoras é a gestão de informação que se estende além das atividades internas, isto é, os funcionários são submetidos a uma grande quantidade distinta de informações, provindas de várias áreas da empresa. E essas, por sua vez, passam a ser mal geridas pelos colaboradores, por falta de treinamento ou fiscalização.

Assim, evidenciou-se nesse trabalho, perante a aplicação dos métodos, e, via estudo da literatura científica, que o canteiro de obras analisado não possuía nenhuma ferramenta de gestão de recursos. É notória, também, a desorganização no empreendimento e a falta de padrões de operação. Os operários não possuem tarefas bem definidas, em consequência da falta de um profissional técnico que os orientassem, o que impacta em retrabalhos. Concomitantemente, a empresa, utiliza-se de práticas de construção com grande obsolescência tecnológica.

Como resultado para o empreendimento, foi apresentada a filosofia *lean construction* e a utilização desse estudo como um teste piloto para alcançar benefícios que poderão aprimorar a gestão dos futuros canteiros de obras da empresa. Assim como, essa pesquisa poderá servir como guia para outras organizações do ramo.

Estima-se que com a aplicação da metodologia a empresa possa conseguir vantagens competitivas como: aumento da produtividade; redução de custos operacionais e melhoria do nível de satisfação dos clientes finais.

Referências

- BARTZ, A. P. B.; RUPPENTHAL, J. E. 2013. “Aplicação da manufatura enxuta como fator de aumento da competitividade”. Revista Espacios, Venezuela, v. 34, n. 3. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a13v34n03/13340303.html>>. Acesso em: 09 mar. 2016.
- BERNARDES, M. M. S. 2001. Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle de produção para micro e pequenas empresas de construção. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- BERNARDES, M. M. S. 2003. Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil. Rio de Janeiro: LTC.
- BORGES, T. M. D. 2015. Princípios da construção enxuta no processo de planejamento de uma construtora de grande porte de Natal (RN). 2015. 139 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- CAMERA, E.; CASTRO, M. D. G.; CAMPOS, R. 2015. “Princípios e Ferramentas da Lean Construction: uma comparação entre empresas”. V Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Ponta Grossa, Paraná, dez.
- CONTE, A.S. I. 2009. Lean Construction e a estabilização do processo produtivo na construção civil. Conteúdo disponibilizado no Fórum da Construção. Goiânia-GO.
- DAEYOUNG, K. 2002. Exploratory study of Lean Construction: Assessment of Lean implementation. 2002. 178f. Ph.D, The University of Texas, Austin, EUA.
- FARIAS FILHO, J. R. 2012. Construção Civil: Um sistema de Gestão baseada na logística e na Produção Enxuta.2012.110f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- FORMOSO, C. T. 2005. Lean Construction: Princípios Básicos e Exemplos. Porto Alegre: Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- FORMOSO, C. T. 2002. Lean Construction: princípios básicos e exemplos. Construção Mercado: custos, suprimentos, planejamento e controle de obras. Porto Alegre, v. 15, p. 50-58.
- FORMOSO, C. T. 2000. Lean Construction: Princípios Básicos e Exemplos.NORIE/UFRGS.
- FORMOSO, C.; BERNARDES, M.; OLIVEIRA, L.; OLIVEIRA, K. 1999a. Termo de Referência para o Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras. Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- GIL, A.C. 2010. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. São Paulo. 5º Ed. Editora: Atlas.

- ISATTO, E.L. et al. 2000. Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na Construção Civil. 177p .Porto Alegre, SEBRAE/RS.
- KOSKELA, L. 1992. Application of the new production philosophy to construction. Stanford, EUA, CIFE.
- MAFRA, R.; SANTOS, A. J. 2015. “Aplicação de conceitos de manufatura enxuta na indústria de Panificação e Confeitaria: caso de pequena empresa de panificação de Joinville, Brasil”. Revista Espacios, Venezuela, v. 36, n. 1. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a15v36n01/15360110.html>>. Acesso em: 11 mar. 2016.
- MIGUEL, C. P.A. 2010. Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção. Rio de Janeiro. 1º Ed. Editora Elsevier.
- PEKURI,A;SUVANTO,M;HAAPASALO, H; PEKURI,L. 2014. Managing Value Creation : The business model approach in construction. Journal Business Innovation and Reaserch. v.8,n.1,p.1-16.
- POZZOBON, C.; HEINECK, L. F.; FREITAS, M. 2004. Levantamento de inovações tecnológicas simples em obra. In. I Conferência Latino-Americana de construção Sustentável; X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo, 2004. Anais..., São Paulo: CLACS; ENTAC.
- REZENDE, J. S.; DOMINGUES, S. M. P, SÁ; MANO, A. P. 2012. Identificação das práticas da filosofia lean construction em construtoras de médio porte na cidade de Itabuna (BA). Engevista, v. 14, n. 3. p. 281-292, dezembro.
- SARCINELLI, W. T. 2008. Construção Enxuta através da padronização de tarefas e projetos. Universidade Federal de Minas Gerais.
- WIGINESCKI, B. B. 2009. Aplicação dos princípios da construção enxuta em obras pequenas e de curto prazo: um estudo de caso. Dissertação (mestrado), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

**ÁREA ENSEÑANZA DE LA
INGENIERÍA Y GESTIÓN DEL
CONOCIMIENTO**

Trabajos Completos

1TC-A2-Sistemática de Capacitação EAD na Gestão da Inovação: Uma Proposta Aplicada ao Setor Elétrico

Lilian de Cássia Nunes Jaboinski
(lilianjaboinski@hotmail.com – PPGEP/UFRGS)

Prof. Ângela M.F. Danilevicz, Dr.
(angelamfd@producao.ufrgs.br - PPGEP/UFRGS)

Resumo

Uma das principais características da economia moderna é o dinamismo e, para continuar atuante de forma eficiente, as empresas precisam investir em processos criativos e inovação. Para que esse processo ocorra é importante que a empresa esteja organizada para a inovação, e alguns autores dão destaque a fatores que irão favorecer o processo de inovação, dentre eles o ambiente inovador, o papel dos líderes e o uso da Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC). Nesse contexto, a educação a distância surge como uma das principais soluções para a capacitação de colaboradores nas organizações. Uma das formas de organizar a transferência pedagógica em um trabalho EAD, é através da construção de uma Arquitetura Pedagógica (AP). Percorrendo essas ideias, o presente trabalho visa delinear uma sistemática de capacitação em Educação a Distância (EAD) para disseminação da gestão da inovação em empresa do setor elétrico, fazendo com que essa capacitação seja desenvolvida de modo a motivar os envolvidos para contribuir com seus processos criativos. Para tanto como procedimento técnico, foi conduzida uma pesquisa-ação, que buscou entendimento do SGI-CEEE, levantou e analisou dados e demandas dos grupos entrevistados, a definiu e desenvolveu uma sistemática de capacitação e por fim, submeteu essa construção a uma avaliação na empresa. Como resultados se obteve uma uma sistemática que atende as premissas da empresa, diminuindo os custos de capacitação, assim como otimiza o tempo dos usuários, além de cumprir o seu papel fundamental que é a formação continuada dos atores do processo de inovação.

Palavras chave: Gestão da inovação; Capacitação Profissional; Educação a Distância.

1 Introdução

A capacidade inventiva e criativa do homem foi uma das alavancas para o desenvolvimento da humanidade. Montanha Junior et al. (2008) afirmam que a inovação acompanhou a humanidade, Baxter (2011) assinala que, recentemente, essa pressão inovadora cresceu muito, em especial, pelo aumento das demandas dos clientes, bem como pela globalização, tornando-se uma preocupação de muitas empresas e não somente de multinacionais, como acontecia a pouco tempo atrás. O exposto até aqui não apresenta grandes novidades, conforme sugere Terra (2007), pois 99% das respostas dadas pelas empresas serão imediatamente positivas, quando questionadas a respeito da importância da inovação, mas o desafio para praticamente todas elas é a preparação efetiva para a inovação. Ainda segundo o autor, construir uma empresa inovadora é um desafio que requer romper muitas barreiras, pois significa mudar algo e assumir riscos, o que para muitos é incômodo e que de forma velada ou explícita, acabam exercendo resistência às mudanças. O presente trabalho visa delinear uma sistemática de capacitação em Educação a Distância (EAD) para disseminação da gestão da inovação em empresa do setor elétrico fazendo com que essa capacitação seja desenvolvida de modo a motivar os envolvidos para contribuir com seus processos criativos.

Este trabalho divide-se em cinco seções, sendo que, na primeira, encontra-se a contextualização da problemática de pesquisa. Na segunda seção, encontra-se o referencial teórico, no qual são abordados assuntos referentes à Gestão da Inovação e a colaboração da EAD na formação profissional. Na sequência, na seção três, são apresentados os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa e, na quarta seção, são discutidos os resultados e indicados os construtos associados à capacitação proposta. Por último, são tecidas as considerações finais, bem como proposições para trabalhos futuros.

2 Gestão da inovação

O termo inovar está em ascensão, bem como as suas derivações. Assim sendo, muitas são as definições encontradas na literatura, sendo que, muitas vezes as mesmas são delineadas conforme os interesses do setor e os

contextos aos quais são empregadas. Sakar (2007, p.29) busca a origem da palavra, que vem do latim *in+novare*, e significa “fazer novo, renovar ou alterar”, introduzindo uma novidade no mercado. Mas, ainda o simples fato de fazer algo novo ou lançar uma novidade, não determina uma inovação. Ao trazer o conceito para a atualidade Sakar (2007) e Montanha Junior et al. (2008), discutem essa afirmativa e concordam que é exatamente essa a diferença entre invenção e inovação, pois o que se espera da inovação é que ela inovação ira atingir o resultado desejado pela empresa, que é ser percebido e aceito pelos clientes.

Definida a inovação, é preciso compreender também que ela nem sempre é obra do acaso e faz parte de um processo mais complexo dentro das empresas, portanto precisa ser organizada através da Gestão da Inovação, que é “conjunto de atividades conduzidas pela liderança, voltadas à criação e ao desenvolvimento de uma cultura de inovação dentro da empresa” (CNI, p.32). Coriat e Weinstein, (2002) asseguram que a gestão da inovação não pode ser tratada como uma caixa preta passiva, pois é através dela que a empresa gerencia a informação e o conhecimento, desenvolve processos de aprendizagem e coordena os diversos interesses ali existentes, e dependerá do modelo de gestão escolhido que as empresas irão orientar e limitar as suas ações.

Davila, Epstein e Shelton (2007) afirmam que nas pequenas empresas a inovação pode acontecer de forma aleatória, mas nas grandes empresas, para que exista uma coesão e uma busca conjunta para a inovação, é indispensável que os processos de inovação passem a ser desenhados de forma mais organizada, através dos Sistemas de Gestão de Inovação (SGI). Segundo eles sistemas de inovação são políticas, procedimentos e mecanismos de informação que se estabelecem e viabilizam o processo de inovação nas organizações e entre elas, é o mecanismo que concretiza a inovação. Corroborando, Bautzer (2009) define SGI como um conjunto mais abrangente de operações, elementos e partes interessadas, não restrito às operações do processo de gestão da inovação.

Tidd, Bessant e Pavitt (2008) apresentam uma forma simplificada do processo de inovação dentro da empresa e acreditam que inovação não ocorre simplesmente porque há um desejo de inovar, ela é resultado de um processo complexo que envolve riscos e precisa de gerenciamento cuidadoso e sistemático. Embora complexo, pode ser explicado através de um processo básico que envolve apenas três fases: **buscar** novas ideias, **selecionar** e **implementar** as boas ideias.

A aprendizagem alicerça esse conjunto em todas as suas fases, pois as empresas, embora nem sempre as aproveitem, têm a oportunidade de aprender em cada etapa, fortalecendo as formas de geri-las. Tidd, Bessant e Pavitt (2008, p.103) ainda afirmam que “rotinas de gestão da inovação eficazes não são facilmente obtidas”, e o desafio consiste em realizar o processo de maneira organizada e ser capaz de repetir quantas vezes forem necessárias, aprendendo sempre.

2.1. O EAD para a consolidação da Gestão da Inovação

Diante da necessidade de uma formação continuada em torno dos processos de inovação, percebe-se que a educação profissional tem um papel fundamental no sentido de agregar valor na carreira do trabalhador, como também atender às exigências apresentadas pelo mercado. Sabe-se que muitos fatores são levados em consideração no momento de se optar por uma capacitação profissional, dentre eles: a motivação, o tempo, o deslocamento e os custos. A educação a distância vem amenizando essas dificuldades, pois segundo Rosenberg (2002), a educação a distância surge como uma das principais soluções para a capacitação de colaboradores nas organizações. Mira, Lima e Cruz (2012) identificam a EAD como um processo de inovação para as empresas dos diferentes setores, apresentando essa modalidade de ensino como uma tendência a ser implementada por aquelas que forem capazes de mensurar as potencialidades e ganhos que essa alternativa traz para todos os envolvidos.

Machado (2012) apresenta que a disponibilização da informação de qualquer modo, não se basta para ser considerada como uma aula. Desta maneira, quando desejado um processo de ensino e aprendizagem, deve haver um esforço no sentido de se construir um curso que reflita ‘como’ se dá a transferência pedagógica. Uma das formas de realizar a organização desta transferência pedagógica em um trabalho EAD, é através da construção de uma Arquitetura Pedagógica (AP). O termo AP pode ser entendido como uma estrutura de aprendizagem que adota diferentes componentes, como: abordagem pedagógica, software educacional, internet, inteligência artificial, Educação a Distância e concepção de tempo e espaço, para se desenvolver as interações professor-aluno-objeto de estudo/conhecimento (CARVALHO; MENEZES; NEVADO, 2007; BEHAR, 2009).

No presente trabalho é adotado o modelo de Behar (2009), que desdobra uma AP em: (i) aspectos organizacionais, (ii) conteúdos, (iii) aspectos metodológicos e (iv) aspectos tecnológicos, todos eles inter-relacionados. A seguir, são apresentados, resumidamente, cada um destes elementos. Os aspectos organizacionais de uma arquitetura pedagógica são a estrutura do curso ou disciplina, isto é, objetivos, justificativa, carga horária, público-alvo e definição dos papéis (BEHAR, 2009). Assim, “os aspectos organizacionais devem ter uma estrutura bem integrada, de tal forma que as partes (propósitos, tempo, espaço,

atuação dos participantes, organização social da classe) se relacionem e formem um todo harmônico” (BEHAR, 2009, p. 26).

Cabe ressaltar que, qualquer que seja o aprofundamento dos processos de ensino e de aprendizagem, ele precisará ser baseado em uma ou mais linhas epistemológicas, com a intenção de não limitar a construção da arquitetura pedagógica a um único autor. É importante que o professor conheça essas linhas, para que possa fazer uso correto nas diferentes metodologias de ensino (JABOINSKI; DANILEVICZ, 2015).

Assim sendo, o professor ao construir uma AP deve considerar todos os seus elementos, sempre pensando no seu público e, principalmente, na linha pedagógica que ele busca seguir, para ter uma coesão entre a proposta e a prática.

3 Procedimentos Metodológicos

O cenário da presente pesquisa se trata de uma empresa do setor elétrico, Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE), atuando como concessionária de serviços de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, na Região Sul-Sudeste do RS. A empresa foi criada em 1º de fevereiro de 1943, como primeira empresa de energia elétrica do Estado e teve papel fundamental no seu desenvolvimento por meio de investimentos em diferentes fontes de energia, dentre elas a hidráulica, eólica, biomassa e solar.

O presente estudo pode ser caracterizado como sendo de natureza aplicada, com relação aos objetivos, a pesquisa apresenta características exploratórias, no que diz respeito aos procedimentos técnicos, foi conduzida uma pesquisa-ação. Essa pesquisa foi realizada com base nas quatro grandes fases, descritas por Thiollent (2011): exploratória, pesquisa aprofundada, ação e avaliação. A primeira fase, exploratória, divide-se em duas: (i) entendimento do SGI da empresa; e (ii) levantamento de dados. O entendimento do SGI ocorreu por meio de reunião com os desenvolvedores do sistema. O levantamento de dados foi conduzido por meio de entrevistas com diferentes setores da empresa e objetivou: (a) diagnóstico do cenário atual da empresa; e (b) identificação das demandas, dos atores, das premissas e das competências relacionadas à capacitação da equipe.

4 Resultados

Nesta seção são apresentados os resultados provenientes da aplicação desta pesquisa.

4.1 Entendimento do Sistema de Gestão da Inovação da CEEE

O Sistema de Gestão da Inovação da CEEE (SGI-CEEE) (Figura 1) foi desenvolvido com o objetivo de formalizar o processo de gestão da inovação. O sistema foi desenvolvido por Danilevicz et al. (2015) e o seu detalhamento é apresentado a seguir.

O início do processo ocorre por meio da criação de um edital, com base nas demandas da Diretoria de Planejamento e Projetos Especiais (DPPE), alinhado aos seis pilares organizacionais: estratégia, liderança, ambiente, cultura, estrutura e pessoas. A estratégia pode ser definida como o conjunto de objetivos, finalidades, diretrizes fundamentais e os planos para atingir os objetivos, selecionados de forma a definir em que situação a organização se encontra, que tipo de organização ela é em termos de inovação ou que deseja ser. Caberá à liderança, formada pela DPPE estar atenta aos envolvidos na rede de valor do SGI-CEEE, coordenando o sistema de tal forma que as demandas e ou fornecimentos, realizados pelas partes envolvidas, estejam alinhados com as estratégias e interesses da CEEE.

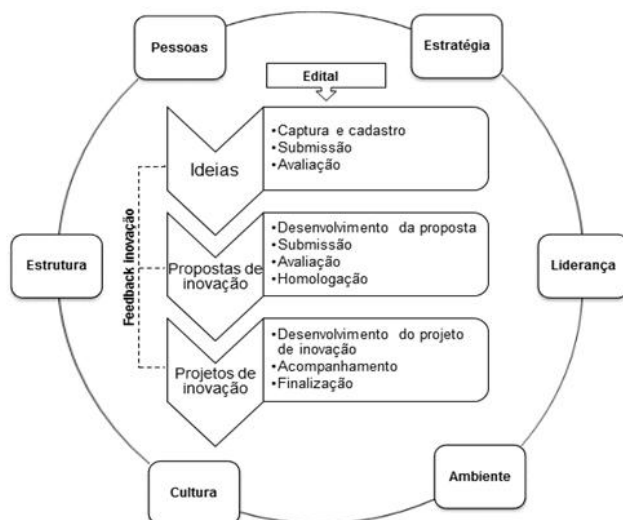
Os fatores culturais existentes no ambiente exercem influência nos resultados dos projetos apresentados, sendo assim, faz-se necessário desenvolver um ambiente no qual os colaboradores se sintam motivados a produzir melhorias. Além disso, é importante que os gestores observem o surgimento de movimentos de contracultura que podem causar rupturas nos processos de gestão da inovação.

Estrutura organizacional, significa a configuração dada para as atividades desenvolvidas em uma organização. Robbins (2006, p.171) entende a estrutura organizacional "como as tarefas são normalmente divididas, agrupadas e coordenadas" dentro de uma organização de empresa. De forma abrangente, inclui a descrição dos aspectos físicos (ex.: instalações), humanos, financeiros, jurídicos, administrativos e econômicos. Ainda assim, o autor afirma que não existe uma maneira única ou ideal de se projetar uma organização, assim como não existe uma estrutura organizacional acabada e nem perfeita, mas sim existe, uma estrutura organizacional que se adapte adequadamente às mudanças. Além disso, um ambiente propício à inovação é fundamental para o fomento à criatividade da equipe. Barbieri, Álvares e Cajazeira, (2009) complementam que funcionários enaltecem as qualidades das empresas inovadoras, demonstrando ter preferência por esse ambiente. Se o ambiente é bom, as pessoas têm maior probabilidade de se sentirem motivadas a permanecer e a se

desenvolverem. Neste contexto, também passa a existir a atração de talentos para compor a diversidade da equipe.

Cabe salientar que, tanto os pilares organizacionais descritos estão alinhados aos preceitos de Davila, Epstein e Shelton (2007) e Bautzer (2009), sobre a relevância da presença de um sistema estruturado para que o processo de inovação se concretize, quanto as etapas da sistemática atendem aos preceitos de Tidd, Bessant e Pavitt (2008) para a busca, seleção e implementação boas e novas ideias.

Figura 1 - Fases centrais do SGI – CEEE e elementos norteadores da inovação



Fonte: Danilevicz et al. (2015)

4.2 Pré-delineamento da sistemática de capacitação

Aliado ao diagnóstico da etapa anterior foram acrescentadas as premissas definidas em Jaboiniski e Danilevicz (2015), para o pré-delineamento da sistemática de capacitação, quais sejam: a capacitação deve ser totalmente à distância; com base nas tecnologias de terceira geração, através do ambiente Moodle, pois este é o recurso utilizado pelo CETAF em suas formações; e a mesma deve ocorrer em horário de trabalho. A capacitação terá divulgação prévia através de todos os recursos disponibilizados pela empresa, de modo que torne atrativa e conhecida por seus colaboradores, visando a valorização da cultura da Inovação tanto para o desenvolvimento pessoal, quanto para o desenvolvimento das funções.

Esta etapa do trabalho, consiste na definição do pré-delineamento dos tipos de capacitação a serem detalhados. Para tal, foram identificadas três demandas: (a) desenvolvimento de capacitação para disseminação da cultura de inovação na empresa; (b) desenvolvimento de capacitação para o uso do sistema; e (c) desenvolvimento de tutorial para as capacitações desenvolvidas. Para a disseminação da cultura de inovação foi pensada uma estrutura em três níveis. O mais completo aplicado aos gestores do SGI CEEE; o intermediário, para facilitadores da Inovação na CEEE; e o nível básico para os colaboradores da CEEE, que têm interesse em inovação. Os assuntos desenvolvidos foram: o uso do SGI, gestão da inovação, técnicas motivacionais e ferramentas para multiplicadores.

Após essa etapa foi identificada uma nova necessidade, que foi a de capacitar os avaliadores dos projetos, que não necessariamente precisariam ser os gestores, sendo assim foi criado um quarto nível. Deste modo, o público alvo para capacitação foram os gestores do sistema, os multiplicadores, os colaboradores e os avaliadores.

4.3 Definição das características através de uma Arquitetura Pedagógica (AP)

Nesta subseção são descritos os aspectos da AP elaborada para esse estudo de caso, com base no modelo de Behar (2009).

4.3.1 Aspectos organizacionais

Os aspectos organizacionais da AP desenvolvida para o presente estudo são: objetivos, justificativa, carga horária, público-alvo e definição dos papéis. Em relação ao objetivo, a AP visa desenvolver uma sistemática de

capacitação de Educação a Distância (EAD) para fomentar a gestão da Inovação junto aos profissionais da CEEE, motivando-os a contribuir nos seus processos e no desenvolvimento de novos produtos/serviços de maneira criativa.

A justificativa do desenvolvimento da capacitação se baseia tanto no objetivo estratégico do negócio quanto na atual implantação de um sistema de gestão da inovação na empresa. O sucesso desse sistema está relacionado ao desenvolvimento da cultura e à disseminação dos conceitos de inovação dentro da empresa.

Quanto à carga horária, a mesma varia de acordo com os diferentes públicos-alvo da capacitação. Isto se deve em função dos diferentes papéis a serem desenvolvidos por estes públicos em relação ao sistema de inovação em implantação. Cada aula tem, no máximo, meia hora de duração e os módulos podem totalizar de 2h a 2h30min.

O público alvo da capacitação foi segmentado considerando as demandas apresentadas pela empresa, na etapa de entrevista. Foram definidos quatro perfis de público-alvo: gestores do sistema, multiplicadores do sistema (facilitadores), colaboradores da empresa, e avaliadores das ideias. Cada um destes perfis é detalhado a seguir.

Os Gestores do Sistema são a equipe interna pertencente à Diretoria de Planejamento e Projetos Especiais. O grupo de Multiplicadores do Sistema (Facilitadores) deve ser constituído pelas chefias dos departamentos, ou por alguém indicado por estas chefias, pois nem sempre os responsáveis têm disponibilidade ou perfil para atuar como multiplicador, uma vez que este, além de auxiliar nas capacitações, deve dar suporte às necessidades encontradas por seus pares, sempre que necessário.

O terceiro grupo, Colaboradores, é composto por todos os funcionários que se engajem no processo de inovação da empresa. Por fim, os Avaliadores das Ideias são os técnicos responsáveis por utilizar o SGI no processo de avaliação das ideias submetidas.

Ao envolver todos os colaboradores da empresa no processo de inovação, desde os gestores até o funcionários operacionais, a proposta está colocando em prática: a inovação de alto envolvimento (BARBIERI ET AL., 2003; DAVILA, EPSTEIN E SHELTON, 2007; CORAL E GEISLER, 2008; TIDD, BESSANT E PAVITT, 2008); o trabalho de equipe eficaz (BARBIERI ET AL., 2003; CORAL E GEISLER, 2008; TIDD, BESSANT E PAVITT, 2008); e o comprometimento da alta gestão com o desejo de inovar (DAVILA, EPSTEIN E SHELTON, 2007; CORAL E GEISLER, 2008; TIDD, BESSANT E PAVITT, 2008).

Considerando estes quatro públicos-alvo, foram definidos três diferentes perfis de papéis a serem desempenhados. Os gestores e os multiplicadores do sistema, bem como os avaliadores de ideias são responsáveis pela disseminação da cultura de inovação dentro da empresa. Assim sendo, o papel dos gestores do sistema e dos avaliadores de ideias é o de manter a credibilidade, atualização e transparência do sistema, de maneira a se obter constância na submissão de ideias inovadoras.

Em complemento, os multiplicadores possuem dois papéis distintos. O primeiro está relacionado aos novos participantes no processo de gestão da inovação, fomentando-os a se capacitarem e a sugerirem ideias. O segundo papel está relacionado aqueles colaboradores que estão realizando a capacitação, via módulos EAD, disponibilizados no ambiente Moodle. Junto a este segundo grupo, os multiplicadores devem mediar, acompanhar e orientar sobre os conteúdos das aulas.

Em relação aos alunos, foram considerados todos colaboradores da empresa, nos diferentes níveis hierárquicos. Junto a este grupo, espera-se uma postura participativa, instigada pelos questionamentos realizados durante a aplicação das aulas e das avaliações dos módulos. Espera-se que os alunos consigam fazer uma relação das aulas com a sua realidade profissional, buscando maneiras de inovar em seus setores.

4.3.2 Aspecto do conteúdo

O levantamento do conteúdo foi realizado no item 4.3 e é detalhado, a seguir, no desenho da sistemática, subseção 4.5, deste artigo. Cada assunto da capacitação compõem um módulo. Em cada módulo, foram criadas de três a cinco aulas, de acordo com os tópicos a serem apresentados aos usuários. O primeiro módulo, 'Gestão da Inovação' é composto por 5 aulas, totalizando 2,5 horas/aula. Será ofertado igualmente a todos os públicos, pois tem o objetivo de nivelar o conhecimento sobre inovação dentro da organização. Os colaboradores em geral e avaliadores ao concluírem o módulo um, passam automaticamente para o módulo quatro.

Após todos terem o mesmo conhecimento acerca da gestão da inovação, os gestores e multiplicadores terão mais dois módulos de atividades. O módulo dois, que aborda o ‘ambiente motivador’, tendo 4 aulas e totalizando duas horas/aula. Tem por objetivo desenvolver um ambiente propício à inovação. O módulo três apresenta ‘ferramentas para multiplicadores’, composto por 4 aulas, totalizando 2 horas/aula. E tem o objetivo de disseminar ferramentas aplicáveis ao processo de inovação.

O assunto ‘uso do sistema’ compõe o quarto módulo e foi desdobrado para dois públicos: o básico para multiplicadores e usuários em geral e um avançado para os gestores e avaliadores dos projetos. O básico possui 3 aulas, totalizando 1,5 horas/aula e tem por objetivo explicar as funcionalidades do sistema no sistema, detalhando a inserção de novas ideias, bem como o seu acompanhamento na trajetória de aprovação ou não. Por outro lado, o avançado totaliza 2h/aula, pois além de detalhar o uso de todo o sistema, apresenta uma aula a mais com os critérios de avaliação dos projetos e algumas condicionantes do banco de ideias.

4.3.3 Aspecto tecnológico

A transmissão do conteúdo se trata de parte fundamental desse processo, o foco é a transferência pedagógica, de ‘como’ a informação chegará ao aluno. Quanto às dinâmicas para a transmissão de informação, foram definidas por Jaboiniski e Danilevicz (2015), que plano de capacitação EAD a ser adotado na Gestão da Inovação do Grupo CEEE terá como base as tecnologias de terceira geração, sendo desenvolvido a partir dos recursos disponíveis da Plataforma Moodle. A capacitação terá divulgação prévia através de todos os recursos disponibilizados pela empresa, de modo que torne atrativa e conhecida por seus colaboradores, visando à valorização da cultura da Inovação tanto para o desenvolvimento pessoal, quanto para o desenvolvimento das funções.

Esse estudo ainda define que as atividades previstas terão curta duração, sendo priorizados recursos visuais e interativos para otimizar a concentração no assunto abordado. Também foram planejados links de acesso ao conteúdo, de maneira a se desenvolver uma trilha de aprendizagem, na qual o educando tem autonomia na busca de seu conhecimento, de acordo com seu interesse e seu ritmo. Optou-se por um template único e a adoção de uma mesma organização para cada uma das aulas: (a) apresentação de conceitos e conhecimentos básicos do conteúdo foco; (b) um vídeo relacionado ao conteúdo foco da aula; e, para finalizar, (c) um questionário com 10 questões, de múltipla escolha, avaliativas do conteúdo. Para cada questionário existe um banco de, pelo menos, 15 questões, as quais compõem, aleatoriamente, a avaliação de cada capacitado.

4.3.4 Aspecto metodológico

A primeira etapa de formação será ministrada aos gestores do sistema, que deverão estar aptos posteriormente a disseminar a formação dentro da empresa para o restante do público alvo. Eles irão receber a formação completa e terão domínio das funcionalidades do sistema e da metodologia a ser aplicada aos demais usuários. Serão eles os responsáveis por orientar todo o restante do processo de formação dentro da empresa. Após formados, a equipe de gestores do Departamento de Projetos Especiais, irá repassar o material para o CETAF, solicitando que sejam organizados no ambiente Moodle, as diferentes estruturas da capacitação, de modo atender os diferentes públicos, disponibilizando a cada um login distinto que dará acesso ao seu material específico. Estando organizado o material será divulgada a capacitação para todos os chefes de departamento, que serão capacitados ou indicarão alguém que os represente nessa tarefa. Estando os multiplicadores aptos a dar o suporte necessário dentro de seus setores, se torna possível disseminar a formação para o público em geral da empresa.

Para todos os públicos as atividades deverão ser desenvolvidas dentro da carga horária de trabalho conforme solicitação da empresa. O colaborador será orientado a realizar o seu login na plataforma, realizar a leitura do material, acessar os links para aprofundar seus conhecimentos de acordo com o seu interesse e visualizar os vídeos complementares de cada aula. Ao final de cada módulo realizam a avaliação de seus conteúdos e obtêm o resultado de seu aproveitamento. Sendo satisfatório, mais de 70% de aproveitamento nas questões, é liberado para a capacitação do módulo seguinte. Ao concluir os módulos destinados à sua função, o CETAF ou o Departamento de Projetos Especiais irá emitir uma certificação ao colaborador, que poderá usar na sua avaliação profissional. O quadro 2 a seguir apresenta os módulos e seus desdobramentos, com seus objetivos gerais, assim como as aulas e seus respectivos objetivos específicos, o público alvo e a carga. Este quadro representa de forma sintética o desenho da estrutura geral da Capacitação para Gestão da Inovação da CEEE.

Quadro 2- Estrutura geral de capacitação para Gestão da Inovação na CEEE.

Módulo / Objetivo	Aula	Descrição da Aula	Objetivo da Aula	Carga Horária	Gestores do SGI	Multiplicadores	Colaboradores	Avaliadores
I - Gestão da Inovação Objetivo: Nivelar o conhecimento sobre inovação dentro da organização	01	O que é inovação	Apresentar os conceitos básicos e os diferentes tipos de inovação	0,5	X	X	X	X
	02	Inovação X invenção	Diferenciar inovação e invenção	0,5	X	X	X	X
	03	A gestão da Inovação	Demonstrar a importância da inovação para a empresa	0,5	X	X	X	X
	04	Processo de Inovação	Explicar o processo de inovação da empresa CEEE	0,5	X	X	X	X
	05	Propriedade intelectual	Detalhar o processo de proteção da propriedade intelectual	0,5	X	X	X	X
II - Ambiente motivador Objetivo: Desenvolver um ambiente propício à inovação	01	Criando uma organização inovadora	Elencar características de uma organização inovadoras	0,5	X	X		
	02	Visão compartilhada e liderança	Ressaltar a importância da liderança para a inovação	0,5	X	X		
	03	Importância da motivação das equipes	Destacar atitudes para manter a equipe de trabalho motivada	0,5	X	X		
	04	Indivíduos chave e equipe eficaz	Identificar os diferentes perfis dentro do processo de inovação	0,5	X	X		
III- Ferramentas para multiplicadores Objetivo: Disseminar ferramentas aplicáveis ao processo de inovação	01	Brainstorming	Apresentar uma ferramenta para captação de ideias	0,5	X	X		
	02	Espinha de Peixe	Apresentar uma ferramenta de organização de ideias	0,5	X	X		
	03	Matriz GUT	Apresentar uma ferramenta de priorização para os problemas.	0,5	X	X		
	04	Diagrama de Pareto	Priorizar causas potenciais identificando os problemas.	0,5	X	X		
IV - Uso do sistema Objetivo: Explicar as funcionalidades do sistema	01	Apresentação do SGI	Apresentar o SGI-CEEE para os usuários e a sua função;	0,5	X	X	X	X
	02	Etapas de submissão de ideias no sistema	Elencar as etapas de um projeto dentro do sistema.	0,5	X	X	X	X
	03	Orientações para submissão de ideias	Explicar os passos e o preenchimento dos campos de inserção de um projeto.	0,5	X	X	X	X
	04	Critérios de avaliação dos projetos	Definir os critérios e métodos de avaliação dos projetos inseridos no sistema.	0,5	X			X
			Carga horária total (h)	8,5	8,5	8	4	4,5

Fonte: Elaborado pelas autoras

3.5 Sistemática de avaliação

Avaliar o aprendizado do conteúdo: a avaliação dentro do processo de capacitação tem função prioritária de reforço do aprendizado, sendo utilizadas questões de múltipla escolha. A avaliação por meio de questionários online (Quiz) será aplicada ao final de cada módulo. O cursista irá responder a um grupo de 10 questões pré-definidas e o sistema computacional irá corrigi-las, sendo que será considerado apto no módulo, aquele que atingir pelo menos 70% de acerto nas questões.

4.4 Avaliação da sistemática pela empresa

A avaliação dos módulos de capacitação e das aulas, foi realizada pelo Departamento de Projetos Especiais da CEEE e CETAF, nos quais os colaboradores do setor realizaram o estudo do conteúdo das aulas e as etapas avaliativas. Como não foi criada pelo CETAF um curso dentro do ambiente Moodle ainda para esta capacitação, os vídeos não puderam ser visualizados, uma vez que a rede interna não permite acesso aos links do YouTube, dos quais os vídeos foram coletados. A justificativa dada para a não implantação da capacitação nesse momento pela empresa é que está passando por um momento de reestruturação política e estes estudos terão continuidade no próximo ano vigente, em conjunto com a implantação do SGI-CEEE. Nessas condições que não foi solicitada nenhuma alteração na estrutura dos módulos ou das aulas, somente algumas dúvidas de interpretação surgiram com relação aos conteúdos e questões, as quais já foram devidamente adaptadas com a intenção de sanar os mesmos questionamentos futuramente.

Após a aprovação final da capacitação pela empresa, complementou-se o desenho do SGI-CEEE, acrescentando a Sistemática de capacitação como meio que dá suporte ao sistema. Salienta-se a importância de um processo eficaz e eficiente de feedback aos participantes, em todos os estágios, uma vez que eles alimentam o sistema de recompensas da empresa. Em complemento, faz-se necessário o desenvolvimento da Gestão de Resultados oriundos do processo de inovação.

4.4 Avaliação da sistemática pela empresa

A avaliação dos módulos de capacitação e das aulas, foi realizada pelo Departamento de Projetos Especiais da CEEE e CETAF, nos quais os colaboradores do setor realizaram o estudo do conteúdo das aulas e as etapas avaliativas. Como não foi criada pelo CETAF um curso dentro do ambiente Moodle ainda para esta capacitação, os vídeos não puderam ser visualizados, uma vez que a rede interna não permite acesso aos links do YouTube, dos quais os vídeos foram coletados. A justificativa dada para a não implantação da capacitação nesse momento pela empresa é que está passando por um momento de reestruturação política e estes estudos terão continuidade no próximo ano vigente, em conjunto com a implantação do SGI-CEEE. Nessas condições que não foi solicitada nenhuma alteração na estrutura dos módulos ou das aulas, somente algumas dúvidas de interpretação surgiram com relação aos conteúdos e questões, as quais já foram devidamente adaptadas com a intenção de sanar os mesmos questionamentos futuramente.

5 Conclusões

O objetivo do presente artigo foi o de delinear uma sistemática de capacitação em Educação a Distância (EAD) para disseminação da gestão da inovação na CEEE. O desenho final da sistemática de capacitação desdobra-se em quatro módulos e quatro diferentes públicos, de acordo as suas necessidades e funções. Os módulos desenvolvidos foram: Gestão da Inovação, Ambiente Motivador, Ferramentas para Multiplicadores e Uso do Sistema; enquanto que os públicos identificados foram: gestores do sistema, multiplicadores, colaboradores da empresa e avaliadores de ideias.

O primeiro módulo, Gestão da Inovação, foi desenvolvido de maneira a nivelar o conhecimento sobre inovação dentro da organização e deve ser realizado pelos quatro diferentes públicos. O segundo módulo, Ambiente Motivador, busca desenvolver a conscientização dos gestores e dos multiplicadores para a importância da criação de um ambiente propício à inovação, como questão estratégica do negócio. O terceiro módulo, Ferramentas para Multiplicadores, visa disseminar ferramentas aplicáveis ao processo de inovação, e serve de elemento ferramental de suporte ao processo de geração e tratamento de ideias, aplicável para gestores do sistema e multiplicadores. O quarto e último módulo, Uso do Sistema, explica as funcionalidades desenvolvidas e possui três conteúdos gerais aos quatro públicos (apresentação do SGI, etapas de submissão de ideias no sistema e orientações para submissão de ideias), e um conteúdo (critérios de avaliação), destinado especificamente a gestores e avaliadores.

A capacitação desenvolvida apresenta um modelo estruturado em tecnologias de terceira geração, otimizando o tempo dos usuários. Todas elas apresentam a mesma estrutura, com layout padronizado e organização

sistemática, dividida em três etapas de em média dez minutos cada uma, sendo primeiro conteúdo ilustrado, vídeo relacionado ao tema abordado e por fim Quiz avaliativo

Esta estrutura atende a demanda da empresa da realização das atividades durante o expediente, mas também optou-se por aulas e os módulos de curta duração para que os funcionários tenham condições de iniciar e concluir uma aula rapidamente, amenizando os riscos de interrupções durante a atividade. O que muitas vezes pode ser desmotivador, visto que aulas muito extensas, diminuem o interesse e acabam por dispersar a atenção mais facilmente, principalmente quando se é interrompido durante a execução da tarefa.

O conteúdo desenvolvido tem relação direta com a proposta de inovação da empresa, sendo ele produzido para este fim, o que tem o objetivo de diminuir as queixas de muitos usuários ao receberem aulas prontas, descontextualizadas de seu cotidiano. Outro ponto positivo da capacitação aqui apresentada, é a formação prévia dos gestores e multiplicadores, para que no momento em que a formação for lançada aos colaboradores em geral, e estes realizarem suas aulas, no momento de dúvidas, estará a seu dispor um suporte direto no seu departamento.

Como principal limitação da pesquisa destaca-se o fato de todo o estudo ter sido realizado em uma única empresa, levando em consideração todas as suas características e necessidades. Além do que também caberá a ela a implantação desta proposta em seus calendários de formação futuros.

Entretanto, considera-se que o modelo desenvolvido possa ser utilizado em outros setores, com adaptações que se façam necessárias, visto que arquitetura desenvolvida permite a sua realização. Sendo assim, a sistemática de capacitação para a gestão da inovação não se limita a empresa CEEE, mas sua aplicação pode ser realizada em outras estruturas, sejam elas de pequeno ou grande porte, públicas ou privadas.

Como sugestões de trabalhos futuros sugere-se o acompanhamento da implantação e a verificação de necessidades de adaptação para outros setores. A inserção de plataformas interativas para a realização de exercícios, uma vez que atualmente a correção dos exercícios é off-line.

Referências

- ÁLVARES, A. C. T. Resenha: - The 3M way to innovation: balancing people and profit - (Ernest Gundling - 2000). Revista de Administração de Empresas, v. 41, n. 3, p. 94-95, 2001.
- BACHMANN, D. L.; DESTEFANI, J. H. Metodologia para estimar o grau das inovações nas MPE. Curitiba: SEBRAE, 2008
- BARBIERI, J. C. (Org.). Organizações inovadoras: estudos e casos brasileiros. Rio de Janeiro: FGV, 2003.
- BARBIERI, J. C.; ÁLVARES, C. T.; CAJAZEIRA, J. E. R. (2009). Gestão de idéias para inovação contínua. Porto Alegre: Bookman
- BARBOSA, M. C. F.; MOURÃO, M. G. M. A Avaliação da Aprendizagem na EAD. Universidade Estadual de Montes Claros. Montes Claros, 2012.
- BAUTZER, Deise. Inovação: repensando as organizações. São Paulo: Atlas, 2009.
- BAXTER, Mike. Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos. 3. ed. São Paulo: Blücher, 2011. 342 p
- BEHAR, P. A. Modelos pedagógicos em educação a distância. Porto Alegre: 2009.
- CARDOSO, Fernando de Carvalho; PESTANA, Thiago Martinelli Pinto. Treinamento online (e-learning). In: BOOG, Gustavo G. (Coord.). Manual de treinamento e desenvolvimento. São Paulo: Makron, 2001. p. 205-220.
- CARVALHO, M. J. S de; MENEZES, C.S.de; NEVADO, R.A.de. Arquiteturas Pedagógicas para Educação a Distância. In: _____. Aprendizagem em rede na educação a distância: estudos e recursos para formação de professores. Porto Alegre: Ricardo Lenz, 2007. P. 15-52.
- CHEN, J.; SAWHNEY, M.; NEUBAUM, D.O., Customer-Oriented Innovation and Firm Performance (November 19, 2013) Disponível em: http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2178114 Acesso em: março de 2015
- CNI - Confederação Nacional da Indústria Mobilização Empresarial pela Inovação: cartilha: gestão da inovação / José Fernando Mattos, Hiparcio Rafael Stoffel, Rodrigo de Araújo Teixeira. – Brasília, 2010. 47 p.:il.
- CORIAT, B; WEINSTEIN, O. (2002). Organizations, firms and institutions in the generation of innovation. Research Policy, Vol. 31, No. 2, Pp. 273-290.

- DANILEVICZ et al. Relatório de desenvolvimento do Sistema de Gestão da Inovação CEEE (SGI-CEEE). 2015
- DAVILA, Tony; EPSTEIN, Marc J.; SHELTON, Robert D. As regras da inovação. Porto Alegre: Bookman, 2007. 336 p.
- GEISLER, Lisiane ; Eliza Coral . Organização para a inovação. In: Eliza Coral, André Ogliari, Aline França de Abreu. (Org.). Gestão Integrada da Inovação: Estratégia, organização e desenvolvimento de produtos. 01ed. São Paulo: Atlas, 2008, v. 01, p. 45-82.
- GUNDLING, E. The 3M Way to innovation: balancing people and profit. New York : Kodansha America, 2000. 247 p.
- JABOINSKI, L.C.N.; DANILEVICZ, A.M.F. [Working Paper] Avaliação de métodos de capacitação ead: seleção de alternativa aplicada à gestão da inovação no setor de eletricidade, 2015.
- MACHADO; Liliane Campos. Didática do Ensino Superior. Editora Unimontes Campus Universitário Professor Darcy Ribeiro s/n - Vila Mauricéia - Montes Claros 2012.
- MINAYO, Maria Cecília de Souza(Org). Pesquisa social: teoria, método e criatividade. Petrópolis: Ed. Vozes, 2012. 80 p.
- MONTANHA JUNIOR et al. Importância, definições e modelos de inovação. In: CORAL, E. ; OGLIARI, A. ; ABREU, A. F. In: Gestão integrada da inovação: estratégia, organização e desenvolvimento de produtos. São Paulo: Atlas, 2008. p. 01 - 13.
- PETERS, Otto. Didática do ensino a distância: experiências e estágio da discussão numa visão internacional. São Leopoldo: Unisinos, 2006.
- ROSENBERG, M. E-learning: estratégia para a transmissão do conhecimento na era digital. São Paulo: Makron Books, 2002.
- SAKAR S. (2007), "Inovação: metamorfoses, empreendedorismo e resultados", in José Cláudio Cyrineu Terra (eds.), Inovação: Quebrando Paradigmas Para Vencer, São Paulo: Editora Saraiva
- SANTO, Rui. Processos criativos: metodologias para fazer surgir e alimentar inovações nas empresas. Disponível em: <http://biblioteca.terraforum.com.br/BibliotecaArtigo/ProcessosCriativos.pdf> Acesso em: janeiro de 2015.
- SAWHNEY. M.; WOLCOTT, R.; ARRONIZ, I. The 12 different ways for companies to innovate. MIT Sloan Management Review, Cambridge, v. 47, n. 3, p. 75-81, Spring 2006.
- TERRA, José Claudio Cyrineu (Organizador); Inovação – quebrando paradigmas para vencer. São Paulo: Editora Saraiva, 2007. 272 p
- THIOLLENT, Michel. Metodologia da pesquisa-ação. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011. 136 p.
- TIDD, Joe; BESSANT, John; PAVITT, Keith. Gestão da Inovação. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- VASCONCELOS, Marco A. Tempo de inovar. Caderno de Inovação. Volume 2/2012. Inovações sustentadoras e de ruptura no modelo de negócio. Fórum de Inovação da FGV-EAESP, Embraer, Banco Pérola. Disponível em: http://inovforum.fgv.br/wp-content/uploads/caderno_inovacao2.pdf. Acesso em: Janeiro de 2015.
- WELLE-STRAND, A; THUNE, T. E-learning policies, practices and challenges in two Norwegian organizations. Evaluation and Program Planning, v. 26, n.2, p. 85-92, 2003.

2TC-A2-Características, Atitude e Intenção Empreendedoras em Alunos de Graduação - Uma Perspectiva Brasileira

Cristiane Krüger

(cris.kruger@hotmail.com - POS/UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA)

Italo F. Minello

(italo.minello@uol.com.br - POS/UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA)

Rafaela E. Bürger

(rafaelaeb@hotmail.com.br - POS/UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA)

Resumo

O ensino em cursos de graduação deve oportunizar conhecimentos que ampliem a formação superior básica, deve estar em sintonia com as demandas da sociedade, assim como com a geração de conhecimentos na área de empreendedorismo, por meio da pesquisa científica, que pode contribuir para o desenvolvimento, minimizando desigualdades sociais e oportunizando geração de emprego e renda. Ações promotoras de atitude empreendedora no âmbito das universidades agregam participação dos agentes que interagem no processo, contribuindo para o desenvolvimento da mentalidade empreendedora em todos os níveis de ensino, pesquisa e extensão. Nesse sentido, este trabalho investigou o comportamento empreendedor em uma instituição de ensino superior, especificamente o Centro de Ciências Naturais e Exatas, da Universidade Federal de Santa Maria, buscou-se identificar características, atitude e intenção empreendedoras de estudantes, visando analisar demandas e estimular o desenvolvimento e disseminação da atitude empreendedora, de uma mentalidade empreendedora, por meio de atividades e ações integradas entre alunos, professores e gestores da instituição, objetivando desenvolver alicerces para a criação de uma universidade cada vez mais empreendedora.

Palavras chave: *educação empreendedora, comportamento empreendedor, universidade empreendedora*

1 Introdução

O desenvolvimento, para Bernardo, Vieira e Araújo (2013), é pauta para muitas discussões, principalmente pela ideia de que deve ser medido, em função dos indicadores econômicos, os quais são capazes de afirmar, pelo acúmulo de riquezas, se um país é ou não desenvolvido. Entretanto, tem se tornado cada vez mais frequente a discussão em torno da inclusão de outras variáveis para a promoção do desenvolvimento. A UNCTAD (*United Nations Conference on Trade and Development*, 2013), órgão das Nações Unidas de fomento ao desenvolvimento, sugere a existência de uma relação direta entre o desenvolvimento social e econômico e a atividade empreendedora de uma sociedade, defini desenvolvimento como aquele que inclui as pessoas como principais atores desse processo. Sendo esta, caracterizada por constantes transformações, existe uma dependência cada vez maior da capacidade de ativos intelectuais para gerar ideias que visem o desenvolvimento econômico e social (Quandt *et al.*, 2014), em todas as áreas relacionadas às necessidades socioeconômicas.

De acordo com o Ministério da Integração Nacional (2013), as universidades podem ser um importante vetor para o desenvolvimento regional, pois, além de capacitar pessoas e atrair pesquisadores, geram demandas, que podem ajudar a movimentar a economia de uma região. Estudo realizado por Mota, Barbosa e Filgueira (2015), mostrou que a educação é um dos itens mais importantes quanto à massa salarial e também é um dos itens mais importantes na composição do valor adicionado, que mostra o potencial desse setor e as características aliadas aos serviços e sua capacidade induzida, observou ainda um impacto direto dos setores com maiores índices de geração de salários com os setores de maior valor adicionado. Isso evidencia a necessidade de mobilização de instrumentos, sobretudo de políticas públicas, voltadas para a disseminação de conhecimentos a respeito do empreendedorismo, podendo as universidades atuarem na transmissão dos mesmos (Gomes *et al.*, 2014).

Estes indivíduos, na visão de McClelland (1972), possuem uma estrutura motivacional diferenciada pela presença marcante da necessidade de realização, o que os encoraja a buscar objetivos que envolvem atividades

desafiadoras, porém com riscos calculados. Tais características podem ser aperfeiçoadas, mediante processos de aprendizagem empreendedora (Politis, 2008; Holcomb *et al.*, 2009; Parker, 2013; Tseng, 2013; Dolabela e Filion, 2013; Zampier e Takahashi, 2011). Nesse processo de aprendizagem, desponta a universidade, como um dos atores mais importantes para o aprimoramento dos alunos, futuros profissionais que irão atuar nas mais diferentes áreas, por meio do desenvolvimento da atitude empreendedora nestes indivíduos.

Nesse sentido, o ensino em cursos de graduação torna-se fundamental para o desenvolvimento econômico social, em função de seu papel de oportunizar conhecimentos que ampliem a formação superior básica, de estar em sintonia com as demandas da sociedade, e de gerar conhecimentos na área de empreendedorismo, por meio de pesquisa científica. Esse enfoque poderá contribuir para o estreitamento das relações sociais e para a vida das pessoas em sociedade, minimizando as desigualdades sociais, e oportunizando a geração de emprego e renda (Flores, Hoeltgebaum e Silveira, 2008).

Com base neste raciocínio, a universidade surge como propulsora do desenvolvimento científico do conhecimento e estimuladora de sua aplicação de maneira vivencial, por meio de sua tríade ensino, pesquisa e extensão, além do quarto elemento para a transformação e/ou criação de uma universidade empreendedora, que é a busca pelo desenvolvimento econômico e social (Etzkowitz, 2009; Lorentz, 2015). Para Dolabela e Filion (2013) esse processo de aprendizagem é caracterizado como empreendedor ou vivencial, e a seleção de abordagens pedagógicas apropriadas, promovem mudança social e desenvolvimento regional. Percebe-se que ações promotoras da atitude empreendedora, no âmbito das universidades, agregam participação dos agentes que interagem no processo, contribuindo para o desenvolvimento da mentalidade empreendedora em todos os níveis do ensino, da pesquisa e da extensão. Para Casado, Siluk e Zampieri (2013), universidade que integra o desenvolvimento econômico e social como uma função adicional tem sido chamada “Universidade Empreendedora”. Para isso, segundo Ferreira *et al.* (2012), as universidades devem criar estruturas internas para promover e coordenar tais ações, estabelecendo estratégias para articular ensino, pesquisa e extensão com a sociedade.

Contudo, Audy (2006) enfatiza que a medida que a sociedade tem mais conhecimento, as empresas mudam suas características e o mercado de trabalho se torna mais intensivo em conhecimento, gerando demandas por um novo tipo de profissional. É neste contexto que o papel das universidades se insere, tendo como alicerce o desenvolvimento da atitude empreendedora nos profissionais que a mesma dispõem para o mercado. Nessa perspectiva, a sociedade espera que as universidades contribuam mais com o processo de desenvolvimento econômico e social; para isso, mister se faz preparar as universidades para dar à sociedade as respostas as novas demandas, o que representa um grande desafio, o qual exige envolvimento e comprometimento da gestão, sensibilização da comunidade acadêmica e principalmente adaptação às mudanças (Audy, 2006; Clark e Lee, 2006).

Isto posto, o presente estudo objetiva analisar características, atitude e intenção empreendedoras de alunos de graduação do Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Este artigo traz os resultados iniciais do Projeto Atitude Empreendedora, projeto institucional da UFSM, criado pelo GPECOM (Grupo de Pesquisa Gestão Empreendedora e Comportamento Humano nas Organizações), que visa desenvolver e disseminar atitude empreendedora em discentes, docentes e gestores, buscando contribuir para a formação de uma universidade cada vez mais empreendedora.

2 Comportamento Empreendedor e Características Empreendedoras

Para Dolabela (2008) ser empreendedor não é somente acumular conhecimentos, mas possuir atitudes, comportamentos, formas de percepção do mundo e de si mesmo, é voltar-se para atividades em que o risco e a capacidade de inovar, de ser perseverante e de conviver com a incerteza.

O comportamento empreendedor depende não só das características empreendedoras, mas também de contextos ambientais específicos (Storopoli, Binder e Maccari, 2013), daí sua transitoriedade, entendida às motivações para empreender. Para Frota, Brasil e Fontenele (2014), os empreendedores são impulsionados pela necessidade de sobrevivência, de concretização de uma ideia ou simplesmente pelo desejo de se tornarem donos do próprio negócio.

As características podem ajudar os indivíduos a enfrentar os desafios de empreender (McClelland, 1972), assim como a inexistência delas, pode inviabilizar a formação de um negócio. Para Minello (2014), o comportamento do empreendedor, no papel de gestor do seu próprio negócio, evidencia-se também na sua capacidade de lidar com a adversidade e na própria adversidade. Nesse caso o ensino do empreendedorismo, pode ajudar a aprimorar tais características e habilidades de gestão, promovendo a aprendizagem empreendedora (Alegre e Monge, 2015). Para Minello (2010), é a partir do nível de habilidades que os alunos apresentam maior propensão de

apresentar características empreendedoras, podendo estas ser moldadas e estimuladas.

Sob essa perspectiva, Lorentz (2015) evidencia que o indivíduo empreendedor manifesta uma série de características que o identifica, distinguindo-o de acordo com o conjunto de habilidades que mais se aproxima da sua forma de ser. Sob essa perspectiva, as características empreendedoras fazem com que o empreendedor seja é um ator social dinâmico em questões comportamentais (Marinho, 2016).

2.1 Atitude Empreendedora

Atitude empreendedora, de acordo com Souza e Lopez Jr. (2005), é definida como a “predisposição aprendida, ou não, para agir de forma inovadora, autônoma, planejada e criativa, estabelecendo redes sociais”. O empreendedor está ancorado na capacidade que alguns indivíduos demonstram de criar seus próprios negócios, correndo riscos, capitalizando resultados e aproveitando as oportunidades que surgem. Pode-se entender atitude empreendedora como a intenção de agir de acordo com características comportamentais,

Singer, Amorós e Arreola (2015), salientam que o conteúdo empreendedor deve ser inserido nos três níveis de educação de forma sistemática e consistente, com vistas ao desenvolvimento de uma cultura empreendedora que permeie a sociedade como um todo. Para atingir os diferentes objetivos do ensino de empreendedorismo, especificamente atitude empreendedora, elencada ao comportamento empreendedor, necessita-se traçar um plano de ensino que se adapte a metodologia pedagógica ao contexto da aprendizagem esperada (Rocha e Freitas, 2014).

2.2 Intenção Empreendedora

Para Thompson (2009), intenção empreendedora individual é um constructo chave na investigação sobre a formação de novos negócios. Diante dos diversos estudos sobre empreendedorismo, aparecem aqueles que se dedicam a investigar o desencadeamento do comportamento empreendedor. Dentre estes, muitos destacam o importante papel que a intenção tem na decisão de começar um novo negócio (Liñan e Chen, 2009).

Liñan e Chen (2009) desenvolveram um instrumento para mensurar a intenção empreendedora, o Questionário de Intenção Empreendedora (QIE). Ao aplicar este questionário em alunos de graduação de dois países de culturas bem distintas, os autores concluíram que este instrumento tem aplicabilidade em diferentes culturas (Liñan e Chen, 2009), o respectivo instrumento foi avaliado e escolhido para complementar a presente pesquisa.

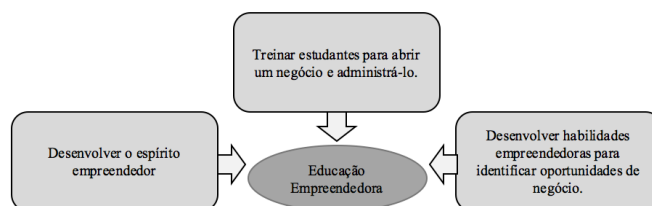
O futuro da pesquisa sobre intenção empreendedora para Fayolle e Liñan (2015) poderia sondar as questões relativas às relações recíprocas entre as intenções empreendedoras dos estudantes, a qualidade da sua aprendizagem empresarial e o desenvolvimento das suas competências empresariais em ambientes educacionais (Martin, McNally, e Kay, 2013).

2.3 Aprendizagem Empreendedora

Para Moraes, Ribeiro e Chawbrai (2012), os empreendedores que têm mais tempo de escolaridade e foram estimulados desde cedo a empreender, têm maior potencial para enfrentar estes desafios e reduzir a taxa de mortalidade empresarial. Singer, Amorós e Arreola (2015), salientam que o conteúdo empreendedor deve ser inserido nos três níveis de educação de forma sistemática e consistente, com vistas ao desenvolvimento de uma cultura empreendedora que permeie a sociedade como um todo.

Nesse contexto, a European Commission Enterprise and Industry Directorate-General (European Commission, 2008) apresenta uma estrutura para a educação empreendedora no ensino superior dividida em três objetivos: (a) desenvolver espírito empreendedor entre os estudantes, (b) treinar estudantes para abrir um negócio e administrá-lo, (c) desenvolver habilidades empreendedoras necessárias para identificar e explorar oportunidades de negócios. Essa relação é demonstrada na Figura 1.

Figura 1: Objetivos do Ensino do Empreendedorismo



Fonte: Baseado na proposta da European Commission Enterprise and Industry Directorate-General (2008).

Para atingir os diferentes objetivos do ensino de empreendedorismo, especificamente atitude empreendedora, elencada ao comportamento empreendedor, necessita-se traçar um plano de ensino que se adapte a metodologia pedagógica ao contexto da aprendizagem esperada (Rocha e Freitas, 2014).

3 Procedimentos Metodológicos

A abordagem utilizada na presente pesquisa foi quantitativa, do tipo exploratória, baseada em pesquisa teórico-empírica. Para atender ao objetivo da pesquisa foram utilizados três instrumentos, aplicados juntos, o primeiro questionário refere-se as características comportamentais empreendedoras (CCEs) de McClelland com o objetivo de identificar as características nos alunos. Este questionário é baseado nas 10 Características Comportamentais Empreendedoras de McClelland (Sebrae, 2011), composta por 55 afirmações. O segundo questionário trata da intenção empreendedora, adaptado de Liñán e Chen (2009), com o objetivo de capturar a percepção dos pesquisados quanto a intenção empreendedora. Esse questionário é baseado em atitudes pessoais, normas subjetivas, controle de comportamento e intenções empreendedoras, composto por 20 assertivas. E o terceiro questionário refere-se à atitude empreendedora, utilizou-se o Instrumento de Medida da Atitude Empreendedora – IMAE validado por Souza e Lopez Jr. (2005), é propício para mensurar a atitude empreendedora, bem como investigar a capacidade de discriminar a resposta que o indivíduo está apto a dar, é composto por 36 questões. Todos instrumentos utilizam escala tipo Likert de 5 pontos, correspondendo a seguinte gradação: 1= nunca, 2= raras vezes, 3= algumas vezes, 4= usualmente e 5= sempre.

Foi realizado um pré-teste para avaliar a clareza das questões junto a pesquisadores da área. Segundo WIDENFEL (2005) o pré-teste pode ser feito aplicando-se alguns exemplares em uma pequena população escolhida, com isso evidenciará possíveis falhas existentes. A população total desta pesquisa é composta por 1560 alunos, distribuídos em 9 cursos de graduação do Centro de Ciências Naturais e Exatas da UFSM. Para o cálculo do tamanho mínimo da amostra optou-se pela fórmula a seguir (Equação 1), que segundo Martins e Fonseca (1996), é para uma população finita, considerou-se um nível de confiança de 95% e um erro padrão de 5%, como segue:

Equação (1)	Sendo:
$n = \frac{z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2(N-1) + z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot q}$	e – erro amostral; N – tamanho da população; n – amostra mínima; $\alpha = 0,05$ – Nível de Significância $p = 0,5$ e $q = 0,5$; $z_{\alpha/2}^2 = 1,96$ para um nível de confiança de 95%.

O Centro de Ciências Naturais e Exatas da UFSM é composto por 1560 alunos, sendo a amostra mínima de 309 alunos para um nível de confiança de 95% e em função do erro amostral de 5,0%. A coleta de dados ocorreu nos meses de novembro a dezembro de 2015, através de entrega pessoal nas salas de aula, os alunos foram convidados a participar. Participaram 407 alunos que responderam os três instrumentos, para análise foram desconsiderados 8 instrumentos incompletos.

Os dados foram tabulados e codificados em planilha do software Windows Excel 2010, posterior foi realizada uma conferência dos dados, objetivando verificar possíveis erros de digitação. Para tratamento e análise dos dados coletados foram realizados testes estatísticos, utilizando o software “Statistical Package for the Social Sciences” – SPSS versão 18, nessa ocasião foram analisados quantitativamente e explorados os dados dos modelos propostos por McClelland (1972), Liñán e Chen (2009) e Souza e Lopez Jr. (2005). A seguir apresenta-se a análise dos resultados.

4 Análise dos Resultados

A análise dos resultados iniciou com o cálculo das médias e o desvio padrão de cada dimensão para os construtos estudados. Para estimar a confiabilidade, foi medida a consistência interna através do alfa de Cronbach (1951) (Sampieri *et al.*, 2013). O alfa de Cronbach é calculado pela seguinte Equação 2:

Equação (2)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[\frac{\sigma_{\tau}^2 - \sum_{i=1}^k \sigma_i^2}{\sigma_{\tau}^2} \right]$$

Onde:

k corresponde ao número de itens do questionário;

σ^2_i corresponde soma das variâncias de cada item;

σ^2_t corresponde a variância total do questionário, determinada como a soma de todas as variâncias.

Substituindo-se os valores resultantes na Equação 2, chegou-se aos seguintes coeficientes alfa de Cronbach: Características Empreendedoras de McClelland (1972) $\alpha= 0,89$; Intenção Empreendedora de Liñan e Chen (2009) $\alpha= 0,92$ e Atitude Empreendedora de Souza e Lopez Jr. (2005) $\alpha= 0,97$. Assim, os valores resultantes da aplicação dos questionários com alunos de graduação são confiáveis nos três instrumentos. Após o cálculo da confiabilidade fora calculado as médias de cada categoria dos cursos de graduação e instrumentos, conforme apresentado pelo Quadro 1.

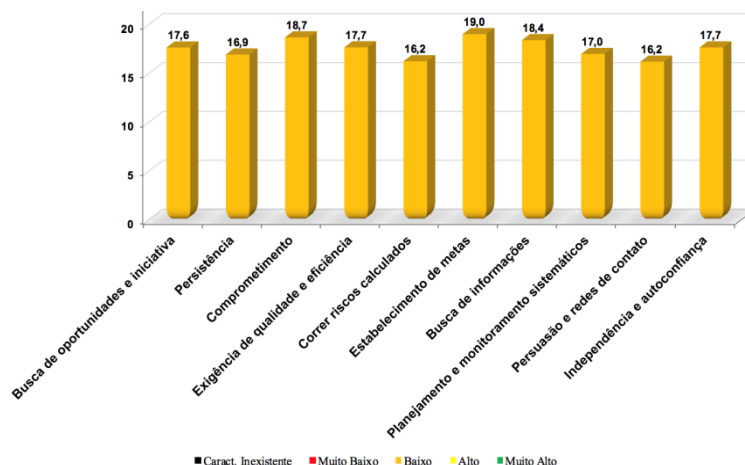
Quadro 1: Médias dos Resultados

INSTRUMENTOS	CARACTERÍSTICAS EMPREENDEDORAS de McClelland (1972)									INTENÇÃO EMPREENDEDORA de Liñan e Chen (2009)				ATTITUDE EMPREENDEDORA de Souza <i>et al.</i> (2005)				
	Realização					Planejamento				Poder		Atitude Pessoal	Normas Subjetivas	Percepção e Controle de Comportamento	Intenção Empreendedora	Realização	Planejamento	Poder
Categorias de análise	Busca de Oportunidades e Iniciativa	Persistência	Comprometimento	Exigência de qualidade e eficiência	Correr riscos calculados	Estabelecimento de metas	Busca de informações	Planejamento e monitoramento sistemático	Persuasão e redes de contato	Independência e autoconfiança								
CURSOS																		
Biologia	17,21	16,59	18,53	17,69	16,3	18,96	18,46	17,27	16,4	17,31	11,41	9,42	16,38	16,27	31,73	44,48	27,76	20,42
Matemática	17,5	16,86	18,69	17,92	16,79	19,18	18,03	17,09	15,97	17,63	12,95	10,03	17,43	17,44	33,5	45,64	29,23	22,13
Física	17,63	16,43	17,82	16,51	15,75	18,53	18,96	17,44	15,77	17,55	12,14	9,22	15,97	17,07	30,21	42,17	26,4	9,34
Meteorologia	18,13	17,13	18,8	17,6	16,8	20,2	18,06	16,06	16,73	17,86	13,27	9,87	18,93	18,33	33,4	46,93	29,33	20,27
Estatística	18,46	16,83	19,51	18,93	16,3	19,62	18,9	17,88	16,39	18,53	15,58	11,67	20,33	19,88	31,7	43,84	28,3	21,65
Química Bac.	17,92	17,38	19,61	18,38	16,76	19,69	20,07	18,61	16,84	18,61	14	10,23	20,31	18,92	33,69	48,77	30	21,62
Química Ind.	17,25	17,37	18,25	16,62	15,87	17,25	17,37	15,5	15	16,25	13	10,75	18,38	18	28,75	41,63	25,25	19,25
Química Lic.	17,94	17,63	18,94	18,36	15,42	19,26	18,15	16,31	16,94	17,94	14,42	10,74	19,42	18,63	32,42	44,89	27,68	21,26
Geografia	16,76	16,1	17,98	16,91	16,04	18,4	17,5	16,66	15,71	17,15	12,2	9,29	17,25	16,54	30,75	43,33	26,77	20,54
MÉDIA TOTAL	17,64	16,92	18,68	17,66	16,23	19,01	18,39	16,98	16,19	17,65	13,22	10,14	18,27	17,9	31,79	44,63	27,86	19,61
Limite da Categoria	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	15	30	30	45	65	40	30

Fonte: elaborado pelo autor.

A seguir apresenta-se a análise das Características Empreendedoras de McClelland, foi atribuído significado à pontuação obtida pelos respondentes destacando-se as características com maior e menor pontuação, como é observável na Figura 2.

Figura2: Níveis das Médias das Características Comportamentais Empreendedoras



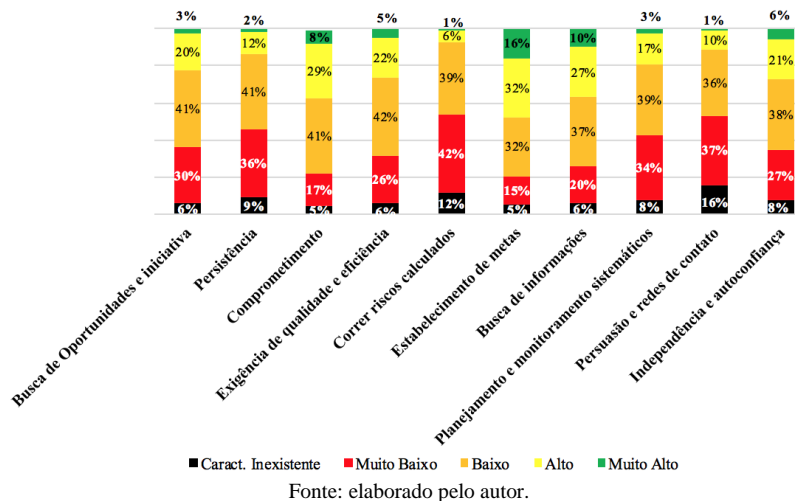
Fonte: elaborado pelo autor.

O instrumento de McClelland determina que abaixo de 50% dos pontos a característica é inexistente e que o limite máximo é de 25 pontos, assim, através da análise de 399 questionários chega-se a Figura 2. Fora determinado coloração específica para os diferentes níveis de pontuação, sendo: abaixo de 50% característica

inexistente, preto; de 50% a 62,5% possui a característica em nível muito baixo, vermelho; de 62,51% a 75% possui a característica em nível baixo, laranja; de 75,01% a 87,5% possui a característica em nível alto, amarelo; e de 87,51% a 100% possui a característica em nível muito alto, verde.

A coloração de todo gráfico permanece laranja, visto que a pontuação alcançada pelos respondentes permaneceu em nível considerado baixo, ou seja, muito próximo ao limite mínimo. Percebe-se que as características de Persuasão e redes de contato, Correr riscos calculados e Persistência, foram as características com pontuação menor dentre as demais, por meio desse instrumento é possível identificar características comportamentais que necessitam de desenvolvimento. A Figura 3 demonstra a intensidade dos respondentes diante de cada característica comportamental.

Figura 3: Intensidade das Características Comportamentais Empreendedoras

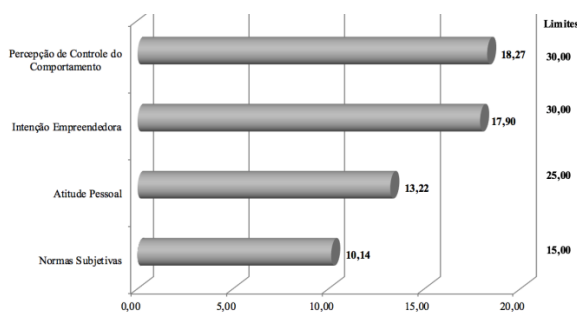


Fonte: elaborado pelo autor.

A intensidade (Figura 3) demonstra proporcionalmente o percentual dos respondentes diante de cada característica, o que não é evidenciado pela média (Figura 2), que faz um apanhado do grupo. Da mesma forma como na média, os percentuais são diferenciados através de uma coloração, em todas características constam indivíduos com a característica inexistente, ou seja, ela fica abaixo da média, conforme estabelecido por McClelland (1972). Outra circunstância visível e preocupante é que, aproximadamente, 70% dos alunos possuem características comportamentais empreendedoras, porém, em nível muito baixo e baixo, o que evidencia a necessidade de buscar junto aos docentes e gestores uma alternativa, visando o desenvolvimento comportamental desses alunos.

A seguir apresenta-se a análise dos resultados da Intenção Empreendedora (Figura 4), com base no Quadro I. O gráfico foi elaborado a partir da média da amostra, todos construtos obtiveram resultado superior a 50%, porém ainda distante dos limites máximos. O instrumento de Intenção Empreendedora objetiva verificar se o respondente planeja abrir o próprio negócio, se o seu comportamento é empreendedor, associado a outros instrumentos pode evidenciar traços comportamentais específicos. Ao avaliar a intenção empreendedora em um grupo é possível estabelecer conclusões sobre este grupo se porta diante da ideia de começar um negócio próprio (Chen e Liñan, 2009).

Figura 4: Níveis de Intenção Empreendedora



Fonte: elaborado pelo autor.

Comparando a média das pontuações obtidas e os limites de cada categoria do instrumento de Intenção Empreendedora percebe-se que os resultados podem ser melhorados, percebe-se que os alunos possuem intenção empreendedora, mas os níveis constatados são baixos e, ao verificar a intensidade dos respondentes (Quadro 2) percebe-se que mais da metade constam com baixa ou média intensidade, o que reforça a necessidade de melhorias.

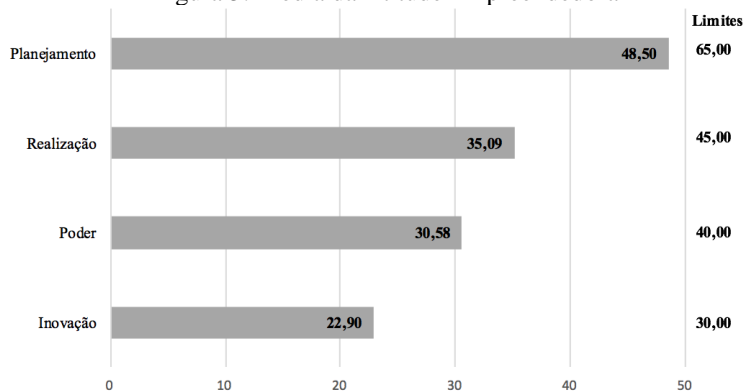
Quadro 2: Intensidade da Intensão Empreendedora

Construto Intensidade	Atitude Pessoal		Normas Subjetivas		Percepção de Controle do Comportamento		Intenção Empreendedora	
	Alta	63	15%	172	43%	111	28%	114
Média	222	57%	198	50%	264	66%	247	62%
Baixa	114	28%	29	7%	24	6%	38	9%
Total	399	100%	399	100%	399	100%	399	100%

Fonte: elaborado pelo autor.

A seguir são apresentados os resultados da média (Figura 5) e intensidade (Quadro 3) da Atitude Empreendedora.

Figura 5: Média da Atitude Empreendedora



Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 3: Intensidade da Atitude Empreendedora

Construto Intensidade	Realização		Planejamento		Poder		Inovação	
	Alta	254	64%	241	60%	0	0%	223
Média	134	33%	146	37%	375	94%	162	41%
Baixa	11	3%	12	3%	24	6%	14	3%
Total	399	100%	399	100%	399	100%	399	100%

Fonte: elaborado pelo autor.

McClelland (1972, apud LOPEZ, 2005) concentrou seus estudos na tentativa de identificar quais características do comportamento empreendedor são, frequentemente, apresentadas em indivíduos com elevado desempenho profissional e alto grau de realização. Em seus estudos, ele identificou algumas das principais características e as agrupou em três dimensões: Realização, Planejamento e Poder, essas dimensões aliadas à inovação são as características da atitude empreendedora de Liñan e Chen (2009), utilizadas nesse instrumento. Por meio do instrumento de Medida da Atitude Empreendedora – IMAE, foi medida a atitude empreendedora dos 399 alunos, ao analisar as respostas dos indivíduos, verificou-se que dentre as quatro dimensões estudadas (Planejamento, Realização, Poder e Inovação) todas receberam avaliação regular ao analisar as médias da amostra total, porém, ao verificar a intensidade, é possível verificar que a intensidade maior ocorreu junto a dimensão de Realização, e que a dimensão de Poder obteve níveis de intensidade apenas média e baixa. É possível determinar que as quatro dimensões necessitam melhorar, o que reflete não só na atitude empreendedora, mas no comportamento do indivíduo como um todo.

Ao analisar os resultados dos três instrumentos percebe-se que a intensidade das pontuações obtidas pode melhorar, buscando esse desenvolvimento comportamental nos alunos e com base nos dados coletados é possível traçar um plano para o desenvolvimento de um comportamento mais empreendedor, frisando a importância da atitude empreendedora nesse sentido. Ao entrar em contato com os docentes do Centro de Ciências Naturais e Exatas e apresentar os resultados obtidos foi proposto a participação dos cursos no Projeto Atitude Empreendedora, que visa estimular os alunos, desenvolver e disseminar a atitude empreendedora, no primeiro momento foram realizadas capacitações dos docentes dentro do Projeto Atitude Empreendedora, posteriormente foram organizadas disciplinas denominadas de Atitude Empreendedora para cada um dos cursos, no respectivo semestre, após conclusão do semestre os alunos serão reavaliados, a fim de verificar se houve alguma alteração no comportamento dos indivíduos. Esse acompanhamento ocorrerá sistematicamente ao longo dos semestres, será possível verificar, ao fim do curso, se o indivíduo desenvolveu um comportamento mais empreendedor, atitude empreendedora.

A Figura 6 apresenta a relação entre os três instrumentos e a necessidade latente verificada, desenvolvimento do indivíduo.

Figura 6: Relação entre Características, Atitude e Intenção Empreendedoras



Fonte: elaborado pelo autor.

5 Conclusões

O presente estudo apresenta os resultados preliminares do Projeto Atitude Empreendedora. A pesquisa atingiu aos objetivos propostos, analisar e identificar as características, atitude e intenção empreendedoras dos alunos do Centro de Ciências Naturais e Exatas, da Universidade Federal de Santa Maria, evidenciou a relação entre os resultados dos três instrumentos. Concluiu-se que os alunos pesquisados apresentam níveis comportamentais empreendedores muito baixo e baixo, o que evidenciou a necessidade de desenvolvê-los. Percebeu-se que algumas características empreendedoras apresentam nível muito baixo em comparação com as demais características, e que as mesmas podem ser trabalhadas em sala de aula, em consonância com os resultados da atitude e intenção empreendedora.

Os resultados estatísticos foram apresentados aos docentes e diretores do CCNE, como alternativa foram criadas e ofertadas para cada curso, disciplinas de “Atitude Empreendedora”, que objetivam estimular e desenvolver o comportamento empreendedor nos alunos. Os docentes do próprio centro, após capacitação específica, ministram essas disciplinas apoiados por docentes da Administração. Ao fim da disciplina, no final do respectivo semestre, os alunos serão convidados a participar de uma nova avaliação, a fim de verificar se a disciplina contribuiu pontualmente no desenvolvimento comportamental, o acompanhamento ocorrerá ao longo dos demais semestres, até o fim do curso, onde será possível, com convicção, afirmar se as disciplinas de atitude empreendedora podem desenvolver positivamente o comportamento dos alunos.

A presente pesquisa contou com algumas limitações, inicialmente a coleta dos dados ocorreu no final do semestre letivo, onde algumas turmas estavam em prova e outros docentes impediram que os pesquisadores adentrassem às salas de aula para realizar as coletas, por isso não foi possível atingir um número maior de participantes.

Para estudos posteriores sugere-se um estudo tipo longitudinal, que ocorrerá ao fim de cada disciplina de atitude empreendedora, onde será possível verificar se houveram mudanças em decorrência do Projeto Atitude Empreendedora, também se sugere que além dos alunos, que as próximas pesquisas contemplem os docentes, peças-chaves no ensino-aprendizado.

Referências

- AUDY, J. FERREIRA. G. C. 2006. Universidade empreendedora: uma visão da PUCRS. In: AUDY, J. L. N.; MOROSINI, M. C. (Org). Inovação e Empreendedorismo na Universidade. Porto Alegre: EDIPUCRS.
- LEIVA, J. C.; ALEGRE, J.; MONGE, R. 2014. The influence of Entrepreneurial learning in new Firms' performance: a study in costa rica. Rev. innovar vol. 24, edição especial.
- CASADO, F. L. SILUK, J. C. M. ZAMPIERI, N. L. V. 2013. Universidade empreendedora e desenvolvimento regional sustentável: proposta de um modelo. Rev. Adm. UFSM, Santa Maria, v. 5, Edição Especial, p. 633-650, Dez.
- CLARK, J. R.; LEE, D. R. 2006. Freedom, entrepreneurship and economic progress. Journal of Entrepreneurship, v. 15, n. 1, p. 1-17.
- CRUZ, A. C.; TEIXEIRA, E. C.; BRAGA, M. J. 2008. O efeito dos gastos públicos em infraestrutura e em capital humano no crescimento econômico e na redução da pobreza no Brasil. Economia, v. 11, n. 4.
- DOLABELA, F. 2008. Oficina do empreendedor. Rio de Janeiro: Sextante.
- DOLABELA, F.; FILION, L. J. 2013. Fazendo revolução no Brasil: a introdução da pedagogia empreendedora nos estágios iniciais da educação. Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas, v.3, n.2.
- ETZKOWITZ, H. 2009. Hélice Tríplice – Universidade-Indústria-Governo, Inovação em movimento. Porto Alegre. PUCRS.
- LIÑÁN, F., & FAYOLLE, A. 2015. A systematic literature review on entrepreneurial intentions: citation, thematic analyses, and research agenda. International Entrepreneurship and Management Journal. doi:10.1007/s11365-015-0356-5 Does the theory of planned behaviour help in predicting entrepreneurial intention among students? - ResearchGate. Available from: https://www.researchgate.net/post/Does_the_theory_of_planned_behaviour_help_in_predicting_entrepreneurial_intention_among_students [accessed Apr 25, 2016].
- FERREIRA, G. C. SORIA, A. F. CLOSS, L. 2012. Gestão da interação Universidade – Empresa: o caso PUCRS. Revista Sociedade e Estado – v. 27 n.1, Janeiro/Abril 2012. FIALA, N. As incubadoras como instrumento effectual de aprendizagem do empreendedorismo. Dissertação (Mestrado em Administração) – faculdade Getúlio Vargas.
- FLORES, D. C.; HOELTGEBAUM, M.; SILVEIRA, A. 2008. O ensino do empreendedorismo nos cursos de pós-graduação em administração no Brasil. Revista de Negócios, v. 13, n. 2, p. 93-104.
- FROTA, G. B.; BRASIL, M. V. O.; FONTENELE, R. E. S. 2014. Influência das características socioeconômicas, capacidade de gestão e comportamento empreendedor no sucesso dos empreendedores participantes do programa de microcrédito do Banco Palmas. Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas, v.3, n.2, p. 42-69.
- GOMES, M. S.; GONÇALO, C. R.; PEREIRA, C. D.; VARGAS, S. L. 2014. A inovação como conexão para o desenvolvimento de parcerias entre universidade-empresa. Navus - Revista de Gestão e Tecnologia. Florianópolis, SC, v. 4, n. 2, p. 78-91, jul./dez.
- HOLCOMB, T. R.; IRELAND, R. D., HOLMES, R. M.; HITT, M. A. 2009. Architecture of entrepreneurial learning: exploring the link among Heuristics, Knowledge, and action. Entrepreneurship: Theory & Practice, 33(1), 167-192.
- LIÑÁN, F.; CHEN, Y. 2009. Development and Cross-Cultural application of a specific instrument to measure entrepreneurial intentions. Entrepreneurship Theory and Practice, v. 33, n. 3, p. 593-617.
- LORENTZ, M. H. N. 2015. O Comportamento Empreendedor de Diretores da UFSM e sua percepção quanto à Universidade Empreendedora. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Gestão de Organizações Públicas do Programa de Pós-Graduação em Administração.
- MARCONI, M. A. LAKATOS. 2003. Fundamentos de metodologia científica, v. 5.
- MARINHO, E. S. **Processo de incubação, características empreendedoras e aprendizagem empreendedora: uma perspectiva interativa.** Dissertação (Mestrado em Gestão de Organizações Públicas) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2016.
- MARTIN, B., MCNALLY, J.J., & KAY, M. 2013. Examining the formation of human capital in entrepreneurship: A meta-analysis of entrepreneurship education outcomes. Journal of Business Venturing, 28, 211-224.
- MCCLELLAND, D. C. 1972. A sociedade competitiva: realização & progresso social. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura.
- MINELLO, I. F. 2010. **Resiliência e insucesso empresarial: um estudo exploratório sobre o comportamento resiliente e os estilos de enfrentamento do empreendedor em situações de insucesso empresarial, especificamente em casos de descontinuidade do negócio.** Diss. Universidade de São Paulo.
- MINELLO, I. F. 2014. Resiliência e Insucesso Empresarial: o comportamento do empreendedor diante do fracasso nos negócios. Curitiba: Appris.

- MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. 2013. Papel da Universidade para desenvolvimento das regiões é tema de debate em seminário internacional. I Conferência Nacional de Desenvolvimento Regional. Brasília. Disponível em : <http://www.mi.gov.br/web/cndr/sala-de-imprensa/-/asset_publisher/oS2f/content/papel-da-universidade-para-desenvolvimento-das-regioes-e-tema-de-debate-em-seminario-internacional;jsessionid=2ED2656F7D584A3BB562B24CD0B7CF2A.lrl1> Acesso em 21 abr. 2016.
- MORAIS, E. F. C. de; RIBEIRO, R.; CHAWBRAI, A. 2012. Elementos estruturantes para uma política nacional de empreendedorismo. Brasília: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comercio Exterior.
- MOTA, M. K. F.; BARBOSA, R. S.; FILGUEIRA, J. M. 2015. Desenvolvimento regional baseado na educação: uma análise insumo-produto no estado do Rio Grande do Norte – Brasil. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional. v. 11, n. 1. p. 206-223 jan-abr, Taubaté, SP.
- PARKER, S. C. 2013. Do serial entrepreneurs run successively better-performing businesses?. Journal of Business Venturing, v. 28, n. 5, p. 652-666.
- POLITIS, D. 2008. Does prior start-up experience matter for entrepreneurs' learning? A comparison between novice and habitual entrepreneurs. Journal of Small Business and Enterprise Development, v. 15, n. 3, p. 472-489.
- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO – PNUD. Disponível em: <http://www.pnud.org.br>. Acesso em 27 abr 2016.
- QUANDT, C. O.; SILVA, H. F. N.; FERRARESI, A. A.; FREGA, J. R. 2014. Programas de gestão de ideias e inovação: as práticas das grandes empresas na região sul do Brasil. Revista de Administração e Inovação, São Paulo, v. 11, n.3, p.176-199, jul./set.
- ROCHA, E.L. C.; FREITAS, A. A. F. 2014. Avaliação do Ensino de Empreendedorismo entre Estudantes Universitários por meio do Perfil Empreendedor. RAC. Revista de Administração contemporânea. RAC, Rio de Janeiro, v. 18, n. 4, art. 5, pp. 465-486, Jul. /Ago.
- SAMPIERI, R.H.; COLLADO, C.F.; LUCIO, P.B. 2013. Metodologia da Pesquisa. São Paulo: McGraw-Hill.
- SCHUMPETER, J. A. 1984. Capitalismo, socialismo y democracia. Rio de Janeiro, Zahar Editores, p. 288-367.
- SINGER, S.; AMORÓS J. E.; ARREOLA, D. M. 2015. Global Entrepreneurship Monitor 2014 Global Report. London: Global Entrepreneurship Research Association.
- SOUZA, E. C. L; LOPEZ JR., G. S. 2005. Atitude empreendedora em proprietários-gerentes de pequenas empresas: construção de um instrumento de medida. Revista Eletrônica de Administração, v. 11, n. 6, p. 1-21, nov./dez.
- STOROPOLI, J. E.; BINDER, M. P.; MACCARI, E. A. 2013. Incubadoras de empresas e o desenvolvimento de capacidades em empresas incubadas.RCA, v. 15, n. 35.
- THOMPSON, E. R. 2009. Individual entrepreneurial intent: Construct clarification and development of an internationally reliable metric. Entrepreneurship Theory and Practice, v. 33, n. 3, p. 669-694.
- TSENG, C. 2013. Connecting self-directed learning with entrepreneurial learning to entrepreneurial performance. International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research, v. 19, n. 4, p. 425-446.
- WIDENFEL, B.M.; TREFFERS, P.D.A.; Translation and Cross-Cultural Adaptation of Assessment Instruments Used in Psychological Research With Children and Families. Clinical Child and Family Psychology Review, v.8, p.135 - 147, 2005.
- ZAMPIER, M. A.; TAKAHASHI, A. R. W. 2011. Entrepreneurial competencies and processes of entrepreneurial learning: a conceptual research model. Cadernos EBAPE. BR, v. 9, n. SPE1, p. 564-585.

3TC-A2-Calidad del Hormigón en Obras Comunes en San Rafael

Walter Olivares

Hugo Reviglio

M. Luisina Biondi

GETEMA. Departamento Ingeniería Civil. UTN-FRSR.
walterolivares@speedy.com.ar

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados de la investigación sobre la calidad de los hormigones que se elaboran insitu en obras comunes en la ciudad de San Rafael. Se ha recogido la experiencia de años en el rubro de la construcción tradicional en la ciudad y se ha investigado sobre distintas propiedades físicas del hormigón dosificado en volumen, por parte de albañiles en obras particulares. Las propiedades estudiadas son: peso específico, porosidad y resistencia del hormigón, todas estas en relación con el tiempo de curado de las muestras (probetas).

Palabras clave: Calidad del hormigón. Propiedades del hormigón elaborado insitu. Curado

1. Introducción

La intención del presente trabajo es hacer un reconocimiento de la calidad de los hormigones que se utilizan vulgarmente en obras pequeñas (Figura 1). Esto es: comprobar la calidad de hormigones en obras en las que no se habitúa a realizar controles ni ensayos, sólo hasta que pueda haber algún conflicto, hoy en día, muy común.



Figura 1. Obra típica en la ciudad de San Rafael.

La resistencia a la compresión del hormigón, que define su calidad, depende de varios factores: edad; relación agua/cemento; dosificación; forma de curado; calidad de sus componentes; temperatura a la que se ha producido el fraguado.

“El aumento de resistencia con la edad se efectúa rápidamente al principio, crecimiento que se hace menor a partir de los 28 días. Prácticamente puede decirse que al cabo de un año el hormigón ha alcanzado su resistencia final.” (Pozzi Azzaro, 1987). A efectos de establecer la calidad de un hormigón, los reglamentos exigen que se determine su resistencia a los 28 días.

El curado tiene una gran importancia, por lo que durante el periodo inicial de endurecimiento (primeros 7 días) es imprescindible que el hormigón posea la humedad necesaria para que el proceso se realice en condiciones óptimas. Por ello, conviene mantener al hormigón durante este lapso al abrigo de la acción directa de los rayos solares y constantemente húmedo.

“La importancia de un buen curado no se limita a la ganancia de resistencia sino que está vinculada también a una buena durabilidad (...) y a una disminución de la tendencia a la fisuración.” (Instituto Cemento Portland Argentino, 1976). “Con el aumento del tiempo de curado disminuye la porosidad del hormigón lo que le confiere excelentes características de impermeabilidad.” (Baud, 1978).

Las mediciones e interpretación de datos fueron realizados conjuntamente con alumnos de 2º año de Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica Nacional Regional San Rafael, desde la cátedra Tecnología de los Materiales. La obra que se tomó como referencia pertenece a la construcción de un salón parroquial de la ciudad.

Las muestras tomadas corresponden a un hormigón elaborado in situ, dosificado en volumen. Las probetas ensayadas se curaron por inmersión total en agua durante tiempos variados. Se separaron algunas probetas (las cuales no se sumergieron) dejándolas a la intemperie para que se efectuara un “curado natural”.

En el trabajo se investiga no sólo la calidad del hormigón utilizado en la obra referida (ensayos a rotura), sino que también se analiza la influencia del tiempo de curado en la resistencia y la porosidad del material estudiado.

2. Objetivos

- Analizar la influencia del tiempo de curado en la calidad del hormigón elaborado en obras comunes.
- Determinar la resistencia del hormigón de las muestras recopiladas.
- Calcular el peso específico y la porosidad de las probetas confeccionadas.
- Evaluar la variación de los parámetros seleccionados (resistencia, peso específico, porosidad) con el tiempo de curado.

3. Metodología

- a) Emplazamiento para toma de muestras: Obra, Construcción Salón Parroquia San Francisco Solano. Ubicación, Calle Fray Inalicán intersección con calle Hermman (Ciudad. San Rafael. Mza.). Propietario: Obispado de San Rafael.
- b) Elaboración del hormigón: La mezcla fue realizada por un oficial albañil y según las costumbres de la zona. El árido utilizado es lo que se denomina ripio barranca mejorado. El agua de amasado es agua potable y el cemento es de una marca reconocida en el país. La cantidad de agua que se utilizó fue de acuerdo a la fluidez que el operario consideró necesaria (trabajabilidad). Los datos que se recogieron de esta observación son los siguientes:

Tabla 1. Dosificación de hormigón en obra

Agua	17 litros
Cemento	2 1/2 baldes
Consistencia	Fluida (Bascoy, 1992)

- c) Moldes: Se utilizaron moldes de 15cm de diámetro por 30cm de altura, de acuerdo a la Norma IRAM 1622. Antes de llenar los moldes se colocaron sobre un contrapiso horizontal. Se confeccionaron 10 (diez) probetas.
- d) Llenado de las probetas: El hormigón utilizado para llenar las probetas corresponde a un mismo pastón. La forma de extracción de la muestra es determinante en la validez de los resultados que se obtengan y constituye quizás la etapa más crítica. Cualquier resultado obtenido a partir de una muestra no representativa (mal tomada) es dudoso o hasta inválido y lejos de contribuir al mejoramiento de la calidad del producto sólo introduce incertidumbre. (Instituto del Cemento Portland Argentino, 1976). El contenido del pastón se colocó en una carretilla, la cual se desplazó unos pocos metros hasta el lugar de moldeo (Figura 2). Se procedió al llenado de las probetas, colocando el hormigón en tres capas de aproximadamente $\frac{1}{3}$ de la altura del molde, cada una. Una vez colocada cada capa se la compactó con 25 golpes de varilla, uniformemente distribuidos sobre su superficie. En la primera capa, los 25 golpes atravesaron íntegramente pero sin golpear el fondo del molde. La compactación de la segunda y la tercera capa se hicieron atravesando totalmente cada una de ellas. El llenado de la última capa se hizo con un exceso de hormigón el cual se enrazó con la misma varilla y se alisó con cuchara de albañil.



Figura 2. Pastón completo para moldeo de probetas.

- e) Desmolde y manejo de las probetas: las 10 (diez) probetas quedaron en un lugar protegido para evitar movimientos, golpes, vibraciones y pérdida de humedad. A las 24 horas se desmoldaron.
- f) Curado: Las probetas se desmoldaron a las 24 horas de haberlas moldeado. De las 10 (diez) probetas efectuadas, 8 (ocho) se introdujeron en un tambor con agua de manera de dejarlas totalmente saturadas. Las 2 (dos) probetas restantes se colocaron en una zona de la obra de manera que quedaran expuestas a las inclemencias del tiempo. Esto es sin curarlas, asemejándose a muchos de los hormigones que usualmente se observa en obras privadas.
- g) Transporte a laboratorio: De a pares, las probetas se retiraron del tambor con agua a los 5, 12, 17 y 24 días, y se trasladaron al laboratorio de la Universidad Tecnológica Nacional FRSR. También se trasladaron las probetas sin curar. Durante el transporte y manipuleo, las probetas fueron acondicionadas para evitarles golpes y pérdida de humedad, así como variaciones grandes de temperatura.
- h) Mediciones (primera etapa): De a pares y a medida que ingresaron las probetas al laboratorio se realizaron las mediciones de alturas, diámetros y pesos húmedos, a los 24 días de efectuadas las mismas.
- i) Mediciones (segunda etapa): A los 30 días se pesaron todas las probetas secas. Se midieron las 8 (ocho) probetas curadas a distintos tiempos, más las 2 (dos) probetas “abandonadas” en la obra con curado natural. Con respecto a estas últimas, vale

aclarar que los primeros 4 días siguientes al moldeo se presentaron nublados y con algunas lloviznas aisladas.

- j) Ensayo de Rotura: Se procedió a romper las probetas de hormigón (Figura3). La edad de todas las probetas era de 30 días y, como se ha mencionado, todas provinieron de un mismo pastón. La diferencia entre unos pares y otros estaba en el tiempo de curado.
- k) Procesamiento de datos: Con la recogida de datos se procedió a calcular peso específico, porosidad y resistencia de las probetas de hormigón ensayadas.



Figura 3. Ensayo a compresión.

4. Resultados

- a) Mediciones (primera etapa): En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de las mediciones de altura, diámetro y peso de cada probeta, a los 24 días de moldeadas.

Tabla 2. Geometría y peso de probetas húmedas.

PROBETA		Tiempo Curado (días)	Altura (cm)			Diámetro (cm)			Peso saturado (kg)
Nº	Desig.		h1	h2	h3	d1	d2	d3	
3	5-1	5	30,00	29,90	30,08	15,70	14,90	15,10	12,18
4	5-2	5	30,28	30,20	30,30	14,05	15,24	15,00	12,25
5	12-1	12	31,20	31,40	31,50	14,50	15,50	15,68	12,48
6	12-2	12	31,50	31,10	31,12	15,14	15,54	14,98	12,38
7	17-1	17	29,70	29,80	29,80	15,10	15,40	15,26	12,07
8	17-2	17	29,90	29,82	29,92	15,90	15,64	15,40	12,21
9	24-1	24	31,04	30,04	30,01	14,74	15,80	15,03	12,10
10	24-2	24	29,88	29,94	29,95	14,84	14,99	15,00	12,19

- b) Mediciones (segunda etapa): En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de las mediciones de peso y carga de rotura de cada probeta, a los 30 días de moldeadas.

Tabla 3. Pesos secos y cargas de rotura de probetas.

PROBETA		Tiempo de curado (días)	Peso seco (kg)	Carga de rotura (tn)
Nº	Desig.			
1	0-1	0	12,09	24,17
2	0-2	0	11,91	29,70
3	5-1	5	11,87	35,95
1	5-2	5	11,9	41,82
5	12-1	12	11,86	54,53
6	12-2	12	12	43,69
7	17-1	17	11,88	25,68
8	17-2	17	12,19	44,98
9	24-1	24	11,89	38,96
10	24-2	24	12,02	47,57

- c) Procesamiento de datos: Con las mediciones efectuadas se procedió a calcular la porosidad, el peso específico y la resistencia de cada probeta.

Tabla 4. Porosidad, peso específico y resistencia de probetas.

PROBETA		Tiempo curado (días)	Peso saturado (kg)	Peso seco (kg)	Porosidad (%)	Pe (kg/m ³)	Carga de rotura/10 (kg)	Tensión de rotura (Mpa)
Nº	Desig.							
1	0-1	0		12,09		2195,69	2417	13,39
2	0-2	0		11,91		2242,95	2970	16,59
3	5-1	5	12,18	11,87	5,67	2172,53	3595	19,74
1	5-2	5	12,25	11,9	6,76	2298,47	4182	24,44
5	12-1	12	12,48	11,86	10,86	2077,48	5453	29,96
6	12-2	12	12,38	12	6,69	2112,38	4369	24,03
7	17-1	17	12,07	11,88	3,49	2185,18	2568	14,06
8	17-2	17	12,21	12,19	0,35	2122,80	4498	23,40
9	24-1	24	12,1	11,89	3,82	2161,96	3896	21,51
10	24-2	24	12,19	12,02	3,24	2291,55	4757	27,14

- d) Análisis de datos: A partir de los parámetros medidos se evaluó la influencia del tiempo de curado en la resistencia del hormigón, su peso específico y su porosidad. Además, se relacionó la resistencia de las probetas con la porosidad respectiva.

En la Figura 4 podemos observar que en hormigones con escaso o nulo tiempo de curado las resistencias logradas son muy bajas. Esto es entre 13 y 16 Mpa.

Si el curado es de unos 5 días, se logran resistencias del hormigón del orden de 20 y 24 Mpa, lo que significa un aumento del 50% de la resistencia. El aumento es aproximadamente un 100% cuando el curado se aumenta a 24 días.

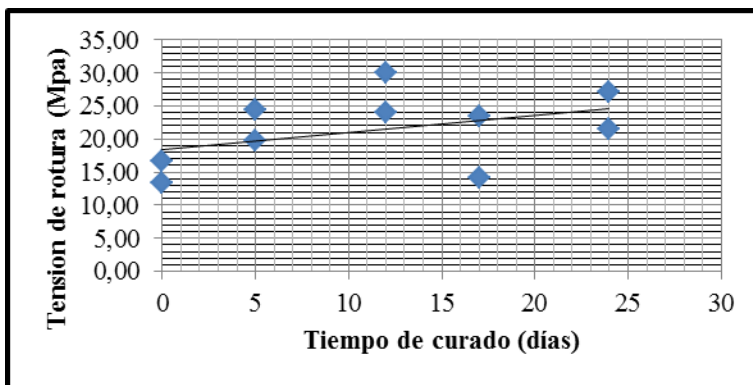


Figura 4. Influencia del tiempo de curado en la resistencia del hormigón.

En la Figura 5 vemos un leve aumento en peso específico cuando aumentan los días de curado.

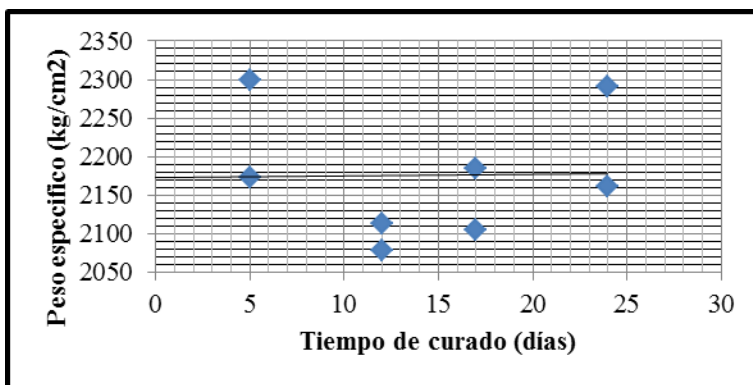


Figura 5. Influencia del tiempo de curado en el peso específico del hormigón.

En la Figura 6 se ve la influencia del tiempo de curado en la porosidad del hormigón. Esta disminuyó de un 6% en para 5 días de curado a un 3% a los 24 días de curado. Conjugando la Figuras 5 y 6, podemos decir que si se mejora el curado disminuyen los vacíos (porosidad) del hormigón y aumenta su peso específico. Por lo tanto, el material será más impermeable y durable.

Combinando los resultados de las figuras 4 y 6 se ha obtenido el gráfico de la Figura 7, en el que se puede apreciar que la resistencia del hormigón disminuye cuando aumenta su porosidad.

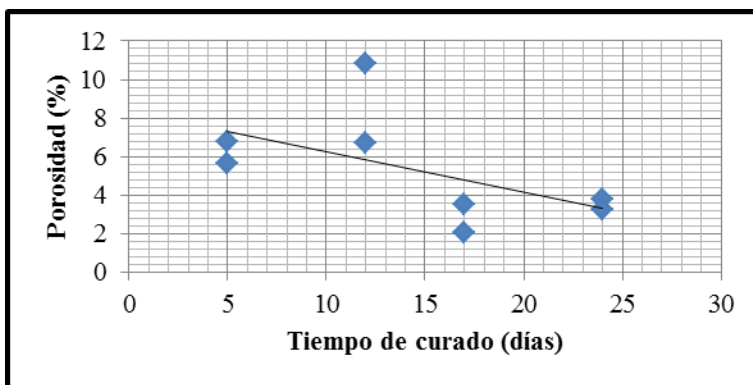


Figura 6. Influencia del tiempo de curado en el peso específico del hormigón.

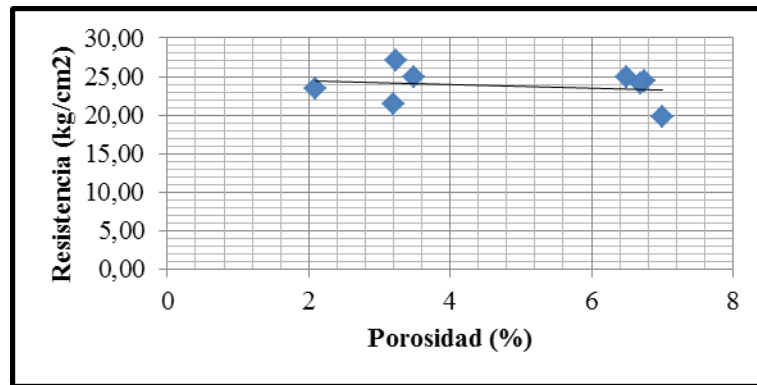


Figura 7. Influencia de la porosidad en la resistencia del hormigón.

5. Conclusiones

El hormigón empleado en las probetas analizadas, con escaso o nulo tiempo de curado, resulta un material de baja resistencia (entre 13 y 16 Mpa).

Si el mismo hormigón, aun habiendo sido elaborado con elevada relación agua/cemento (en este caso 0,8), es cuidado tan solo 5 días respecto de las operaciones de curado, se logran resistencias medias del orden de 20 y 24 Mpa, lo que significa un aumento del 50%. Este incremento ronda el 100% cuando el curado se aumenta a 24 días.

Finalmente diremos que con un mayor tiempo de curado del hormigón (tarea económicamente no tan costosa) se mejoran resistencia, impermeabilidad y durabilidad.

6. Bibliografía

BASCOY, D. (1992). Tecnología del hormigón fresco. Buenos Aires: Biblos.

BAUD, G. (1978). Tecnología de la construcción. Buenos Aires: Blume.

Instituto del Cemento Portland Argentino (1976). Guía para el control de calidad de hormigón aplicado a pavimentos. Buenos Aires: ICPA.

INTI-CIRSOC (2005). Reglamento argentino de estructuras de hormigón. Buenos Aires: INTI.

POZZI AZZARO, O. (1987). Manual de cálculo de estructuras de hormigón armado. Buenos Aires: ICPA.

4TC-A2-Resiliencia en Carreras Universitarias

Estudio sobre su medición e impacto en las carreras innovadoras y de tecnología de la Universidad Nacional de Cuyo

Ricardo R. Palma (Instituto. Ing. Industrial /UNCuyo)

Hugo F. Tapia (Doctorando en. Ing. Industrial /UNCuyo)

Gustavo A. Maserá (Instituto IMESC)

Resumen

Uno de los aspectos interesantes de los fenómenos innovación es el hecho que éstos ocurren aún cuando los alumnos de grado, maestría y doctorado no hayan recibido formación específica referida al tema. De hecho la mayor parte de las currículas de los programas de educación superior de todo el mundo “corren” detrás de la presión que la innovación impone a la actualización de sus planes de estudio. Según (Calida, Gheorghe, Unal, Vamanu, & Radu, 2014) esto constituye una amenaza por la creciente velocidad con que los cambios impactan en la vida útil de un plan de estudios y una oportunidad para hallar los contenidos que pasan a ser indispensables y se sostienen a lo largo del tiempo como pilares de la estructuras de conocimiento para la formación y la investigación en la educación superior.

Basados en un trabajo de los autores señalados arriba, que permite medir la vulnerabilidad y capacidad de adaptarse a los cambios de contexto impuestos por la innovación (resiliencia); este trabajo ensaya estas mediciones sobre algunas ofertas académicas de la Universidad Nacional de Cuyo. El objetivo del presente trabajo es comunicar la adaptación informática que se ha hecho de la metodología e invitar a colegas investigadores para realizar un trabajo de investigación de extensión continental que permita al Grupo Montevideo de Universidades contar con elementos de juicio para tomar decisiones sobre actualización de la currícula y determinar que tan resilientes son nuestros planes de estudio.

Palabras clave: *Innovación, Investigación, Resiliencia.*

1 Introducción

Tal como se señala en el resumen, la velocidad de los cambios tecnológicos suele imponer a las instituciones de educación superior a impactos que podrían interpretarse como un verdadero trauma. Recurriendo entonces a la acepción de resiliencia tal como es interpretada por la psicología (se cita textualmente a la definición de la Asociación Psicológica Americana) “*capacidad que tiene una persona para superar circunstancias traumáticas como la muerte de un ser querido, un accidente, etc*”, se pretende utilizar este concepto para indagar que tan profundo puede ser ese impacto y que tan sólida puede ser la estructura de una oferta educativa para resistir a estos cambios con la mínima modificación o impronta en sus ofertas educativas. Este concepto de resiliencia que la psicología toma prestado (con valor metafórico) de la definición que en el campo de la ciencia de los metales utiliza es especialmente útil. Se ha preferido usar la mirada psicológica toda vez que estos traumas ocurren como en la vida de las personas por acumulación sucesiva. Esto es particularmente significativo cuando se trabaja en un área o disciplina como la ingeniería de gestión (EM por sus siglas en inglés). Conocimiento interdisciplinario en gestión, ingeniería de sistemas, Gestión de la Innovación y vinculación, Ciencias de la inversión, avanzada o Modelado y Simulación Prospectiva. Todas ellas son entre otras cosas, de alta relevancia y aplicabilidad práctica para este enfoque (Ben Naylor, Naim, & Berry, 1999). En el contexto del presente trabajo, la resiliencia es una característica del sistema que destaca la capacidad del mismo para incluir, adaptar, modernizar o incorporar nuevos conocimientos, habilidades y destrezas, para cumplir con los rápidos desarrollos en ciencia, tecnología. La dimensión de la Resiliencia es complementaria con la de las competencias básicas, genéricas y específicas. Incluirla es una manera de preparar hoy a quienes estamos formando para desarrollar aptitudes, actitudes, habilidades, destrezas, etc. sobre partes del corpus de conocimiento que no se han inventado aún, no son contempladas por el plan de estudio vigente, pero merced a las innovaciones disruptivas serán parte de las incumbencias del egresado en el futuro.

Este ejercicio permitiría a un Secretario Académico de la Universidad diseñar o evaluar la resiliencia de un programa de postgrado o grado en tiempos de cambios sociales y tecnológicos dinámicos. Humberto Maturana ha definido esto como “Las Meta Competencias”.

Según (Kotnour & Farr, 2005), los cinco roles principales del conocimiento en EM pueden dividirse en investigación, educación, capacitación, asistencia técnica y servicio. Obviamente, áreas de investigación están creciendo en importancia frente a la práctica de la EM, que va de la mano con el componente educacional. Los dos primeros tienen implicaciones particularmente fuertes en la difusión, capacitación y educación. Los llamaremos componente o dimensión disciplinar (R. R. Palma, 2005).

2 Métricas de resiliencia derivadas de la complejidad en entornos de decisión multi- atributo

Utilizando el rigor de los constructos derivados de complejidad, del principio de máxima entropía, más la teoría de grafos, (Calida et al., 2014) introdujo el concepto de *vulnerabilidad inducida por la complejidad*, como una medida sustituto de la resiliencia. Esta idea es muy utilizada en el análisis de riesgo de infraestructura crítica (Nai Fovino, Masera, & De Cian, 2009) y encuentra sus bases en la técnica de árbol de fallas propuesta por la NASA (Gheorghe & Masera, 2014)

En el contexto de este trabajo, se define resiliencia como la capacidad del sistema estructural para sobrevivir a disturbios externos, dentro de una dinámica no lineal e incluso inicuoso (o perversamente injusto) entorno operacional/comportamental. Esta es una de varias herramientas desarrolladas como parte de la de aplicación cuantitativa para evaluación de vulnerabilidad (QVA) originalmente desarrollada para la gestión y protección de infraestructuras críticas. Si pensamos al sistema educativo de un país como una más de las componentes de su infraestructura, es lícito recurrir a QVA para medir su riesgo.

Para comenzar a aplicar el enfoque sugerido, el sistema del problema debe describirse utilizando notaciones de teoría de grafos y sometidas a un algoritmo “breadth-first” (You, Li, & Xia, 2013).

Un extracto de la documentación del software de aplicación que se desarrolló por (Baker, 1993) describe el enfoque metodológico del algoritmo como sigue:

“Una búsqueda en breadth-first consiste en identificar todos los nodos en un grafo que puede ser alcanzada a través de la continuidad, que, transitando los arcos, a partir de uno inicial, nodo a nodo, conecte 'la fuente' de la búsqueda con el destino...” La importancia de los conjuntos de nodos en “breadth-first” para la medición QVA es tan intuitiva como su relación con la complejidad del sistema. Una modificación realizada por los autores del algoritmo permite eliminar los contenidos que distintos profesores pueden (accidentalmente) estar repitiendo dentro del plan de estudios. Nuevamente se señala que la importancia de los nodos (conocimientos a adquirir) tiene para la medición de la resiliencia.

Por ejemplo un sistema de correlatividades de asignaturas para una de las carreras estudiadas es simple. Utiliza una regla única del tipo:

a) “no puedes cursar ninguna asignatura de tercer año hasta haber aprobado todas las de primero”.

En tanto el segundo programa tiene reglas de correlatividades del tipo

- a) Correlatividad débil (tienes que tener cursada una asignatura A para poder cursar otra B)
- b) Correlatividad fuerte (tienes que aprobar A, B y C para poder rendir D)
- c) Las correlatividades o materias necesarias las impone el profesor de la cátedra.

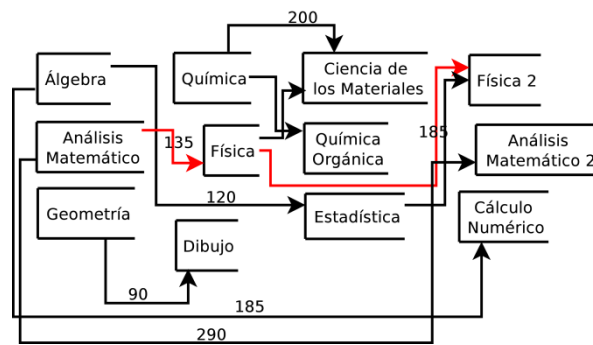


Fig. 1 Ejemplo de correlatividades de la carrera Ingeniería Industrial UNCuyo
La Permeabilidad del tramo de Ciencias Básicas es de $135 + 185 = 320$

La explosión combinatoria de probabilidades que genera este segundo conjunto de reglas simples transforman a este en un problema “Np Hard”. Matemáticamente es un milagro que algún alumno pueda tardar cinco años del nodo inicial (álgebra) al final (proyecto y defensa de tesis).

Para hacer la evaluación de QVA tan general como sea posible, se propone definir dos cantidades que miden o tipifican a un sistema como resultado de la aplicación del algoritmo:

2.1 Permeabilidad promedio del sistema

a) La permeabilidad promedio del sistema, obtenida por los números promedio de la contabilización de nodos atravesados para llegar desde el que al azar se tome como inicial hasta llegar al más lejano (o de mayor valor absoluto de saltos).

En este proceso se ponderan los saltos con el valor de dificultad (medido en unidades de tiempo) que se señala en los arcos. La idea de tomar como nodo inicial cualquier nodo de la red es impulsada en gran medida por la creciente necesidad que las instituciones de educación superior tienen respecto a la internacionalización de sus programas. Es necesario que aún cuando no sean mayoría los estudiantes extranjeros que migran a una institución que los recibe; o los alumnos locales de intercambio tengan cifras aproximadas sobre el tiempo que les demanda asistir a clase, estudiar, investigar sobre problemas abiertos, realizar prácticas y ser evaluados. El valor del arco representa esta dificultad. Si bien se puede objetar esta propuesta en el terreno de las competencias básicas (asignaturas de primer y segundo año), es más fácil asimilar la idea de nodo inicial cuando el alumno tiene ciertas bases sobre las cuales sustentar el aprendizaje.

(b) La máxima permeabilidad sistema, obtenido por clasificación de la penetración descendente del valor anterior en que se han tomado todos los nodos del proceso anterior como inicial y se han sumado su permeabilidad promedio.

2.2 Análisis de resonancia central

Este tipo de análisis (CRA en adelante) es más propio del mundo de la lingüística que del tema de resiliencia. Sin embargo es posible entender como los profesores que diseñan o cambian un plan de estudios reflejan en sus expresiones la vinculación de términos claves, así como a qué distancia de estos aparecen palabras. A modo de ejemplo citando un trabajo del IAMOT (International Association of Management of Technology) (R. Palma & Masera, 2014), esta técnica muestra como los programas más exitosos (o con graduados más exitosos) de las carreras de Ingeniería Mecánica suelen tener un puente con las palabras Mecatrónica, Eficiencia y Sustentabilidad enlazadas en un discurso, o tesis cuya distancia no es superior a las 5 palabras de los términos pilares de su campo disciplinar.

La técnica de hecho lo que hace es proporcionarnos una nueva estructura de red, semejante a la que se presentó en el punto 2.1. Este parecía el método más adecuado para el análisis del texto ya que se utiliza para identificar las palabras más importantes y así identificar palabras de enlace en una red; que también es útil en la organización de estas estructuras de palabras ordenadas de una manera holística que muestran las influencias de estas palabras con otras debido a su ubicación dentro de la estructura. Este hecho puede usarse como alegato que justifica la creación o modificación de una asignatura. Nuevamente la internacionalización de programas de educación superior permite que los profesores descubran en los discursos o programas de sus colegas de otros países palabras clave que no aparecen en sus diccionarios. Esto señala áreas de vacancia o conocimientos que potencialmente podrías ingresar a nuevos planes de estudio.

En general, CRA implica tres pasos a saber: selección, vinculación e indexación. En primer lugar, la etapa de selección clasifica textos reconociendo patrones conectivos entre palabras que son cruciales para el proceso de centrado.

La recopilación de las palabras y sus conexiones a través de los enunciados en un texto obtiene una red CRA que representa el texto en forma de grafo. En un segundo link o paso, convierte las secuencias de la palabra en las redes de relaciones entre palabras. El autor de un texto a ser analizado con CRA inconscientemente agrupa las palabras en cuerdas y sintagmas, estas frases (con verbos, pronombres, determinantes, etc.) forman un enunciado. Luego todo el texto de alegatos que justifican la creación o modificación estará compuesto por una colección de enunciados.

Por último, el tercer proceso de indización analiza la red de asociaciones de las palabras para determinar la influencia relativa de cada palabra (o nodo) sobre las otras. Las frases de Sustantivo serán la base para calcular una medida total resonancia e influencia interna (Corman, Kuhn, McPhee, & Dooley, 2002).

La influencia I de una palabra sobre un texto T puede ser medida de la siguiente forma.

$$T_i^T = \frac{\sum_{g(jk)} g(jk)}{(N-1)(n-2)/2} \quad (1)$$

donde $g(jk)$ se refiere a la cantidad de caminos más cortos conectando las palabras (joaésima) j^a y k^o (kaésima), $g(jk)(i)$ es la cantidad de las rutas que contienen la palabra i y N es el número de palabras en la red.

Sean las palabras individuales que pertenecen al texto A representadas por $(wA1; wA2; \dots, wAN)$ con influencia dadas por las puntuaciones I ($I1A; I2A; \dots, IANA$) es la cantidad de palabras únicas encontradas en texto A .

De la misma manera, supongamos que tenemos una forma de H_S datos secundarios de otro texto que tiene una representación similar $(wB1; wB2; \dots, wBn)$ donde (w_1, w_2, \dots, w_n) donde otra vez los puntajes de influencia son dados por $(I1; I2; \dots, IN)$ donde $N(A) \neq N(B)$, en general.

Asignemos a la variable indicadora alfa un valor igual a 1 si W_i^A es igual W_i^B

$$\alpha_{ij}^{AB} = \begin{cases} 1 & \text{if } (W_i^A = W_j^B) \\ 0 & \text{else} \end{cases} \quad (2)$$

Luego la resonancia central entre A y B puede ser calculada así

$$WR_{AB} = \sum_{i=1}^{N(a)} \sum_{j=1}^{N(b)} I_i^A * I_j^B * \alpha_{ij}^{AB} \quad (3)$$

3 - Caso de aplicación

El espacio de búsqueda predilecto para los autores, y en especial en este trabajo, ha sido el de los párrafos en donde se justifica la creación de la carrera o la modificación de una ya existente. Como primer producto obtenido del análisis de han obtenido una serie de palabras o conceptos base que deberían integrar la base de la oferta de cualquier oferta de formación en tecnología. Se bien el trabajo de búsqueda se ha realizado en base a programas de carrera que han acreditado en CONEAU (Comisión Nacional de Evaluación Universitaria de la Argentina) y se ha limitado sólo a las que han acreditado o reacreditado por 6 años, y dentro de este grupo a las que han sido

señaladas por 20 empresas que han tomado egresados de esas carreras y que hayan obtenido fondos de la agencia nacional de promoción científica y tecnológica. En las siguientes tablas también se señalan los autores o forjadores de las mismas.

Tabla 1 Raíces Históricas

Concepto raíz	Autor del Concepto	Década
Análisis de Redes	L. Euler	1776
Teoría del análisis de equilibrio económico	A. Marshall	1890
Management Científico	F. Taylor	1890
Teoría de Juego	J. Von Neumann	1928
Impacto de la innovación en la economía	J. Schumpeter	1930
Teoría General de Sistemas	L. Bertalanffy	1930
Psicología Social	K. Lewin	1930
Teoría de la Organización	H. Simon	1940
Teoría de la comunicación	C. Shannon	1940
Investigación Operativa	P. Morse	1940
Cibernética y Teoría de Control	N. Weiner	1950
Ingeniería de Sistemas	S. Ramo	1950
Ciencia del Diseño Ingenieril	V. Hubka	1960
Leyes de la Evolución Tecnológica	R. Richta	1960
Complejidad y Sistemas Complejos	H. Simon	1962
Sociobiología	E.O. Wilson	1975

Tabla 2 Metodologías

Metodología (terminal)	Autor
Real options analysis (Teoría de Opciones Reales)	R. de Neufville
Stakeholder analysis (Análisis de Constituencies)	R. Freeman
Strategy development (Desarrollo de Estrategia)	H. Mintzberg, M. Porter
Grounded theory (Teoría cauntitativa fundamentada)	B. Glaser, A. Strauss
Decision making under uncertainty (Toma de decisiones en contexto de Incertidumbre)	R. Keeney, H. Raiffa, T Saati
System architecting (Arquitectura de Sistemas)	E. Rechtin, M. Maier
Social networks (Redes Sociológicas)	S. Wasserman, K. Faust
Modern network analysis	A. Barabasi, D. Watts,
Dynamic programming (Programación Dinámica)	J. Forrester , D. P. Bertsekas
Stochastic optimization (Optimización Estocástica)	J. Schneider, S. Kirkpatrick, J.C. Spall
OR network analysis (Análisis de Redes – Investigación Operativa)	R. Ahuja, T. Magnanti y J. Orlin
Technological dynamics (Dinámica Tecnológica)	J. Utterback, C. Magee, J. Trancik

Se espera poder extender este estudio a otras ofertas educativas, y también aumentar el diccionario de términos a palabras o frases de otro idioma (con especial énfasis en Portugués y Francés). A efectos de conjugar frases o palabras que en español se refieran a un mismo concepto se ha preferido crear el concepto de término raíz y señalar el que a juicio de los autores parece ser el que forjó el concepto. Por ejemplo, “lote económico de producción” y “nivel de inventario óptimo” o “modelos de inventario” son todos términos que apuntan al concepto expresado por Wilson en una ecuación que vincula la demanda anual, costo de almacenamiento y costo de gestión.

Estos conceptos deberían servir como base para poder desarrollar en la parte final del curso de grado o principio de Maestrías y Doctorados. En este caso en análisis de resonancia central ha señalado que lo que llamamos metodologías se encuentra como tramos finales o terminales de la formación. Siempre se ha tomado como referencia para el análisis los resultados de la ecuación 3.

Tomando como base estructural esta cadena de “Conceptos Raíz” (Tabla 1) y Metodologías (Tabla 2) es posible entonces identificar en la red de Nodos para aplicar el análisis QVA.

No es necesario que toda la oferta educativa de grado contenga todos las metodologías terminales, así como tampoco es necesario que una carrera de grado responda con todas los conceptos raíces. Pero conforme se avanza en la formación es necesario que la maestría si incluya más y el doctorado debería incluir todos. (Gheorghe & Masera, 2014).

4 - Resultados

Con esta estructura propuesta se ha construido un grafo en el que se ha procurado replicar el contenido de las carreras de grado y posgrado en los que hay oferta vinculada con la gestión de la tecnología y con ello ha sido posible calcular la permeabilidad de la red de nodos tal como se había anunciado en el punto 1 y 2.

Se ha construido un aplicativo en lenguaje R-Cran que utiliza los paquetes languageR (Baayen, 2007) y otro paquete llamado igraph (Scharl, Schäfer, Kamolov, & Zhu, s. f. 2015)

Con los datos aportados se ha construido una carta que en abscisas muestra el costo en tiempo (años) que el programa tarda en entregar graduados con la formación tecnológica deseada. Este dato se obtiene de la permeabilidad promedio de toda la red. En tanto que en ordenadas se toma como base la permeabilidad de la red de nodos más compleja. La pendiente de la recta es función de la comparación de la tasa de crecimiento (a lo largo de todas las combinaciones posibles de nodos) tal como se expresa en la permeabilidad promedio.

La interfase para presentar la información tiene el siguiente formato.

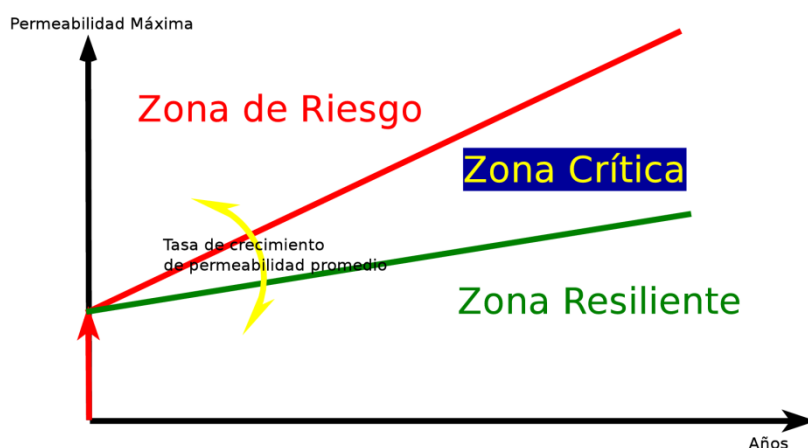


Fig. 2 – Gráfica de Salida en R-CRAN del aplicativo desarrollado

En el gráfico de salida se han tomado las zonas de Resiliencia basadas en la experiencia de la Universidad Técnica de Delft (Holanda) que es considerada dentro de la Unión Europea como una parámetro de referencia y modelo de Universidad Innovadora (Istance, Kobayashi, et al., 2003) , (Weijnen & Bouwmans, 2006).

Se puede ver como a medida que la complejidad inicial del sistema es mayor se corre el riesgo de caer en la zona de riesgo y luego la tasa de crecimiento porcentual de lo que definiremos como crecimiento combinatorio de la permeabilidad marca la tendencia de mantenerse como resiliente, crítico o con zona de riesgo.

En la figura 3 se exponen los resultados obtenidos.

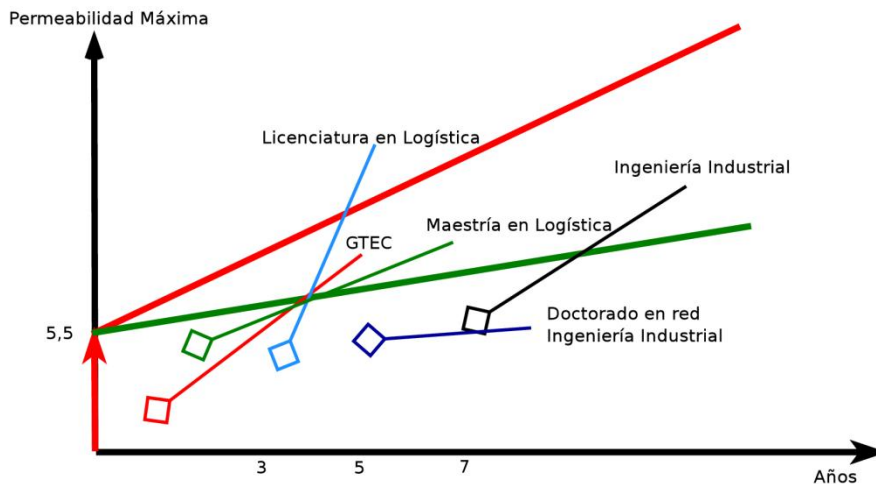


Fig. 3 Comparación de ofertas educativas de grado y posgrado de FING- UNCuyo

5 - Aportes conclusiones y discusión final.

El principal aporte de este trabajo es la herramienta para medir la resiliencia de los planes de estudio. Esta misma aporta pistas interesantes sobre las raíces y las metodologías.

Si bien desde el punto de vista de los programas de competencias genéricas y específicas podría criticarse al método, es claro que esta solución propuesta por los pedagogos no es la más indicada para las carreras de Medicina ni para Ingenierías. De hecho la mayor parte de las universidades de punta están abandonando este esquema. La mayor crítica que (sobre todo en la Unión Europea) se hace hacia las competencias se enfoca en el hecho de que han sido una respuesta de la pedagogía para responder los interrogantes de todos los campos disciplinares. Cuando algo pretende ser mucho para todos termina siendo poco para algunos. Como respuesta a esto el enfoque de pedagogos que están trabajando específicamente en los campos disciplinares de Medicina e Ingeniería trabajan sobre las destrezas y habilidades, dentro de las cuales la innovación y la gestión de las tecnologías tienen ponderación superlativa. Aquí es donde el concepto de Meta-competencias forjado por Maturana llega en auxilio

En los resultados se puede ver como los programas de grado, tales como el de Ingeniería Industrial de la UNCuyo caen en la zona de riesgo y tiene en pare su dificultad marcada por el tiempo que tarda en promedio en egresar la parte central de la campana de Gauss de las cohortes. Si bien la carrera es de 5 años, los alumnos toman un año más para rendir lo que cursaron en 5to año. El régimen de correlatividades y la demora en formular el proyecto final de estudios son otros de los inconvenientes que sitúan el valor de abscisas en 7 años.

La mejor performance se observa en el programa de Doctorado en Ingeniería Industrial que es de tipo personalizado (no tiene cursos propuestos) y es el director de tesis quien señala a su tesista los cursos a tomar.

También el doctorando puede (una vez presentado el proyecto de tesis) validar cursos de maestría que haya tomado frente a doctores y que estén relacionados con la temática de la tesis como créditos. Finalmente la fuerte influencia de las carreras de la red (U.N.Misiones, U.N.Jujuy, U.N.Salta, U.N.Tucumán, U.N.La Rioja y U.N.Cuyo) presionan rápida, efectiva y tenazmente por lograr transferencia a los conglomerados industriales de sus economías regionales, lo que le aporta al doctorando una visión muy amplia de una parte importante de la industrialización de Argentina.

Aún cuando la investigación preliminar realizada que motiva el presente trabajo, se señala el interés de los autores en probar el modelo en otros ámbitos universitarios, especialmente en el nivel de maestrías. Si bien los resultados obtenidos no pueden tomarse con sólidamente comprobados, es verosímil su adopción y las conclusiones de su interpretación. El objetivo principal de esta publicación puede considerarse alcanzado toda vez que su comunicación y debate era lo que se perseguía en este congreso.

6 – Bibliografía

- Baayen, R. H. (2007). The languageR package. Available on-line at URL: <http://cran.r-project.org/doc/packages/languageR.pdf>. Recuperado a partir de <http://ftp.uni-bayreuth.de/math/statlib/R/CRAN/doc/packages/languageR.pdf>
- Baker, M. (1993). Sharpening the focus of viewpoints between higher education and employers of the expertise required for contemporary and future technical managers. *Engineering Management, IEEE Transactions on*, 40(3), 211–223.
- Ben Naylor, J., Naim, M. M., & Berry, D. (1999). Leagility: Integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain. *International Journal of Production Economics*, 62(1-2), 107-118. [http://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00223-0](http://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00223-0)
- Calida, B. Y., Gheorghe, A. V., Unal, R., Vamanu, D. V., & Radu, C. V. (2014). Complexity Induced Vulnerability Assessment: How Resilient are Our Academic Programs? En *Infranomics* (pp. 377–393). Springer. Recuperado a partir de http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-02493-6_23
- Corman, S. R., Kuhn, T., McPhee, R. D., & Dooley, K. J. (2002). Studying Complex Discursive Systems. *Human communication research*, 28(2), 157–206.
- Gheorghe, A. V., & Masera, M. (2014). Infranomics: A Discipline-of-Disciplines for the XXIst Century. En *Infranomics* (pp. 1–7). Springer. Recuperado a partir de http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-02493-6_1
- Istance, D., Kobayashi, M., & others. (2003). *Networks of Innovation: Towards New Models for Managing Schools and Systems. Schooling for Tomorrow*. ERIC. Recuperado a partir de <http://eric.ed.gov/?id=ED480147>
- Kotnour, T., & Farr, J. V. (2005). Engineering management: past, present, and future. *Engineering Management Journal*, 17(1), 15–26.
- Nai Fovino, I., Masera, M., & De Cian, A. (2009). Integrating cyber attacks within fault trees. *Reliability Engineering & System Safety*, 94(9), 1394–1402.
- Palma, R., & Masera, G. (2014). An Argentinean innovation and technology management specialization programme: the GTec case study. *Journal of Innovation Economics & Management*, 13(1), 163-173. <http://doi.org/10.3917/jie.013.0163>
- Palma, R. R. (2005). Los sistemas centrados en el aprendizaje. En *I Jornadas de Educación en Informática y TICs en Argentina*. Recuperado a partir de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/18545>
- Scharl, A., Schäfer, T., Kamolov, R., & Zhu, S. (s. f.). D5. 1.1 Open-Source Visual Analytics Tools: Initial Prototype. Recuperado a partir de <https://www.pheme.eu/wp-content/uploads/2016/02/D5.1.1-PHEME-Visual-Analytics.pdf>
- Weijnen, M. P., & Bouwmans, I. (2006). Innovation in networked infrastructures: coping with complexity. *International journal of critical infrastructures*, 2(2-3), 121–132.
- You, J., Li, J.-Q., & Xia, S. (2013). Algorithm for generating test sequences based on branch and bound in EFSM model. *Application Research of Computers*, 5, 16

5TC-A2-Enseñanza del Electromagnetismo: Los Transformadores Eléctricos

Graciela Serrano (FCAI /UNCuyo. Argentina)

Lidia Catalán (FCAI /UNCuyo. Argentina)

Francisca Julián (FCE/UNCuyo. Argentina)

Silvia Clavijo (FCAI /UNCuyo. Argentina)

Resumen

Estudiantes universitarios de Física básica manifiestan dificultades para aprender conceptos elementales de corriente alterna y sus relaciones, en particular los vinculados a fenómenos de inducción electromagnética. Buscando revertir esta situación se diseñó e implementó una estrategia didáctica complementaria sobre el tema, a modo de taller, para un grupo voluntario de estudiantes. Se revisaron aspectos teóricos con énfasis en experiencias de laboratorio real y virtual, y en la resolución de problemas. Las respuestas a un problema a desarrollar sobre el tema “transformadores eléctricos” brindadas por los alumnos asistentes, se compararon con las dadas por otros estudiantes que no participaron en el taller. Para establecer la comparación se analizaron medidas descriptivas muestrales y se realizaron test no paramétricos. Las medidas descriptivas indicaron en todas las preguntas respuestas más acertadas de parte de los alumnos que asistieron al taller, respecto a quienes no lo hicieron. Sin embargo no es posible, en general, hacer inferencias poblacionales respecto a la diferencia en las respuestas de ambos grupos.

Palabras clave: Transformador eléctrico- Electromagnetismo- Enseñanza

1 Introducción

Los estudiantes aprenden el tema de corriente alterna en un curso básico de electromagnetismo, pero este aprendizaje en general es reproductivo no evidencia el reconocimiento ni la aplicación de leyes y fenómenos físicos. Para los estudiantes de Ingeniería, los temas aplicados son los que despiertan mayor interés al estudiarlos, y también son los que permiten a los docentes la vinculación directa de los principios y leyes de la física con temáticas específicas de la carrera. Considerando así las dificultades de los estudiantes al estudiar electromagnetismo (Catalán et al. 2010, Giacosa et al. 2014, Almudi et al. 2005) y las necesidades disciplinares específicas que impactan en el ciclo superior, nos preguntamos si una instancia de aprendizaje complementaria aplicada a un grupo reducido de alumnos mejoraría el aprendizaje, evidenciado por la calidad de las argumentaciones de sus respuestas, sobre el tema corriente alterna (Toulmin, 1958).

Para responder a esta pregunta se diseñó una instancia de aprendizaje complementaria opcional de corriente alterna bajo la modalidad de “taller”, al finalizar el curso de la asignatura Física II. Si bien, habitualmente los contenidos de corriente alterna se desarrollan durante el cursado de la asignatura para todos los estudiantes, en el taller se buscó complementar este aprendizaje, brindando al estudiante posibles situaciones a resolver que lo favorecieran. Entre las actividades abordadas se encuentra el diseño de un transformador eléctrico. Durante el desarrollo de esta tarea los alumnos trabajaron en laboratorio real, discutieron la estructura del transformador eléctrico, revisaron leyes y conceptos físicos, y dedujeron fórmulas, para luego resolver problemas.

En este trabajo se analizan, con recursos estadísticos, los contenidos de las argumentaciones de las respuestas a las actividades desarrolladas, considerando que una buena argumentación científica refleja un aprendizaje de buena calidad (Henao y Stipcich, 2008). El objetivo, fue comparar, a partir de cinco categorías de análisis, el aprendizaje del tema “transformadores eléctricos” de alumnos que asistieron al Taller (grupo experimental) respecto de los que no lo hicieron pero que habían cursado regularmente la asignatura (grupo de control). Para ello se analizó el contenido de las argumentaciones usadas por los estudiantes para la resolución de una actividad solicitada sobre el tema “transformadores” y son las características de estas argumentaciones las que brindan criterios para caracterizar el aprendizaje del tema. Los resultados que se muestran representan un insumo para

el diseño de futuras estrategias didácticas, que el grupo de investigadores del proyecto en el que se inserta este trabajo planea realizar, y aporta a la literatura existente en torno a la enseñanza y el aprendizaje del tema. En la siguiente sección, se detalla el marco teórico que orientó este trabajo. Luego, la metodología de investigación que se estimó más adecuada para el estudio y se presenta la discusión de los resultados obtenidos. Finalmente se plantea una síntesis e implicancias para la enseñanza del tema que se derivan del análisis realizado.

2 Marco teórico

La Ciencia implica la construcción de teorías que proveen explicaciones acerca de cómo puede ser el mundo. Cuando se proponen interpretaciones provisionales para las causas subyacentes de los acontecimientos que están siendo estudiados, las teorías están abiertas al desafío y refutación. La ciencia progresa a menudo a través de la disputa, conflicto, y argumentación en vez de hacerlo a partir de acuerdos generales (Kuhn, 1962). Los científicos se comprometen y exponen sus ideas mediante la argumentación y es a través de este proceso que ocurre dentro de la comunidad científica que se mantiene el control de calidad.

La argumentación inductiva se fundamenta a partir de observaciones o evidencias específicas, de las cuales se deriva una conclusión, reafirmación o prueba de “verdad” con la que se aspira a convencer al lector u oyente. El modelo de Toulmin (1958) se relaciona con las reglas de una argumentación en pasos, que pueden ser precisados en cualquier tipo de disciplina o espacio abierto a la disertación, al debate. Desde el punto de vista de Toulmin un “argumento” es una estructura compleja de datos que involucra un movimiento que parte de una evidencia (ground o fundamento) y llega al establecimiento de una aserción (tesis o proposición). Su valor depende de los méritos de los argumentos que puedan aducirse en su apoyo. Argumentar es ofrecer un conjunto de razones o de pruebas en apoyo de una conclusión (Clavijo et al. 2014)

Para Ausubel (2002), quien se ocupa de la adquisición de cuerpos organizados de conocimientos en situación formal de enseñanza, la tarea del docente consiste en organizar y secuenciar los contenidos de forma que el alumno pueda realizar un aprendizaje significativo, integrando los nuevos conocimientos en su estructura cognitiva previa (García Madruga, 1989). Por otro lado, Vergnaud (1990) considera el sujeto, que aprende como un sistema dinámico con procesos regulatorios capaces de asegurar su progreso cognitivo. En consecuencia, para este autor, el papel del conocimiento previo como precursor de nuevos conocimientos posee un valor importante. Es reflejo de que los conocimientos que poseen los sujetos pueden evolucionar, a lo largo del tiempo, hacia los conocimientos científicos.

Dentro de este marco, la argumentación puede constituirse en una herramienta clave, pues, la forma de construir un argumento implica la reelaboración de los conceptos puestos en juego hasta que se alcanza una complejidad en esta elaboración, que permite al alumno poder refutar las aseveraciones iniciales por lo que entraña una transformación de sus esquemas conceptuales iniciales. Una argumentación consistente es reflejo de un aprendizaje; de una aproximación a los modelos científicos. Así es deseable que las clases se constituyan en comunidades de aprendizaje, donde sea posible superar la enseñanza tradicional informativa y repetitiva y, en su lugar, se consoliden ambientes que propicien la realización de actividades que privilegien la participación de los estudiantes en procesos como clasificaciones, comparaciones, apelación y uso de analogías y, especialmente, en la construcción, justificación y valoración de explicaciones (Henao y Stipcich, 2008).

3 Metodología

Población: Conformada por 18 estudiantes de las carreras de Ingeniería Química, Ingeniería en Industrias de la Alimentación y Profesorado de grado universitario en Química que han cursado en diferentes años Física II (con contenidos de electromagnetismo) y deben rendir el examen final.

La población se dividió en Grupo 1 y Grupo 2. El Grupo 1 es el grupo experimental (formado por 12 alumnos voluntarios que asistieron al taller de corriente alterna) y el Grupo 2 es grupo de control (6 alumnos que no asistieron al taller de corriente alterna).

Instrumento: Todos los alumnos respondieron por escrito el mismo problema abierto sobre el tema transformadores eléctricos, en situación de evaluación. Los alumnos del grupo experimental lo hicieron al finalizar el taller, y los del grupo de control al rendir sus exámenes finales de Física II. A partir de las respuestas de los estudiantes a la consigna “*Explique el funcionamiento de un transformador eléctrico a partir de las leyes o principios físicos que fundamentan el funcionamiento de este dispositivo (realice esquemas, obtenga expresiones para realizar cálculos en el transformador, etc.). Discuta: ¿qué ocurrirá en el transformador si el primario se alimenta con corriente continua?*”. A partir de las argumentaciones explicitadas por los alumnos, se establecieron cinco categorías de análisis vinculadas a las capacidades de los estudiantes de reconocer elementos

constitutivos del transformador, esquematizar, identificar leyes o principios físicos, operar fundamentadamente para obtener expresiones simbólicas que regulen el funcionamiento del transformador y predecir comportamientos.

4 Análisis y resultados

Las respuestas de los estudiantes al problema abierto fueron organizadas en cinco categorías, que consideramos como indicadores del aprendizaje del tema, y las respuestas se calificaron de 0 a 3 (ver Tabla 1). Las respuestas brindadas por los estudiantes de ambos grupos tuvieron un tratamiento estadístico con el software IBM SPSS Statistics 22. Se recurrió para el tratamiento de las respuestas a estadísticas descriptivas y a test de naturaleza no paramétrica, debido a los tamaños muestrales y la naturaleza categórica de ambas variables (variable grupo y variable respuesta).

Tabla 1. Organización de las respuestas y categorías de análisis

Categorías de análisis:		puntuación
1) Identificar los elementos constitutivos del transformador	Nombra correctamente	3
	Nombra algunos elementos	2
	Nombra con errores	1
	No contesta	0
2) Realizar esquema del transformador	Completo y correcto	3
	Incompleto y correcto	2
	incompleto con errores	1
	No responde	0
3) Identificar las leyes físicas involucradas en el fenómeno	Enuncia verbal o simbólicamente	3
	Enuncia solo verbal o sólo simbólicamente	2
	Enuncia con errores	1
	No identifica	0
4) Deducir fórmulas de manera justificada	Desarrollo totalmente correcto	3
	Desarrollo incompleto y correcto	2
	Desarrollo con errores	1
	No responde	0
5) Fundamentar el funcionamiento con corriente continua	Explica correctamente	3
	Responde correctamente sin justificar	2
	Respuesta con errores	1
	No responde	0

Resultados y análisis por categoría

Todas las categorías fueron analizadas con medidas descriptivas cuyos resultados se muestran en la Tabla siguiente. Esta tabla se irá interpretando en cada categoría de análisis de modo particular.

Tabla 2. Medidas descriptivas por grupo para cada Categoría

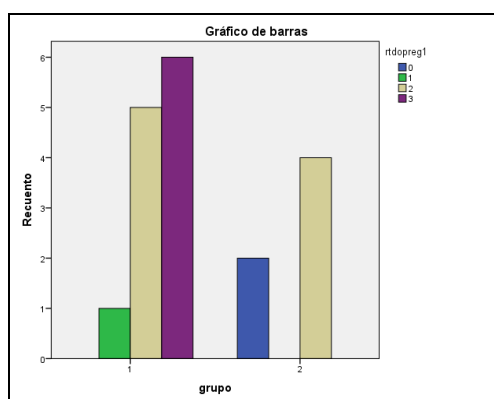
grupo	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4	Categoría 5	
1	Media	2,42	1,83	1,42	1,25	1,92
	N	12	12	12	12	12
	Desviación estándar	,669	,835	1,311	1,138	,996
	Mediana	2,50	2,00	2,00	1,00	2,00
	Asimetría	-,735	-,771	-,073	,305	-,470
2	Media	1,33	2,17	,67	2,17	1,00
	N	6	6	6	6	6
	Desviación estándar	1,033	,408	,816	,753	,894
	Mediana	2,00	2,00	,50	2,00	1,00
	Asimetría	-,968	2,449	,857	-,313	,000

Además, en cada categoría se realizaron test no paramétricos para decidir si, a nivel estadístico puede o no considerarse la dependencia de la respuesta según el grupo de procedencia. Estos test se describen en particular para la Categoría 1.

Categoría 1: Identificar los elementos constitutivos del transformador

Lo deseado desde el punto de vista educativo al implementar este taller, es tener resultados que muestren que la respuesta esperada disminuye su calificación al pasar del grupo experimental (grupo 1) al grupo de control experimental (grupo 2). La Figura 1 ilustra las respuestas dadas a la primera pregunta, tendiente al reconocimiento de los elementos constitutivos de un transformador eléctrico. Analizando las estadísticas descriptivas (ver Tabla 1), una comparación de medias para la Categoría 1 arroja un valor de 2.42 en el grupo experimental, más de 1 punto superior a la media de 1.33 en el grupo de control. Así, se encuentra a nivel muestral una prevalencia en mayor nivel de respuestas (2 y 3) en alumnos del grupo 1 respecto a alumnos del grupo 2. Posteriormente, tratamiento de odds-ratio muestral realizado en tablas 2x2, en las que se unificaron las respuestas en correctas (respuestas 2 y 3) e incorrectas (respuestas 0 y 1) sobre las respuestas a la primera categoría indica que hay 5,5 veces más posibilidades de responder correctamente en el grupo 1 (experimental) que en el grupo 2.

Figura 1. Elementos constitutivos del transformador: Respuesta por grupos



Se realizaron test no paramétricos para decidir la independencia de la respuesta respecto al grupo de procedencia de los estudiantes. Estos test son Chi Cuadrado de Razón de Verosimilitud y la Prueba Exacta de Fisher (en los casos donde el test Chi cuadrado no era conveniente de aplicar). Todos los test dieron respuestas coincidentes: hay suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis de independencia entre los valores de respuesta a la Categoría 1, obtenidos en el grupo 1 y 2 y asumir que existe algún tipo de relación estadísticamente significativa, (por ejemplo al 3% en la Prueba exacta de Fisher), entre la respuesta y el grupo de procedencia.

También se realizaron lecturas de medidas direccionales con el estadístico D de Somer, y lecturas de medidas simétricas con los estadísticos Tau-b de Kendall y Tau-c de Kendall. La Prueba U de Mann – Whitney permitió analizar la diferencia entre las medidas de tendencia central entre ambos grupos, y de la misma se concluye que las medidas de tendencia central entre ambos grupos difieren en forma significativa (p -valor = 0,041), considerando que la hipótesis alternativa planteada bajo este test es P (Puntuación obtenida en Grupo 1 > Puntuación obtenida en el Grupo 2) es distinta a 0,5. Del test unilateral derecho sobre el Test U de Mann – Whitney el p -valor=0,02 permite concluir que la probabilidad de que se obtenga una puntuación en el grupo 1 mayor a la puntuación en el grupo 2 es mayor al 50%. La interpretación del p -valor unilateral es debido a que se pudo aplicar U de Mann Whitney para muestras grandes considerando que el tamaño del grupo experimental (Grupo 1) es mayor a 10. Sobre el test de medianas, no da significativo al 5% es decir se pueden asumir medianas iguales entre los dos grupos de respuesta. La prueba de Kolmogorov no da significativa, por lo cual a nivel de distribución de frecuencias se puede asumir respuestas similares en ambos grupos. En síntesis, las pruebas indican que hay diferencias entre los grupos y esta diferencia debe radicar en los valores de tendencia central que no sea la mediana. (Tabla 2, transcripta de la imagen brindada por SPSS)

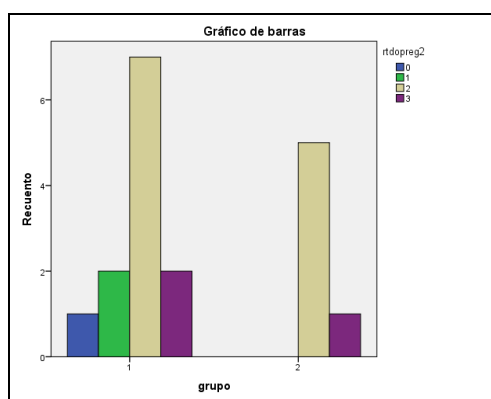
Tabla 2. Estadísticas de comparación de medidas de tendencia central para la Categoría 1

Resumen de contraste de hipótesis			
Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
Las medianas de Categoría 1 son las mismas entre los grupos	Prueba de la mediana para muestras independientes	0.054	Conserve la hipótesis nula.
La distribución de resultados de la Categoría 1 es la misma entre grupos	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	0.041	Rechace la hipótesis nula.
La distribución de resultados de la Categoría 1 es la misma entre grupos	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para muestras independientes	0.270	Conserve la hipótesis nula.
Se muestran distribuciones asintóticas. El nivel de significancia es 0.05			

Categoría 2: Realizar esquema de un transformador eléctrico

Para responder los alumnos debieron realizar un esquema del transformador y nombrar sus partes, además de dar indicios de las conexiones en el primario y secundario.

Figura 2. Esquema del transformador: Respuestas por grupo



Del estudio de las medidas descriptivas (Tabla 1) se observa que el Grupo 1 tiene una media de respuesta (1,83) menor a la media del grupo 2 (2,17), siendo las medianas exactamente iguales. La asimetría negativa en las respuestas del primer grupo indica la presencia de respuestas incorrectas o inexistentes con calificación por debajo de la media, situación que no se observa en el segundo grupo (asimetría positiva) dado que todas las respuestas fueron correctas.

Para analizar la independencia de respuestas procedentes de ambos grupos, se realizaron test no paramétricos (Chi-cuadrado de Pearson, Razón de verosimilitud, Prueba exacta de Fisher, Asociación lineal por lineal) y sus resultados permiten descartar posible dependencia entre las respuestas de ambos grupos (ver Tabla 3).

Tabla 3. Pruebas de Chi-cuadrado para la Categoría 2

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	1,875 ^a	3	,599	,840		
Razón de verosimilitud	2,795	3	,424	,840		
Prueba exacta de Fisher	1,724			,840		
Asociación lineal por lineal	,845 ^b	1	,358	,520	,302	,203
N de casos válidos	18					

a. 7 casillas (87,5%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,33.

b. El estadístico estandarizado es ,919.

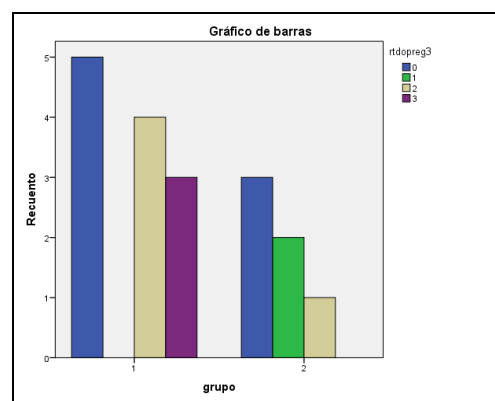
Los test de medidas simétricas y direccionales dan no significativos, así podría asumirse que no hay una relación lineal entre las variables grupo de procedencia y respuesta del alumno a la pregunta 2.

Categoría 3: Identificar las leyes físicas involucradas

En esta categoría se incorporan las respuestas dadas por los estudiantes buscando caracterizar el fenómeno en el que basa su funcionamiento el transformador eléctrico empleando diferentes lenguajes. Los resultados de los test no paramétricos muestran que no hay suficiente evidencia muestral de que las variables tengan algún tipo de relación. Tampoco hay suficiente evidencia estadística como para asegurar que la respuesta a la pregunta 3 dependa del grupo de procedencia, ni de que exista correlación entre las variables en estudio. No se puede considerar que la diferencia entre medianas, medias y distribución de frecuencias sea significativa en la respuesta a la pregunta 3 entre ambos grupos.

Realizando estudios descriptivos (ver Tabla 1) y odds-ratio muestral en tablas 2x2, agrupando las respuestas en correctas (2 y 3) e incorrectas (0 y 1), se observa que hay 7 veces más de posibilidades de responder adecuadamente estando en el grupo 1 que en el grupo 2.

Figura 3. Identificación de las leyes físicas: Respuesta por grupo

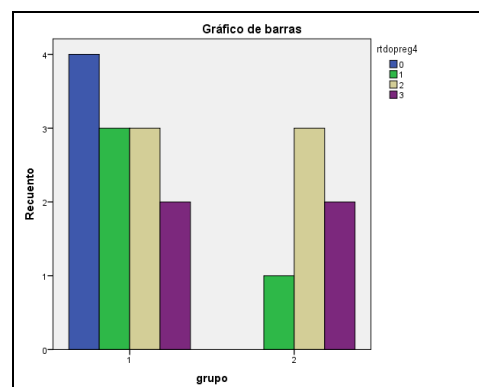


Categoría 4: Deducción justificada de fórmulas

Los estudiantes debieron obtener, de manera justificada a partir de la interpretación del fenómeno de inducción electromagnética en el transformador, las relaciones que permiten modelizar el uso de este dispositivo.

Los test no paramétricos aplicados sobre las respuestas indican que no hay evidencia muestral suficiente como para asumir que haya una relación entre las respuestas de los estudiantes y el grupo de procedencia. En tanto a los estudios descriptivos, realizando odds-ratio muestral en tablas 2x2 con el criterio indicado anteriormente, se encuentra que hay 7 veces más de chance de deducir adecuadamente las fórmulas de transformador estando en el grupo 1 que en el grupo 2.

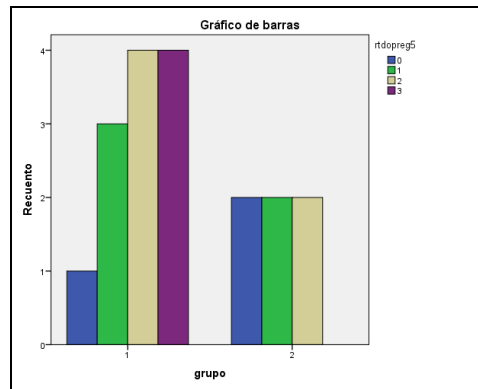
Figura 4: Deducción de fórmulas: Respuesta por grupo



Categoría 5: Fundamenta el funcionamiento de un transformador con corriente continua

Esta categoría surge de agrupar las respuestas de los alumnos al predecir el comportamiento de un transformador eléctrico al conectarlo a corriente continua. El odds-ratio muestral en tablas 2x2 confeccionada con la agrupación de respuestas, indicó que un alumno del grupo experimental tiene 4 veces más posibilidades de responder correctamente que un alumno del grupo de control. Sin embargo, los test no paramétricos indican que no existe evidencia estadística suficiente para decir que las respuestas de ambos grupos son diferentes.

Figura 5. Fundamentación de funcionamiento: Respuesta por grupo



5 Conclusiones

Los test no paramétricos aplicados a los resultados por grupo y categoría de análisis permiten concluir que, con respecto a la primera categoría (identificación de los elementos constitutivos del transformador), existe una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos evaluados, se puede considerar que la respuesta es dependiente del grupo al que pertenece el alumno, favoreciendo como mejor respuesta al grupo experimental que asistió a la instancia de aprendizaje complementaria. Los resultados muestrales evidenciarían una mayor probabilidad en dar respuestas correctas (completa o parcialmente para los alumnos del grupo experimental por sobre los del grupo de control.

Sin embargo, los test no paramétricos no muestran diferencias estadísticas significativas entre las respuestas agrupadas en las restantes categorías, es decir: no se observan diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos en las categorías 2, 3, 4 y 5.

Los estudios muestrales realizados con odds-ratio muestral en tablas de respuestas agrupadas (correctas-incorrectas) 2x2 indican, en todas las categorías, una mayor posibilidad de respuesta correcta por parte de los estudiantes que asistieron al taller en esta instancia de aprendizaje complementaria.

En síntesis: si bien desde el punto de vista inferencial no puede asegurarse diferencia significativa entre las respuestas de los alumnos que asistieron al taller y los que no lo hicieron, en las tareas de representar gráficamente el transformador e identificar y aplicar las leyes que explican el fenómeno en el cual se basa su funcionamiento, sí existe diferencia en los resultados muestrales como lo indican los estadísticos muestrales y los resultados de odds-ratio. Así, considerando estos resultados muestrales y sin hacer inferencia, se estaría en condiciones de afirmar que los estudiantes que asistieron a la instancia de aprendizaje complementaria mostraron, en términos generales, mayor posibilidad de dar respuestas correctas en todas las categorías de análisis, frente a los alumnos que no asistieron a esta instancia.

Sin embargo, debe hacerse notar que los resultados estadísticos encontrados no concuerdan con los esperados: que el rendimiento del grupo que asistió al Taller fuera superior, mostrando con ello un mejor aprendizaje, evidenciado en la calidad y pertinencia de sus argumentaciones, respecto al grupo de estudiantes que no participaron en esta estrategia didáctica adicional.

Referencias Bibliográficas

- ALMUDÍ, M.; ZUZA, C. & BONET, E. 2005. Explicando los fenómenos de inducción electromagnética: relevancia de su enseñanza y dificultades de aprendizaje. Enseñanza de las ciencias, número extra, 2005.
- AUSUBEL, D. 2002. Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. Editorial Paidós.
- CATALÁN, L.; CABALLERO SAHELICES, M. & MOREIRA, M. 2010. Niveles de conceptualización en el Campo conceptual de la Inducción electromagnética. Un Estudio de Caso. Latin-American Journal Physics Education. Vol. 4, No. 1, Jan. 2010
- CLAVIJO, S.; SERRANO, G. & CATALÁN, L. 2014. La argumentación en el marco de las tecnologías emergentes y la física contemporánea. Revista Enseñanza de la Física. Vol. 26, N°. Extra, Dic. 2014
- GIACOSA, N.; ZANG, C.; RAMIRO GALEANO, A. 2014. Oscilaciones electromagnéticas forzadas: análisis del sistema simbólico y lingüístico en libros de texto universitarios. Revista de Enseñanza de la Física. Vol. 26, n° extra. Dic. 2014
- HENAO, B. & STIPCICH, M. 2008. Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 7 N°1 (2008)
- KUHN, T. 1962. La estructura de las revoluciones científicas. Fondo de cultura económica. México.
- LEÓN GASCÓN, J. & GARCÍA MADRUGA, A. 1989. Comprensión de textos e instrucción. Cuadernos de Pedagogía, N°169.
- SIEGEL, S. & CASTELLAN, N. 2001. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. Editorial Trillas
- TOULMIN, S. 1958. The uses of argument. Cambridge: Cambridge University Press.
- VERGNAUD, G. 1990. La théorie des champs conceptuels. Recherches en Didactique des Mathématiques. La Pensée Sauvage, Marseille.

6TC-A2-El Laboratorio en Química Orgánica: Una Propuesta para la Promoción de Competencias Científico Tecnológicas

Liliana Viera (Dpto. Ciencia y Tecnología /UNQ)

Silvia Ramírez (Dpto. Ciencia y Tecnología/UNQ)

Ana Fleisner (Dpto. Ciencia y Tecnología/UNQ)

Resumen

Desde diferentes espacios se ha manifestado que la formación en competencias parecería ser el desafío de la Educación Superior. En este modelo de enseñanza no sólo es importante la comprensión del contenido conceptual de las disciplinas, sino también la adquisición de destrezas complejas necesarias para desenvolverse competentemente.

En este trabajo se presenta una propuesta para la parte experimental de un curso universitario de Química Orgánica fundamentada en el enfoque de enseñanza por competencias. Sostenemos que, a través de su implementación, se promueven competencias tales como: organización y toma de decisiones, destrezas manuales, procedimientos y actitudes investigativas, comprensión conceptual, actitudes sociales y gestión de la información. Los estudiantes deben diseñar un plan de trabajo cuyo objetivo es el aislamiento y purificación de un producto natural, valiéndose de todas las herramientas teóricas estudiadas y los materiales y reactivos disponibles. Posteriormente deben presentarlo en forma oral y escrita, ejecutarlo y realizar un informe final (escrito y oral) en el que se comunican, analizan y discuten los resultados.

Las experiencias realizadas mostraron una mayor motivación de los estudiantes y un ambiente de una gran potencialidad para favorecer la adquisición de competencias científico tecnológicas. Este tipo de experiencias resultan transferibles a otras disciplinas que requieren trabajos experimentales en el marco de las ingenierías.

Palabras clave: *competencias, laboratorio, química orgánica, universidad.*

1 Marco teórico

La necesidad de un cambio en el enfoque de la enseñanza en el nivel universitario se ha manifestado en numerosos trabajos en los últimos años. Desde diferentes espacios se indica que en los planes de estudio se debe privilegiar la formación antes que la información (ICI-CONFEDI, 1996) y ha crecido el consenso en cuanto a que la formación en competencias parecería ser el desafío de la Educación Superior (UNESCO, 2000; San Martín, 2001; González *et al* 2003; González *et al* 2004; Salcedo Torres, 2004; Ginés Mora, 2004). En este modelo de enseñanza no sólo es importante la comprensión profunda del contenido conceptual de las distintas disciplinas, sino también y al mismo tiempo, la adquisición de destrezas complejas necesarias para desenvolverse competentemente.

La enseñanza de la química en cursos universitarios se halla en un proceso de desarrollo y cambio en todo el mundo. Esto se debe tanto a las evidencias aportadas por la investigación educativa sobre las importantes dificultades que tienen los estudiantes en su aprendizaje, como a las demandas planteadas por el mundo laboral de una preparación adecuada a las nuevas necesidades de los puestos de trabajo, en un contexto caracterizado por una disminución de las tareas rutinarias, un aumento de las destrezas de alto nivel intelectual y el trabajo en equipos transdisciplinarios. En este contexto nos interesa analizar en qué medida se favorece en las clases de Química la adquisición de competencias en un sentido coherente con las aspiraciones de la educación científico-tecnológica actual.

Para esto se requiere definir qué entendemos por competencias, identificar qué competencias se deberían promover en las diferentes carreras y plantear qué tipo de evidencias deberíamos conseguir para decidir en qué medida lo que se hace habitualmente en las aulas promueve la adquisición de las mismas.

Las definiciones encontradas en la bibliografía para el concepto de competencias son muchas (Urzúa y Garritz, 2008; Tobón, 2004). Para el presente trabajo consideramos las que destacan el carácter de sistema complejo que presentan las competencias, integrado por los campos conceptuales, procedimentales y axiológicos (actitudes y valores), que se interrelacionan y enriquecen mutuamente, conformando un entretrejo articulado. Así, Gonczy y Athanasou la definen como “una compleja estructura de atributos, necesarios para el desempeño de situaciones específicas, que combinan aspectos tales como actitudes, valores, conocimientos y habilidades con las actividades a desempeñar” (en Tobón, 2004). Por su parte, Merino *et al.* (1999) sostienen que “las competencias son el conjunto de complejas relaciones e interacciones entre aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales que operan de manera articulada e interactiva para resolver situaciones problemáticas”. Se puede observar que la propuesta de una educación basada en competencias es un importante avance respecto de las tradicionales clasificaciones de contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) que son enseñados, muchas veces, como compartimientos aislados. En esta modalidad de enseñanza existe intencionalidad de fortalecer y estimular el desarrollo de características que le permitan al individuo intervenir en su contexto; identificar las categorías a través de las cuales se pueden evidenciar y evaluar tales características y visualizar a la persona en sentido integral (ya no como la suma de conocimientos destrezas, sino como la articulación de sus condiciones particulares y profesionales).

La incorporación de competencias apropiadas en las ingenierías requiere considerar el contexto del proceso de formación de los ingenieros en las instituciones, el escenario del área de desempeño en los lugares de trabajo y las características desarrolladas por el individuo a lo largo de su vida profesional. En tal sentido, en el Departamento de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes se han realizado trabajos de investigación para establecer qué competencias se requieren promover en estudiantes de las carreras científico tecnológicas que se cursan en esta institución, dentro de las cuales se encuentra Ingeniería de los Alimentos. Se han analizado las visiones de profesores (Wainmaier *et al.* 2006), graduados (Rembado *et al.* 2007) y empleadores (Roncaglia *et al.* 2008).

En la tabla 1 se consignan las distintas capacidades asociadas a diferentes competencias a promover en carreras científico-tecnológicas según un trabajo realizado anteriormente por nuestro grupo de investigación (Ramírez *et al.* 2010)

Tabla 1. Capacidades asociadas a las diferentes competencias a promover en carreras científico-tecnológicas (Ramírez *et al.* 2010)

Competencia	Capacidades subyacentes
Organización y toma de decisiones	Establecer prioridades frente a una actividad, programar el tiempo en el desarrollo de actividades, disponer adecuadamente de los recursos, identificar alternativas para la toma de decisiones (González <i>et al.</i> , 2003; Beltrán, 1987).
Destrezas manuales	Conocer y manejar adecuadamente material e instrumental de laboratorio, utilizar técnicas elementales y aplicar normas de seguridad (Klopfer, 1975; De Pro Bueno, 1998).
Procedimientos y actitudes investigativas	Observar, identificar o reconocer un problema, identificar variables significativas y practicar el modelado, formular hipótesis, seleccionar y diseñar pruebas adecuadas para contrastación de hipótesis, utilizar estrategias básicas para la resolución de problemas, analizar datos cuali y cuantitativamente, establecer asociaciones entre la información disponible, mostrar una actitud crítica, razonar deductiva e inductivamente, evaluar y generar ideas, hipótesis y resultados, mostrar una actitud inquisitiva (Beltrán, 1987; Salinas, 1994; De Pro Bueno, 1998).

Comprensión conceptual	Diferenciar e integrar conceptos y leyes, transferir los mismos a la resolución de situaciones problemáticas, comprender el significado que encierran las expresiones matemáticas, comprender el rol de los modelos y del modelado (Wainmaier, 2003; Salcedo Torres, 2004).
Actitudes sociales	Trabajar en equipo, evitar conflictos interpersonales, ejercer el liderazgo, motivar a otros, adaptarse a los cambios, asumir responsabilidades sociales (Beltrán, 1987; Bioul, 2001; Salcedo Torres, 2004).
Gestión de la información	Emplear el lenguaje específico de las disciplinas, buscar, seleccionar, organizar e interpretar información, así como comunicar la información en forma oral y escrita (Salinas, 1994; Salcedo Torres, 2004; Bioul, 2001; De Pro Bueno, 1998; Pozo y Gómez Crespo, 1998).

En este contexto, consideramos que el trabajo práctico, juega un papel esencial en el aprendizaje con comprensión de las ciencias y de la naturaleza del conocimiento científico (Martínez Torregrosa *et al.* 2012). Existen distintas formas de clasificar los objetivos de los trabajos prácticos de laboratorio, por ejemplo Hodson (1994) los agrupa en cinco categorías generales: para motivar, para enseñar las técnicas de laboratorio, para intensificar el aprendizaje de los conocimientos científicos, para proporcionar una idea sobre el método científico y desarrollar la habilidad en su utilización y para promover «actitudes científicas», tales como la consideración con las ideas y sugerencias de otras personas, la objetividad y la buena disposición para no emitir juicios apresurados. A esta lista de objetivos Martínez Torregrosa *et al.* (2012) agrega “Adquirir autonomía para realizar una investigación de tipo práctico (mucho más frecuente en el nivel universitario).” Por su parte Caamaño (2004) propone una clasificación de los trabajos prácticos según sus objetivos dentro de la cual incluye a las investigaciones para resolver problemas prácticos que tienen como objetivo principal la comprensión procedimental de la ciencia y su contextualización práctica. Son investigaciones para resolver problemas planteados en el contexto de la vida cotidiana o de las aplicaciones prácticas de la ciencia. Se trata de actividades más bien abiertas, con el énfasis puesto en los procedimientos de la ciencia sin descuidar los conceptos.

A pesar de la cantidad de trabajos de investigación realizados a favor de las actividades de laboratorio para la promoción de competencias valoradas en carreras universitarias, estudios realizados analizando las guías de laboratorio de los cursos universitarios de química muestran que uno de los objetivos genuinos de las prácticas de laboratorio (aprender “qué habría que hacer para...”) no suele recibir la atención necesaria para que los estudiantes puedan alcanzar la autonomía; De este modo, los trabajos prácticos siguen siendo un problema, desde el punto de vista didáctico, cuya solución requiere superar concepciones empiristas (a-teóricas) sobre la ciencia e integrar a estas prácticas dentro de toda la actividad de enseñanza de la ciencia (Martínez Torregrosa *et al.* 2012). La familiarización con las pautas metodológicas de la ciencia es un objetivo de la enseñanza de la química, la separación habitual entre teoría, trabajos prácticos de laboratorio y problemas, es una división artificial que varios docentes de ciencias suelen seguir debido a causas organizativas, de gestión de recursos y/o a una concepción de la enseñanza por transmisión del conocimiento.

Las diferencias entre los distintos modelos de enseñanza radican, en parte, en el tipo de problemas que los docentes seleccionan para organizar la enseñanza a partir de ellos y en el grado de guía del profesor. Se buscan los problemas “estructurantes”, para organizar la enseñanza en torno a ellos.

En este trabajo se presenta una propuesta para la parte experimental -que se viene implementando en un curso universitario de Química Orgánica- fundamentada en el enfoque de enseñanza por competencias a fin de favorecer en los estudiantes competencias tales como: la organización y toma de decisiones, destrezas manuales, procedimientos y actitudes investigativas, comprensión conceptual, actitudes sociales y gestión de la información.

La forma de trabajo en torno a la actividad práctica de laboratorio, favorece a la explicitación de las ideas de los estudiantes y su confrontación con las de otros, en un ambiente hipotético-deductivo, rico en episodios de argumentación y justificación. Se pretende crear un ambiente que facilite simultáneamente la implicación afectiva y la racionalidad científica de todos los involucrados (alumnos y profesores) en la resolución de problemas reales.

2 El contexto de Química Orgánica

A continuación describiremos las características del curso de Química Orgánica (QO) para las carreras Ingeniería de los Alimentos y Licenciatura en Biotecnología.

El curso se desarrolla en el segundo año de la Diplomatura en Ciencia y Tecnología de la UNQ, constituyendo la misma el ciclo básico común de las carreras de grado mencionadas. Tiene una carga de 6 horas semanales durante 18 semanas de clases. Se dictan cuatro cursos de QO paralelos por cuatrimestre, en distintas franjas horarias, que desarrollan los mismos contenidos pero cuyos abordajes y propuestas didácticas son diseñadas por el docente a cargo de cada uno.

La cantidad de alumnos en el curso varía entre 35 y 40, según el cuatrimestre.

Los contenidos mínimos de QO son: Estructura de los compuestos orgánicos. Nomenclatura. Hidrocarburos saturados e insaturados, acíclicos y cíclicos. Grupos funcionales. Propiedades químicas y físicas. Mecanismos de reacción. Estereoquímica. Isomería. Aspectos estructurales de compuestos polifuncionales y heterocíclicos. Obtención y caracterización de compuestos orgánicos.

Estos contenidos se estructuran en torno a dos ejes: -la relación estructura electrónica – propiedades físicas y químicas de compuestos orgánicos y técnicas utilizadas para el aislamiento, purificación y caracterización de compuestos orgánicos.

El curso cuenta con los siguientes instrumentos de evaluación:

- Dos exámenes parciales escritos sobre temas desarrollados en la parte teórica de la materia (cada uno de ellos podrá rendirse en dos fechas). Obteniendo un promedio de 7 en los mismos y no menos de seis en ninguno de ellos la materia se promociona
- En el caso de no cumplir los requisitos para la promoción, se rendirá un examen integrador sobre temas desarrollados en la parte teórica de la materia (podrá rendirse en dos fechas).

En cualquiera de los dos casos la aprobación de la materia requiere también haber aprobado la parte experimental a través de las siguientes instancias:

- Cuatro exámenes parciales sobre temas desarrollados en seminarios de laboratorio (se aprueban con 4 y cada uno de ellos podrá rendirse en dos fechas).
- Dos presentaciones orales grupales sobre temas de laboratorio (Plan de trabajo e informe final)
- Dos presentaciones escritas grupales (Plan de trabajo e informe final)
- Cuaderno de laboratorio
- Desempeño en el laboratorio

3 Propuesta didáctica

En este trabajo se presenta una propuesta para la parte experimental de un curso universitario de Química Orgánica.

El desarrollo del curso de Química Orgánica I, tiene lugar en dos ejes:

- 1- Parte teórica en las que se desarrollan los conceptos fundamentales de la asignatura así como algunos problemas de aplicación. Esta etapa tiene como objetivo que al finalizar el curso los estudiantes sean capaces de: predecir propiedades (punto de fusión, punto de ebullición, solubilidad, reactividad) de los compuestos partiendo de la información estructural que disponen (tipos de enlace, geometría, polaridad), diseñar estrategias para síntesis sencillas y manipular variables que modifiquen la reactividad de los compuestos (tales como concentración de reactivos, solventes, temperatura).
- 2- Parte experimental. Esta etapa se desarrolla tomando como contenidos estructurantes algunas técnicas que permiten el aislamiento y la purificación de compuestos orgánicos.

Existe estrecha vinculación de la parte experimental con la parte teórica de la asignatura debido a que los procedimientos implicados en los trabajos prácticos de laboratorio se fundamentan en diferencias en propiedades físicas de los compuestos y la correcta elección de la técnica a utilizar para aislar y /o purificar un compuesto orgánico, así como la interpretación de resultados obtenidos, solo puede hacerse desde una profunda comprensión de los conceptos abordados en la teoría.

La parte experimental difiere radicalmente de los trabajos prácticos tradicionales en los siguientes aspectos:

- los alumnos deben planificar todos los pasos que seguirán para aislar y purificar un determinado producto natural (no se les provee ningún protocolo ni guía para el trabajo).
- La única pauta en cuanto al tiempo es que el trabajo en el laboratorio debe finalizarse en cinco instancias de cuatro horas (no importa hasta dónde avanzan en cada una de ellas).
- En el laboratorio trabajan en simultáneo grupos que están aislando diferentes productos y, por lo tanto, pueden estar utilizando diferentes técnicas.

Esta propuesta de trabajo experimental se realiza en grupos de 4 alumnos y requiere que los estudiantes realicen las siguientes actividades: elección del tema de trabajo, elaboración de un plan de trabajo a desarrollar en el laboratorio, revisión del borrador de plan de trabajo con los docentes, entrega del plan de trabajo por escrito, presentación oral del plan a desarrollar, trabajo en laboratorio, entrega de informe final escrito y presentación oral del mismo.

El tema del trabajo es elegido por cada grupo entre posibilidades propuestas por los docentes, los mismos consisten en el aislamiento de productos naturales. Algunos ejemplos son aislamiento de: eugenol de clavo de olor, anetol de anís, cafeína de té, mentol de la menta y timol de tomillo.

Una vez seleccionado el tema, cada grupo dispone de 9 semanas para la elaboración y entrega por escrito del plan de trabajo. Los alumnos cuentan con una guía con la estructura que debe tener dicho plan. Los títulos incluidos en la misma se corresponden con aquellos requeridos cuando se escribe un proyecto de investigación o desarrollo (título, resumen, introducción, objetivo, materiales y métodos, bibliografía). Se intenta de esta manera que los estudiantes se familiaricen desde las primeras etapas de su carrera con las formas de comunicación escrita en su área de desarrollo profesional.

Durante el período de elaboración del plan (que los estudiantes realizan fuera del horario de cursada) se desarrollan clases teórico-prácticas, se dan los fundamentos requeridos para el correcto diseño del mismo y la implementación del trabajo experimental, abordando tanto contenidos conceptuales como la resolución de problemas de lápiz y papel. Así, la elaboración de un plan de trabajo a desarrollar en el laboratorio se comienza a realizar desde la tercera semana del curso. En la semana 10 se realiza una revisión del borrador de plan de trabajo que debe ser presentado en una exposición oral hacia la semana 12. Desde las semanas 14 a 18 se desarrolla el plan en el laboratorio. Se presenta un informe final escrito del trabajo y se realiza la presentación oral del mismo en la semana 19 (finalizadas las clases).

Si bien todas las actividades que los estudiantes deben realizar en torno al trabajo experimental son útiles para la promoción de varias competencias, cada una tiene el potencial de promover en mayor grado alguna/s de éstas. En la Tabla 2 se muestran las diferentes actividades a desarrollar en la propuesta y las competencias con mayor nivel de promoción en cada una.

Tabla 2. Actividades a desarrollar para la propuesta de la parte experimental y competencias con mayor nivel de promoción

Actividad	Competencias con mayor nivel de promoción
Elaboración de un plan de trabajo (en grupos de 4 alumnos)	Organización y toma de decisiones Actitudes sociales Comprensión conceptual Procedimientos y actitudes investigativas Gestión de la información
Presentación del plan de trabajo (oral ante toda la clase (presentación en power point)	Gestión de la información Comunicación escrita y oral
Desarrollo del plan en el laboratorio. Rediseño (posibilidad de proponer e introducir modificaciones cuando ya se está desarrollando la actividad de laboratorio para mejorar el plan). Registro en cuaderno de laboratorio	Destrezas manuales Actitudes sociales Procedimientos y actitudes investigativas Comprensión conceptual
Presentación de informe final escrito con formato pautado y oral (con power point). Se comunican, analizan y discuten los resultados.	Organización y toma de decisiones Actitudes sociales Comprensión conceptual Procedimientos y actitudes investigativas Gestión de la información

4 Consideraciones finales

Habitualmente las prácticas tradicionales, en las que el estudiante sólo tiene que seguir lo que está indicado en el protocolo de la guía de trabajos prácticos, producen falta de compromiso, pérdida de atención y aburrimiento que desvirtúan los objetivos asociados a las mismas. Por otra parte, con frecuencia en ese tipo de prácticas se dice que los estudiantes no arriban a los resultados “correctos” o esperados, lo que no solamente mitifica al quehacer de científicos y tecnólogos, sino que convierte a esa experiencia en una práctica altamente frustrante y desmotivante para el alumno.

En el contexto planteado en el presente trabajo son los estudiantes los que deben diseñar, con fundamento, el protocolo a seguir y no existen fracasos sino situaciones para replantear la práctica y generar nuevas preguntas. Por esto, a medida que los alumnos avanzan en su trayecto formativo, se advierten diferencias con aquellos que han cursado de modo tradicional. Se destacan aspectos tales como: mayor motivación, manejo más crítico de la información de diversas fuentes, mejor organización y mayor claridad en las presentaciones orales y en los documentos escritos, mejor utilización del tiempo, una actitud más crítica, mejor aplicación de pautas metodológicas científicas, actitud proactiva hacia su propio aprendizaje que va más allá del contenido disciplinar específico a aprender, mejor adaptación para cumplir diferentes roles en diferentes equipos de trabajo cooperativo, responsabilidad para cumplir con pautas establecidas, mayor creatividad. Por otra parte, estas propuestas didácticas hacen posible que los estudiantes perciban al quehacer científico-tecnológico como una actividad estrechamente vinculada a la sociedad en la que se desarrolla.

Si bien no existen resultados cuantitativos que reflejen las implicancias sobre el aprendizaje de esta modalidad, tomamos como indicadores cualitativos la diferencia observada por docentes del curso y de cursos posteriores en las habilidades presentadas por estos estudiantes. Sabemos que las mismas se desarrollan de manera paulatina a lo largo de la carrera y que es importante la continuidad en los cursos posteriores de propuestas didácticas con objetivos semejantes.

Pensamos que este tipo de propuestas responde satisfactoriamente a la formación basada en competencias. Hacerlas extensivas al resto de las asignaturas, coordinando acciones, vertical y transversalmente, redundaría en una formación del ingeniero más acorde a las demandas del mundo actual.

Referencias bibliográficas

- BELTRÁN, J. 1987. *Psicología de la Educación*, EUDEMA, Madrid, España.
- BIOUL, G. 2001. Requerimientos actuales en la formación de ingenieros, *Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería*, 2(3), 19-26.
- CAAMAÑO, A. 2004. Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos? *Alambique*, 39. Disponible en: http://www.researchgate.net/publication/39207515_Experiencias_experimentos_ilustrativos_ejercicios_prcticos_e_investigaciones_una_clasificacin_til_en_los_trabajos_prcticos. Consultado el: 17/06/15.
- CAAMAÑO, A., 2005. Trabajos prácticos investigativos en química en relación con el modelo atómico-molecular de la materia, planificados mediante un diálogo estructurado entre el profesor y estudiantes. *Educ. quím.* 16(1). 10-18.
- DE PRO BUENO, A. 1998. ¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias?, *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 21-41.
- DEL RÍO-OLAGUE, F., Candelas-Cadillo, M. G. & Ramírez-Baca, P. 2008. Actitudes, habilidades y hábitos de los alumnos en la carrera de ingeniero químico en alimentos, *Educación Química*, 18, (3), 204-213.
- GINÉS MORA J. 2004. La necesidad del cambio educativo para la sociedad del conocimiento. *Revista Iberoamericana de Educación*. (35). Disponible en: <http://www.rieoei.org/rie35a01.htm>. Consultado el: 10/12/15.
- GONZÁLEZ, J., WAGENAAR, R. (Coor.). 2003. Tuning. Educational Structures in Europe. Informe Final. Fase 1. Bilbao: Universidad de Deusto. Disponible en <http://www.deusto-publicaciones.es/deusto/pdfs/tuning/tuning04.pdf>. Consultado el 10/12/15.
- GONZÁLEZ, J., WAGENAAR, R., BENEITONE, P. 2004. Tuning-América Latina: un proyecto de las universidades. *Revista iberoamericana de educación*, 35(1), 151-164. Disponible en: https://scholar.google.com.ar/scholar?cluster=16494833077425158416&hl=es&as_sdt=0,5&scioldt=0,5. Consultado el 10/12/15
- ICI – CONFEDI. 1996. Ubicación curricular de la Enseñanza de la Ingeniería en la República Argentina, Informe final.
- KLOPFER, L. 1975. Evaluación del aprendizaje de las ciencias, en Bloom, B., Hastings, J. y Madaus, G. (editores), *Evaluación del aprendizaje*, Troquel, Buenos Aires, Argentina.
- MARTÍNEZ TORREGROSA, J., DOMÈNECH BLANCO, J. L., MENARGUES, A., ROMO GUADARRAMA, G. 2012. La integración de los trabajos prácticos en la enseñanza de la química como investigación dirigida. *Educ. quím.*, 23(núm. extraord. 1), 112-126.
- MERINO, G., RONCORONI, M., HOMAR, A., RAMÍREZ, S., WROTONIAK, E., GONZÁLEZ, S. 1999., Desarrollo y evaluación de estrategias conceptuales y procedimentales, Archivos de UNLP. La Plata, Argentina.
- POZO MUNICIO, J. 2005. *Aprendices y Maestros. La nueva cultura del aprendizaje*, Alianza Editorial S.A., Madrid.
- POZO, J. Y GÓMEZ CRESPO, M. 1998. *Aprender y enseñar ciencia*. Morata, Madrid.
- RAMIREZ, S., VIERA, L., WAINMAIER, C. 2010. Evaluaciones en cursos universitarios de Química: ¿Qué competencias se promueven? *Educ. quím.*, 21(1), 16-21.
- REMBADO, F., RONCAGLIA, D. PORRO, S. 2007. Competencias a promover en graduados universitarios de carreras científico-tecnológicas: la visión de los graduados, *Educación Química*, 18, (2), 160-168.
- RONCAGLIA, D., REMBADO, F., PORRO, S. 2008. Competencias a promover en graduados universitarios de carreras científico-tecnológicas: la visión de los empleadores, *Educación Química*, 19(2), 127-132.

SALCEDO TORRES L., 2004. Las competencias en la formación profesional. Memorias Encuentro Nacional de Vicerrectores académicos, agosto 19-20, Pereira-Risaralda, Colombia.

SALINAS, J. 1994. *Las prácticas de Física Básica en laboratorios universitarios*, Tesis Doctoral, Universitat de Valencia, España.

SAN MARTÍN V. 2001. La formación en competencias: el desafío de la Educación Superior en Iberoamérica, *OEI-Revista Iberoamericana de Educación*. Disponible en: http://rieoei.org/rie_contenedor.php?numero=edu_sup12&titulo=La%20formaci%20en%20competencias:%20El%20desaf%20de%20la%20Educaci%20Superior%20en%20Iberoam%20Drica. Consultado el 18/12/2015

TOBÓN, S. 2004. *Formación basada en competencias*, Ecoe Ediciones, Bogotá.

UNESCO. 2000. La educación superior en el Siglo XXI. Visión y acción. Conferencia Mundial sobre la Educación Superior, Informe final, Santiago de Chile, Chile, CPU.

URZÚA HERNÁNDEZ, M. C., GARRITZ RUIZ, A. 2008. Evaluación de competencias en el nivel universitario, *Ide@s CONCYTEG*, Año 3, Nro 39138-154.

WAINMAIER C., VIERA, L, REMBADO, F., RONCAGLIA, D., RAMÍREZ, S.,PORRO, S. 2006. Competencias a promover en graduados universitarios de carreras científico-tecnológicas: la visión de los docentes, *Educación Química*, 17, (2), 150-157.

7TC-A2-AUSAL: Cursos de Grado y Encuentros Docentes, en Carreras de Ingeniería de Alimentos

Nora Beatriz Pece (Facultad de Agronomía y Agroindustrias, UNSE)

Gastón Arraiz (Departamento de Ciencia y Tecnología, UNQ)

Alejandro Enrique Roberti (UNL)

Alicia Lucía Ordóñez (Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, UNCuyo)

Ana Gabriela Qüesta (Facultad de Agronomía y Agroindustrias, UNSE)

Ana María Cantalupi (Facultad de Ingeniería, UNMDP)

María Elida Pirovani (Facultad de Ingeniería Química, UNL)

Hugo Cives (Facultad de Ciencias de la Alimentación, UNER)

Resumen

La Asociación de Universidades del Sector Alimentario (AUSAL) nuclea a docentes y directivos de las carreras de Ingeniería en Alimentos de las Universidades Nacionales de la República Argentina. Nace en el año 1985 y en el año 2009 se constituye como asociación civil. Actualmente está integrada por 14 Universidades Nacionales en las que se dicta la Carrera de Ingeniería en Alimentos y se ha consolidado como una red de cooperación académica, científica y técnica entre las universidades públicas. Entre sus actividades se encuentran la difusión de la carrera y las incumbencias profesionales de sus graduados, la realización de esfuerzos conjuntos en cursos para estudiantes, para docentes y el intercambio de experiencias en aquellos temas que son comunes a la carrera de Ingeniería en Alimentos. Su trayectoria y actividades se difunden a través de su página web: <http://ausal.org/>. Esta Asociación, de larga trayectoria, impulsa actividades académicas permanentes para estudiantes y docentes de las Universidades miembros. Es así que actualmente se ofrecen 7 cursos de grado en diferentes provincias, que cuentan con reconocimiento académico y movilizan anualmente más de 150 estudiantes del último año de esta rama de la Ingeniería. Además se han concretado exitosamente 8 Encuentros Docentes, de los que surgieron documentos de trabajo con importantes aportes para mejorar la calidad de los planes de estudio. En este trabajo se expone la experiencia realizada.

Palabras clave: AUSAL, Ingeniería en Alimentos, Redes Universitarias

1 Introducción

En el año 1985, como iniciativa de varias Facultades en las cuales se dicta la carrera de Ingeniería en Alimentos, tras observar la necesidad de avanzar en políticas interinstitucionales que potencien los recursos existentes en cada una de las casas de altos estudios, surge la Asociación Universitaria del Sector Alimentario (AUSAL). Esta organización, informal en sus comienzos, se consolidó en el transcurso del tiempo. Entre las actividades que se desarrollaron en sus inicios se puede mencionar la participación de representantes de las Unidades Académicas (UUA) que dictan la carrera de Ingeniería en Alimentos en la publicación titulada “Unificación Curricular en la Enseñanza de las Ingenierías en la República Argentina”, conocido como “Libro Azul” editado en el año 1996 (CONFEDI, 1996), base del posterior trabajo publicado en el año 2000, denominado “Propuesta de Acreditación de Carreras de Grado de Ingeniería en la República Argentina”, conocido como el “Libro Verde” de Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI, 2000).

Posteriormente, a partir del año 2005, AUSAL se constituyó en un consorcio entre cinco UUAAs: Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria de la Universidad Nacional de Cuyo (FCAI-UNCuyo), Facultad de Ciencias de la Alimentación de la Universidad Nacional de Entre Ríos (FCAL-UNER), Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata (FI-UNMDP), Facultad de Agronomía y Agroindustrias de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (FAyA-UNSE), Carrera de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Nacional de Luján (UNLu) y el Departamento de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes (DCyT-UNQ) y se obtuvo financiamiento del “Proyecto para el Mejoramiento de la Enseñanza en Ingeniería” (PROMEI), con el propósito de promover la cooperación académica, científica y técnica entre las Universidades Públicas, miembros de AUSAL, en las que se dicta la carrera de Ingeniería en Alimentos (Informes Sub Proyecto PROMEI-SPU, 2006-2007-2008).

En el año 2007 se aprobó el Estatuto de la Asociación y finalmente, en marzo el año 2009, en la sede de la FCAI-UNCuyo, en la ciudad de San Rafael, Mendoza, se constituyó como Asociación Civil sin fines de lucro, aprobándose la denominación Asociación Universitaria del Sector Alimentario - AUSAL para dicha entidad. Dicho acto contó con la presencia de representantes de 9 Universidades del país. Entre los años 2009 y 2012 se incorporaron nuevas Universidades Nacionales, llegando en el año 2015 a 14 Unidades Académicas, a saber: FCAI-UNCuyo; FCAL-UNER; Facultad de Ingeniería Química- Universidad Nacional del Litoral (FIQ-UNL); UNLu; FI-UNMDP; DCyT-UNQ; FAyA-UNSE; Departamento Académico de Ciencias y Tecnologías Aplicadas a la Producción, al Ambiente y al Urbanismo – Universidad Nacional de La Rioja (DCyT-UNLaR); Departamento de Ciencias Básicas y Aplicadas – Universidad Nacional del Chaco Austral (DCByA-UNCAUS); Escuela de Producción, Tecnología y Medioambiente – Universidad Nacional de Río Negro (UNRN); Departamento de Ingeniería Química – Universidad Nacional del Sur (DIQ-UNS); Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias – Universidad Nacional de San Luis (FIyCA-UNSL); Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia – Universidad Nacional de San Luis (FQByF-UNSL); Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de San Juan (FI-UNSJ); Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA).

Como se mencionó, entre los años 2005 a 2010, la Secretaría de Políticas Universitarias puso en marcha el PROMEI, destinado a las carreras de Ingeniería de Universidades Nacionales e Institutos de las Fuerzas Armadas que culminó el proceso de acreditación realizado por la CONEAU en el marco de las Resoluciones ME 1232/01 y ME 013/04. De este modo, se pusieron en marcha planes para el mejoramiento de la calidad basados en los compromisos y recomendaciones surgidos en el marco del proceso de acreditación. Este proyecto fue plurianual y se realizó a través de dos convocatorias - PROMEI I (2006-2008) y PROMEI II (2008-2010) - abarcando, entre ambas, la totalidad de las terminales de Ingeniería y permitieron financiar diferentes actividades tales como: Apoyo al Mejoramiento de la Gestión Académica, Actividades Interinstitucionales, Desarrollo de Recursos Humanos Académicos, e Infraestructura, Equipamiento y Bibliografía. En este marco se consolidaron las acciones que venía desarrollando la AUSAL y se impulsaron nuevas propuestas que aún hoy se sostienen. Las UUAAs que integraron el consorcio, establecieron su compromiso institucional de cooperación y articulación a través del proyecto PROMEI, SubProyecto: “Programa de cooperación horizontal para la Asociación de Universidades del Sector Alimentario-AUSAL” (Informes Sub Proyecto PROMEI-SPU, 2006-2007-2008).

Entre los objetivos que promueve la Asociación están los de: “coordinar el accionar de las carreras de Universidades Nacionales vinculadas con la Ingeniería, la Ciencia y la Tecnología de los Alimentos, propiciando sistemas de interrelación entre ellas; articular las normativas correspondientes a cada una de ellas, de manera de propender a facilitar el intercambio de estudiantes, docentes, investigadores y personal no docente; coordinar, compatibilizar y propiciar propuestas sobre planes de estudio y toda cuestión de interés común a las UUAAs para ser tramitados por los canales orgánicos correspondientes; fomentar actividades conjuntas de extensión universitaria, investigación y desarrollo, y capacitación de recursos humanos; propender al más amplio intercambio de información y bibliografía entre las UUAAs integrantes; compatibilizar los sistemas existentes y proponer nuevos para la vinculación entre las UUAAs y el medio; diseñar y proponer nuevas disciplinas de grado y de posgrado, optimizando el uso de recursos existentes y coordinando las actividades con las estructuras de nivel nacional; propiciar la interrelación con otras UUAAs y organismos a nivel internacional; propiciar y recomendar el uso racional de la energía, estimulando el desarrollo de fuentes no convencionales de energía y defender la preservación del medio ambiente; y, propiciar toda actividad que redunde en beneficio de las UUAAs integrantes” (Estatuto Reglamentario AUSAL, 2009).

Desde sus comienzos AUSAL ha desarrollado de manera ininterrumpida actividades en pro de los objetivos propuestos y destacamos como íconos de este trabajo la realización de Cursos de Grado destinados a estudiantes y los Encuentros Docentes que significan un aporte significativo al mejoramiento de la calidad de los planes de estudio en las carreras de Ingeniería en Alimentos (Ordóñez et al., 2010; Proyectos "Intercambio de actividades

académicas para alumnos de carreras de Ingeniería en Alimentos del Consorcio AUSAL y países latinoamericanos" y "Consolidación de la Asociación de Universidades del Sector Alimentario (AUSAL)", 2008).

En relación con los Cursos de Grado, se trata de actividades en las que las UUAAs miembros ofrecen cursos en temáticas específicas, en función de las producciones regionales; algunos de ellos, además, cuentan con la participación de estudiantes latinoamericanos. En sus programas se pone énfasis en el contacto de los estudiantes con la actividad profesional específica, a través de visitas a plantas industriales, prácticas en planta piloto y la participación, en su dictado, de profesionales vinculados a la industria. Los objetivos específicos planteados para este caso son: facilitar la movilidad estudiantil de alumnos avanzados de la carrera de Ingeniería en Alimentos de las Instituciones participantes y otras carreras de formación equivalente de Universidades extranjeras; sostener el reconocimiento académico de los estudios realizados en otras Universidades, como avance concreto y equivalente en el plan de estudios de su propia carrera; aprovechar las fortalezas de cada Universidad, resultantes del contexto regional e industrial en el que desarrollan sus actividades, potenciando los recursos locales; y, estimular la inserción de futuros graduados en los procesos de desarrollo productivo local.

En relación a los Encuentros Docentes se realizan con la participación de los docentes de asignaturas por bloques curriculares para analizar y acordar contenidos, actividades prácticas, enfoques didácticos, etc., o bien en temáticas que son de mutuo interés para el desarrollo curricular. Hasta el año 2010 AUSAL realizó 5 Encuentros Docentes. Los objetivos específicos planteados fueron: estrechar los vínculos entre docentes-investigadores, que permitan generar nuevas redes universitarias de trabajo en función de las oportunidades emergentes; generar un espacio de análisis que se constituya en referencia para las autoridades a la hora de tomar decisiones relativas a modernizaciones curriculares, el análisis institucional de los planes de estudio basados en competencias y que provea lineamientos generales acerca del enfoque que conviene impartirse a diferentes asignaturas; y, generar documentos, que permitan llevar a la UA material de análisis para el mejoramiento de la calidad de la enseñanza en las carreras de Ingeniería, favoreciendo el intercambio de experiencias en la formación práctica y el uso de herramientas computacionales para la enseñanza y el aprendizaje.

El objetivo de este trabajo es demostrar la importancia de la complementariedad entre las distintas UU.AA. que dictan carreras de Ingeniería en Alimentos y conforman AUSAL, en relación con la movilidad estudiantil de Cursos de Grado y los Encuentros Docentes en el período 2005 a 2015.

2 Materiales y Métodos

La metodología de trabajo que se plantea para la realización de los cursos de grado y los encuentros docentes se ha generado dentro de la propia Asociación. Específicamente para el caso de los cursos para estudiantes se ha establecido un Reglamento que permite definir las principales pautas para su ejecución (<http://ausal.org/reglamento/>).

2.1 Cursos de Grado para alumnos de carreras de Ingeniería en Alimentos

Las instituciones integrantes de AUSAL ofrece cursos en temáticas específicas en las que tienen una mayor especialización en función de las producciones regionales.

Estos cursos tienen contenidos mínimos, carga horaria y pautas de evaluación de acuerdo a lineamientos generales preestablecidos y son validados en el currículo de cada UA. Tienen una duración 40 horas (distribuidas a lo largo de una semana), con régimen de cursado intensivo, en donde se incluyen actividades prácticas en laboratorios y/o Planta Piloto, visitas a fábrica y evaluación. Los cursos están dirigidos a alumnos avanzados de Ingeniería en Alimentos y/o carreras equivalentes, que se trasladan desde los diferentes puntos de origen.

El dictado de los cursos está a cargo de docentes de las Universidades participantes y cuentan con la colaboración de profesionales vinculados de manera directa a la actividad profesional específica de la temática de cada curso.

Las Universidades extranjeras pueden enviar alumnos a dichos cursos como así también recibir estudiantes argentinos en los espacios curriculares por ellos ofrecidos.

La Universidad de origen (la que envía alumnos) financia parcialmente los gastos, además de contratar un seguro de accidente, enfermedad y demás erogaciones personales, con fondos especiales o los asignados por las

Universidades. La Universidad de destino (la que dicta el curso) financia los gastos ocasionados por el dictado del curso. La oferta actual de Cursos de Grado es de 7 cursos.

2.2 Encuentros de docentes de carreras de Ingeniería en Alimentos

Se realizan encuentros de docencia y análisis curricular, destinado a los docentes de las UUAA, en temáticas de mutuo interés, vinculadas al desarrollo curricular. La modalidad de trabajo es la de taller y la temática es acordada, programada y difundida, a fin de permitir la participación de los docentes de las distintas UUAA que puedan realizar aportes significativos. También se da continuidad a Encuentros ya realizados buscando profundizar el tema abordado o bien abordando nuevas temáticas de interés.

Los encuentros se realizan de manera rotativa en las distintas Universidades miembros de AUSAL. La Universidad que recibe a los docentes es la encargada de su organización y la Universidad de origen (la que envía docentes) financia esta actividad con fondos especiales o de la propia Universidad.

3 Resultados y Discusión

La AUSAL ha generado una red de cooperación académica para las carreras de Ingeniería en Alimentos que propicia la cooperación e integración del sistema universitario del país, permitiendo que la Universidad sea un actor gravitante en el desarrollo de un modelo socio-productivo acorde a los intereses de la Nación. Dentro de las diferentes acciones que realiza como muestra de ello, se presentan dos de las actividades académicas en red que llevan adelante las UUAA: Cursos de Grado para estudiantes avanzados de carreras de Ingeniería en Alimentos de Universidades Nacionales y Encuentros Docentes destinado a los docentes de la carrera mencionada; ambas implican la movilidad de estudiantes y docentes entre las UUAA. En la Tabla 1 se presenta el detalle de los cursos que se ofrecen actualmente y de los encuentros realizados hasta el año 2015, describiéndose sus principales características. Cabe mencionar, que el primer Curso de Grado se realizó en el año 1985 y estuvo a cargo de la FCAI-UNCuyo y participaron alumnos de la carrera de Ingeniería en Alimentos de la UNLu.

Ambas actividades se enfocaron en temáticas de interés para la generación de espacios de trabajo interinstitucionales para las diferentes áreas disciplinares de la Ingeniería en Alimentos y permitieron avanzar en tareas de planificación conjunta, acordando compatibilización de planes de estudios y reconocimiento académico, articulación de acciones de vinculación tecnológica, etc., a los fines de relacionarse eficientemente con el medio social y productivo.

La realización de Cursos de Grado y Encuentros Docentes obedeció, y obedece, al planteo de objetivos específicos propuestos por AUSAL en la búsqueda permanente de mejorar la calidad de la enseñanza. En la Tabla 2 se detallan los principales objetivos y los logros alcanzados en estas actividades.

Resulta importante indicar que los cursos de grado permitieron aprovechar las fortalezas regionales de cada UUAA en relación con las industrias de alimentos instaladas, vinculando a los estudiantes de manera directa con los profesionales que allí desarrollan su actividad y fortaleciendo el perfil profesional. Otro hecho significativo que impulsa esta actividad es el poder compartir docentes, infraestructura y equipamiento fomentando el uso solidario de los recursos disponibles en las UUAA. Los cursos que se realizaron son muy valorados por los estudiantes que expresaron su satisfacción a través de las encuestas que en cada uno de ellos debieron responder y por el entusiasmo que mostraron y muestran en participar de los mismos.

Tabla 2. Movilidad de Estudiantes y Docentes de Carreras de Ingeniería en Alimentos integrantes de AUSAL: Cursos de Grado y Encuentros Docentes.

Movilidad	Cursos/Encuentros realizados	Características
Cursos de Grado	<p>Se ofrecen, anualmente, los siguientes cursos de grado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Curso Ingeniería de frutas y hortalizas (FCAI-UNCuyo – San Rafael – Mendoza). - Curso Ingeniería de productos cármicos (DCyT-UNQ – Quilmes – Buenos Aires) - Curso Ingeniería de cereales (FAyA – UNSE – Sgo. del Estero) - Curso Ingeniería de cítricos (FCAL – UNER – Concordia – Entre Ríos) - Curso Ingeniería de productos lácteos (UNLu - Luján – Buenos Aires) - Curso Ingeniería de productos pesqueros (FI-UNMdP- Mar del Plata – Buenos Aires). - Curso Formación de Emprendedores (FIQ-UNL - Santa Fe) 	<p>Su dictado se rige por un Reglamento de Cursos de Grado avalado por AUSAL y por las UAAA.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Destinatarios:</i> Estudiantes avanzados de Carreras de Ingeniería en Alimentos de Universidades Nacionales. • <i>Modalidad:</i> Presencial, Teórico práctico; con visitas a Plantas industriales y experiencia en planta piloto, se propicia la vinculación con la industria regional; con evaluación final de contenidos. • <i>Duración:</i> 28 a 40 h • <i>Docentes:</i> Docentes de la Universidad que organiza el curso y profesionales invitados, vinculados a la temática de dicho curso. • <i>Reconocimiento Académico:</i> Las UAAA han establecido mecanismos que les permiten reconocer los contenidos de los cursos como créditos, parte de asignaturas del Plan de Estudios o asignaturas electivas. • <i>Difusión:</i> La UA organizadora envía invitaciones a las restantes Universidades. También se difunde en http://ausal.org/
Encuentros Docentes	<p>En el periodo 2005-2010 se realizaron encuentros de docencia y análisis curricular en las siguientes temáticas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Operaciones Unitarias y Fenómenos de Transporte. 2- Práctica Profesional Supervisada. 3- Proyecto Final 4- Gestión, Relaciones Laborales y Seguridad Laboral. 5- Área de Química de Alimentos <p>En el periodo 2011-2015 se agregaron las siguientes temáticas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 6- Coordinadores de Cursos de Grado de AUSAL. 7- Trabajo Final de aplicación y Práctica Profesional Supervisada (segundo encuentro). 8- Formación en Emprendedorismo. 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Participantes:</i> Docentes de asignaturas por bloques, Directores de Escuela o Departamento, Coordinadores de Cursos de Grado AUSAL, Personal de Gestión de las UAAA. • <i>Modalidad:</i> Presencial, los participantes expusieron sus experiencias y se intercambió material de trabajo. • <i>Duración:</i> 2 días. • <i>Organización:</i> La UA organizadora se encargó de coordinar las actividades durante el encuentro y de elaborar un documento de trabajo con las conclusiones y puntos sobresalientes del trabajo realizado. • <i>Difusión:</i> La UA organizadora envió invitaciones a las restantes universidades. También se difundió en http://ausal.org/

Fuente: Elaboración propia

De igual modo, los Encuentros Docentes han impulsado una vinculación sinérgica ente los docentes, investigadores y personal de gestión de las UAAA. Se han generado documentos con recomendaciones, de aplicación opcional por parte de las Universidades miembros, que constituyen una referencia para las autoridades a la hora de tomar decisiones relativas a modernizaciones curriculares, en el análisis institucional de los planes de estudio y provee lineamientos generales acerca del enfoque que conviene impartir a diferentes

asignaturas. Por otra parte, la aplicación de estas recomendaciones, facilitó la movilidad de los estudiantes entre las distintas UUAAs.

Tabla 2. Objetivos y logros de las actividades de AUSAL

Actividad	Objetivos propuestos	Principales logros
Cursos de Grado	Facilitar la movilidad estudiantil de alumnos avanzados de Ingeniería en Alimentos de las Instituciones participantes y otras carreras de formación equivalente de Universidades extranjeras.	Actividad que se ha sostenido durante más de 10 años. Estudiantes de nuevas UUAAs que se incorporaron a la AUSAL realizaron los cursos.
	Sostener el reconocimiento académico de los estudios realizados en otras Universidades, como avance concreto y equivalente en el Plan de Estudios de su propia carrera.	Efectivo reconocimiento académico de los contenidos desarrollados en cada curso.
	Aprovechar las fortalezas de cada Universidad, resultantes del contexto regional e industrial en el que desarrollan sus actividades, potenciando los recursos locales.	Realización de visitas a plantas industriales regionales y prácticas en planta piloto.
	Estimular la inserción de futuros graduados en los procesos de desarrollo productivo local.	Generación de una red de vinculación entre estudiantes que se sostiene en el tiempo y permite el intercambio de información.
Encuentros Docentes	Estrechar los vínculos entre docentes-investigadores, que permitan generar nuevas redes universitarias de trabajo en función de las oportunidades emergentes.	Conformación de redes que participaron en la presentación de proyectos PPUA y otros proyectos nacionales e internacionales.
	Generar un espacio de análisis que se constituya en referencia para las autoridades a la hora de tomar decisiones relativas a modernizaciones curriculares, el análisis institucional de los planes de estudio basados en competencias y que provea lineamientos generales acerca del enfoque que conviene impartirse a diferentes asignaturas.	Realización de 8 Encuentros Docentes. Participación de Docentes y Personal de Gestión de las UUAAs miembros. Los temas abordados en los Encuentros Docentes fueron acordados en función de problemas y necesidades comunes a las UUAAs.
	Generar documentos, que permitan llevar a la UA material de análisis para el mejoramiento de la Calidad de la enseñanza en las Carreras de ingeniería, favoreciendo el intercambio de experiencias en la formación práctica y el uso de herramientas computacionales para la enseñanza y el aprendizaje.	Elaboración de documentos de trabajo de cada Encuentro Docentes realizado que permitieron unificar contenidos por bloques curriculares; intercambiar experiencias y material de trabajo.

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 3 se presentan los datos indicativos de la movilidad de estudiantes que se realizó en el marco de los cursos de grado de AUSAL. Esta información pone de manifiesto no sólo que la actividad cuenta con una larga trayectoria sino además que ha permitido que nuestros estudiantes se vinculen con sus pares de otras universidades del país en un número alentador y ejemplificador del impacto logrado para otras terminales de la Ingeniería.

Tabla 3. Cantidad de alumnos movilizados en los cursos de Grado AUSAL durante el Periodo 2005 -2015

Total de alumnos que asistieron a cursos de AUSAL	1783
Total de alumnos que viajaron a otras UUAAs	1354
Total de alumnos extranjeros	91
Total de alumnos de UUNN de AUSAL	1645
Total de alumnos de UUNN que no pertenecen a AUSAL	47

Fuente: Elaboración propia

De igual modo en la Tabla 4 se muestran los datos de la cantidad de docente y de unidades académicas participantes de los Encuentros realizados. En este sentido cabe señalar que cada encuentro realizado contó con la presencia de los docentes vinculados a la disciplina o actividad curricular que se abordó, permitiendo de este modo el intercambio de experiencias e información.

Tabla 4. Cantidad de docentes/UUAA movilizados en los Encuentros Docentes AUSAL durante el Periodo 2005 -2015

Encuentro	N° Docentes/UUAA
1-Operaciones Unitarias y Fenómenos de Transporte.	19/6
2- Práctica Profesional Supervisada	18/6
3- Proyecto Final	18/6
4- Gestión, Relaciones Laborales y Seguridad Laboral	17/6
5- Área de Química de Alimentos	16/6
6- Coordinadores de Cursos de Grado de AUSAL.	17/10
7- Trabajo Final de aplicación y Práctica Profesional Supervisada (segundo encuentro).	21/8
8- Formación en Emprendedorismo	23/10

Fuente: Elaboración propia

4 Conclusiones y recomendaciones

La conformación de una red de trabajo entre UUAAs en las que se dicta la carrera de Ingeniería en Alimentos, miembros de AUSAL, impulsa actividades académicas con impacto positivo en la mejora de la calidad de la enseñanza, promoviendo la interacción entre sus miembros a nivel de estudiantes, docentes y personal de gestión. Representa una experiencia única en el país en carreras de Ingeniería.

Entre los impactos positivos más relevantes, vinculados a los Cursos de Grado y Encuentros Docentes que se realizaron, se destacan:

- Se incrementó el número de Universidades miembros de 6 en el 2005 a 11 en el 2009 y a 14 en el 2015.
- Se incrementó el número de estudiantes y de UUAAs que participan en los Cursos de Grado. El nivel de las evaluaciones realizadas puso de manifiesto el alto grado de aprovechamiento de los Cursos de Grado AUSAL. Se logró incrementar las horas de prácticas experimentales en planta piloto de alimentos aprovechando la infraestructura y equipamiento que poseen las carreras y las visitas a plantas industriales regionales.
- Se movilizaron más de 150 alumnos por año y las encuestas realizadas indican que ellos cuentan con el reconocimiento de los estudiantes que lo realizan. Esto se pone de manifiesto además en el boca a boca que da cuenta del lugar que ocupan estos cursos para la formación de los estudiantes de la carrera.
- Los estudiantes generaron una red de cooperación que no sólo los mantiene informados de la oferta de cursos, sino que además permite la cooperación en la búsqueda información y de oportunidades laborales.
- Se logró formalizar en las UUAAs la acreditación de los contenidos dictados en los Cursos de Grado AUSAL.
- Los Encuentros Docentes permitieron llevar a las UUAAs material de análisis para el mejoramiento de la calidad de la enseñanza en las carreras de Ingeniería en Alimentos; enriquecieron las distintas experiencias personales con otros enfoques para la integración de capacidades y conocimientos en actividades vinculadas a las diferentes asignaturas y actividades curriculares que fueron abordadas en los talleres; permitieron consensuar pautas de referencia en la implementación de estrategias para el desarrollo de las PPS; favorecieron el conocimiento interpersonal de los docentes de las distintas Unidades Académicas, como base para explorar futuras actividades de cooperación y complementación.
- La página web de AUSAL (<http://ausal.org/>) permite garantizar la difusión de las actividades que realiza la Asociación y sus logros.

Referencias Bibliográficas

Asociación Universitaria del sector Alimentario. Estatuto Reglamentario. Marzo 2009.

CONFEDI. 1996. "Proyecto ICI-CONFEDI de Unificación de las enseñanzas de la Ingeniería", documento de trabajo.

CONFEDI. 2000. "Acreditación de Carreras de grado de Ingeniería en la República Argentina", documento de trabajo.

Informes Programa de cooperación horizontal para asociación de universidades del sector alimenticio (AUSAL). Sub Proyecto PROMEI-SPU 2006-2007-2008. UNCuyo; UNLu; UNSE; UNMP; UNER; UNQ.

ORDÓÑEZ, A., ROBERTI, A., TAMAÑO, G., PECE, N., ARRAIZ, G., CANTALUPI, A. 2010. AUSAL: Actividad académica en red en carreras de ingeniería de alimentos. ENGINEERING 2010 - ARGENTINA's proceedings. Congreso Internacional INGENIERIA 2010. p. 1-6.

Convocatoria de Proyectos de Fortalecimiento Redes Interuniversitarias III.-Proyecto "Intercambio de actividades académicas para alumnos de carreras de Ingeniería en Alimentos del Consorcio AUSAL y países latinoamericanos". UNCuyo, UNER, UNLu, UNSE, Universidad de la Serena, Universidad Nacional de la República. Convocatoria Agosto 2008.

Convocatoria de Proyectos de Fortalecimiento Redes Interuniversitarias III.-Proyecto "Consolidación de la Asociación de Universidades del Sector Alimentario (AUSAL)". UNCuyo, UNER, UNLu, UNSE, Universidad de la Serena, Universidad Nacional de la República. Convocatoria Agosto 2008.

8TC-A2-AUSAL: Experiencia de Integración en Latinoamérica de la Educación Superior en Ingeniería

Alicia Lucía Ordóñez (Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, UNCuyo)

Ana Gabriela Qüesta (Facultad de Agronomía y Agroindustrias, UNSE)

María Elida Pirovani (Facultad de Ingeniería Química, UNL)

Nora Beatriz Pece (Facultad de Agronomía y Agroindustrias, UNSE)

Resumen

La Asociación de Universidades del Sector Alimentario (AUSAL) está actualmente conformada por 14 Universidades Nacionales en las que se dicta la carrera de Ingeniería en Alimentos. Esta asociación civil sin fines de lucro busca promover la cooperación académica, científica y técnica entre las universidades públicas argentinas. Recientemente, la AUSAL se ha fijado como objetivo transmitir este modelo de cooperación a otras casas de estudios Latinoamericanas. En este sentido, las Facultades de Ciencias Aplicadas a la Industria (FCAI-UNCuyo), de Agronomía y Agroindustrias (FAyA-UNSE), de Ingeniería Química (FIQ-UNL) y la Universidad Nacional Mayor de San Marcos de Perú (UNMSM), en el marco de la convocatoria Misiones V de la Secretaría de Políticas Universitarias, llevaron cabo un proyecto que permite impulsar el desarrollo de relaciones estables de cooperación Latinoamericana. Las universidades argentinas participantes socializaron con una universidad peruana las acciones que desarrolla la AUSAL y establecieron un convenio de cooperación específico entre la UNCuyo y la UNMSM, que permitirá impulsar nuevas acciones conjuntas.

Palabras clave: *Integración, Educación Superior, Ingeniería en Alimentos.*

1 Introducción

Entre 2004 y 2011 la Secretaría de Políticas Universitarias orientó sus acciones hacia proyectos de aseguramiento de la calidad de la formación en carreras de Ingeniería lo que ha permitido que Argentina impulsara procesos de acreditación que han merecido el reconocimiento de asociaciones regionales y mundiales de la ingeniería. Además, no sólo se trabajó para consolidar la formación a través del conocimiento de contenidos, sino también inculcar, durante el proceso formativo, competencias, capacidades, actitudes y aptitudes que permitan generar un profesional de alta capacitación técnica, con compromiso social, conciencia ambiental y capacidad de liderazgo. En 2012, el Ministerio de Educación de la Nación (ME) impulsó, en conjunto con otros actores, el Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016. En este contexto se pusieron en marcha programas de cooperación internacional y acuerdos bilaterales y multilaterales de reconocimiento de títulos de carreras acreditadas (Morano, 2013). Dicho Plan cuenta con tres ejes estratégicos, siendo uno de ellos “Internacionalizar la formación de futuros ingenieros (acciones de cooperación con Gobiernos y Universidades de Países Latinoamericanos del Caribe y de la Unión Europea)”.

En la Argentina, el diseño y puesta en marcha de políticas de internacionalización de la educación superior por parte de la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) del ME a finales del año 2006, a través del Programa de Promoción de la Universidad Argentina (PPUA), ha permitido al conjunto de las universidades nacionales, por primera vez en su historia, proyectarse al mundo a través de sus propias capacidades y en el marco de una estrategia de integración regional Latinoamericana. El PPUA buscó promover la internacionalización de las Instituciones de Educación Superior de nuestro país mediante la prosecución de los siguientes objetivos: impulsar la constitución y afianzamiento de redes internacionales de universidades; promover y facilitar la incorporación de estudiantes extranjeros de grado y postgrado; impulsar políticas de alianzas estratégicas con universidades e instituciones científicas del exterior; fortalecer los vínculos con los países de MERCOSUR; y, promover y apoyar la oferta de titulaciones argentinas en el extranjero. Dentro de este Programa se lanzaron los siguientes tipos de convocatorias: Fortalecimiento de Redes Interuniversitarias, Misiones Universitarias al

Extranjero y Fortalecimiento de las áreas de Relaciones Internacionales de las Universidades Nacionales. En cada una de ellas se establecieron las bases y los montos a asignar en cada caso.

La Asociación Universitaria del Sector Alimentario (AUSAL) nace en el año 1985 como iniciativa de varias Facultades en las cuales se dictan las carreras de Ingeniería en Alimentos y/o Licenciatura en Alimentos, que observaron la necesidad de avanzar en políticas interinstitucionales que articulen las potencialidades existentes en cada una de las casas de altos estudios. En la ciudad de San Rafael, Mendoza, en marzo del 2009 se constituyó formalmente la Asociación AUSAL como Asociación Civil sin fines de lucro y se iniciaron las gestiones para la aprobación de sus estatutos (Estatuto Reglamentario, 2009). A la fecha integran AUSAL 14 Universidades Nacionales en las que se dicta la carrera de Ingeniería en Alimentos, a saber: Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria – Universidad Nacional de Cuyo; Facultad de Ciencias de la Alimentación – Universidad Nacional de Entre Ríos; Facultad de Agronomía y Agroindustrias – Universidad Nacional de Santiago del Estero; Escuela de Ingeniería en Alimentos - Universidad Nacional de Luján; Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Mar del Plata; Departamento de Tecnología – Universidad Nacional de Quilmes; Facultad de Ingeniería Química - Universidad Nacional del Litoral; Departamento Académico de Ciencias y Tecnologías Aplicadas a la Producción, al Ambiente y al Urbanismo – Universidad Nacional de La Rioja; Departamento de Ciencias Básicas y Aplicadas – Universidad Nacional del Chaco Austral; Escuela de Producción Tecnología y Medioambiente – Universidad Nacional de Río Negro; Departamento de Ingeniería Química – Universidad Nacional del Sur; Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias – Universidad Nacional de San Luis; Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia – Universidad Nacional de San Luis; Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de San Juan y la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (Informes Sub Proyecto PROMEI-SPU, 2006-2007-2008).

La AUSAL ha desarrollado diversas actividades que le ha permitido posicionarse como referente para las carreras de Ingeniería de Alimentos del país. Particularmente se destacan los cursos de grado destinados a estudiantes, los encuentros docentes, difusión de la carrera y las incumbencias profesionales de sus graduados (Ordóñez et al., 2010). A ello se suma el trabajo realizado para establecer redes de cooperación académica con universidades de Chile, Uruguay y recientemente de Perú, con el propósito de difundir y compartir la experiencia lograda en esta Asociación (Proyectos "Intercambio de actividades académicas para alumnos de carreras de Ingeniería en Alimentos del Consorcio AUSAL y países latinoamericanos" y "Consolidación de la Asociación de Universidades del Sector Alimentario (AUSAL)", 2008).

El proceso de integración de la educación superior se presenta como una estrategia para promover el desarrollo de sus sistemas educativos en un contexto de creciente internacionalización. El espacio de integración y regionalización de los sistemas universitarios permite potenciar el desarrollo académico y superar las dificultades que imponen los nuevos escenarios globales en lo relativo a la calidad de la Educación Superior, la satisfacción del incremento de la demanda y el desarrollo científico y tecnológico.

El ámbito común de la Educación Superior es el eje necesario para participar en un mundo académico global. La Integración Regional, como estrategia de internacionalización de la educación superior, establece mecanismos institucionales para la mejora de los procesos de formación de profesionales y de proyección a la comunidad.

En América Latina en particular se presentan grandes posibilidades para alcanzar una integración de tipo regional porque reúne una serie de puntos comunes como etnia, raza, lengua y problemáticas similares. La integración regional internacional de los procesos de aprendizaje y de conocimiento, la aparición de redes y asociaciones académicas, la movilidad de estudiantes y los nuevos procesos de transferencia de conocimientos y tecnologías, están definiendo un nuevo rumbo y estableciendo procesos diferenciales que hacen posible vislumbrar lo que será el futuro de la Educación Superior.

En resumen, es un convencimiento que el proceso de construcción de un espacio de cooperación universitaria del sector alimentario que promueve la movilidad de estudiantes, docentes e investigadores, diversifica y democratiza el ofrecimiento de formación y conocimientos, propiciará un uso más eficaz de los recursos del estado invertido en las universidades nacionales, coadyuvará en la determinación de problemáticas comunes y en el desarrollo integral y solidario de nuestras universidades y de las comunidades en las que se insertan. Además propiciará la internacionalización de la educación, fortaleciendo la participación activa de las Universidades Argentinas del Sector Alimentario en los procesos de integración de la Educación Superior a nivel nacional, latinoamericano y caribeño e internacional.

Como se mencionó precedentemente, la AUSAL participó en los siguientes proyectos PPUA: Intercambio de actividades académicas para alumnos de carreras de Ingeniería en Alimentos del Consorcio AUSAL y países

latinoamericanos y Consolidación de la Asociación de Universidades del Sector Alimentario (AUSAL) (Proyectos de Fortalecimiento Redes Interuniversitarias III).

El objetivo de este trabajo es difundir una nueva experiencia de AUSAL realizada recientemente en el marco del proyecto “La Asociación Universitaria del Sector Alimentario por la integración en Latinoamérica de la educación superior en ingeniería en el marco de los Proyectos de Misiones Universitarias al Extranjero V.

2 Metodología

AUSAL presentó a la Convocatoria de Proyectos de Misiones Universitarias al Extranjero V (PME) de la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU), un proyecto con el objetivo de Consolidar la Cooperación Académica, Científica y Técnica entre Universidades de Argentina y de Perú. Dicha convocatoria planteaba como objetivo general “Organizar misiones de universidades argentinas al exterior a fin de buscar asociaciones para la investigación, generar programas de movilidad de estudiantes y profesores, diseñar programas conjuntos de cooperación científica y académica, reclutar estudiantes internacionales, difundir las producciones culturales y científicas del país, así como otras actividades pertinentes, en coordinación con el Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto, en el marco del Programa de Promoción de la Universidad Argentina” (Res. N° 1856 SPU).

Para su presentación, la metodología planteada respondió a las Bases establecidas en la mencionada convocatoria que requirió incluir los siguientes aspectos:

1. Instituciones integrantes del PME.
2. Objetivos del PME y justificación de las actividades a desarrollar.
3. Plan de actividades previsto
4. Financiamiento de cada una de las actividades previstas.

Las Instituciones Universitarias involucradas fueron la Universidad Nacional de Cuyo – Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, Universidad Nacional del Litoral – Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional de Santiago del Estero – Facultad de Agronomía y Agroindustrias, miembros de la Asociación (Argentina) y la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Perú).

Como objetivo general de dicho proyecto, se propuso difundir los resultados del modelo de cooperación de AUSAL a la Universidad Latinoamericana de destino para fortalecer la formación de recursos humanos en el área de la ingeniería de los alimentos. En tanto, los objetivos específicos planteados fueron:

1. Internalizar o profundizar la integración regional educativa, desde la docencia, a fin de contribuir con la planificación de espacios de:
 - a. Movilidad académica-estudiantil con reconocimiento de trayectos formativos.
 - b. Movilidad académica-docente o de responsables de la gestión académica para la generación de estrategias de “internacionalización o regionalización del currículum” de grado o posgrado.
2. Internacionalizar o consolidar la investigación a los efectos de:
 - a. Conformar equipos de investigación para la producción, en forma conjunta, de conocimientos sobre diseño de alimentos para poblaciones vulnerables, a partir de materias primas regionales.
 - b. Contribuir a la formación de recursos humanos.

Las actividades programadas fueron:

- Establecer contactos con la Universidad de destino para establecer la agenda de trabajo
- Reunión en la Universidad de destino, con autoridades y docentes, a fin de realizar una revisión de la oferta académica de grado y postgrado y avanzar sobre áreas comunes, en el grado, que permitan la movilidad de docentes y estudiantes.
- Encuentros con docentes investigadores del área de los alimentos para tomar conocimiento recíproco de líneas de investigación de interés común.

3 Resultados

Como resultado de los contactos previos establecidos entre las Universidades participantes se definió una agenda de trabajo que permitió avanzar sobre los objetivos propuestos. La agenda consensuada y definida para la Misión contemplaba los siguientes aspectos relevantes:

- Presentación del Proyecto “La Asociación Universitaria del Sector Alimentario por la Integración en Latinoamérica de la Educación Superior en Ingeniería”.
- Intercambio de ideas con grupos de trabajo seleccionados por temas específicos.
- Visita a la Escuela Profesional de Ciencia de los Alimentos de la Facultad de Farmacia y Bioquímica.
- Visita a la Escuela Profesional de Nutrición de la Facultad de Medicina Humana.
- Visita a la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria.
- Plenario, conclusiones y recomendaciones.

La agenda previamente establecida fue una herramienta de trabajo esencial para organizar y optimizar las actividades previstas.

La Presentación del Proyecto y de AUSAL, a cargo de la Dra. Alicia Ordoñez, Decana de la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria de UNCuyo, se realizó ante los pares de la UNMSM con la presencia de representantes de las Escuelas Académicas Profesionales de Química, Ingeniería Química e Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Química e Ingeniería Química; de las Escuelas Académicas Profesionales de Farmacia y Bioquímica, Ciencia de los Alimentos y Toxicología de la Facultad de Farmacia y Bioquímica; de la Escuela Académico Profesional de Nutrición de la Facultad de Medicina y de la Facultad de Ingeniería Industrial que ofició de anfitriona de la Misión.

La presentación de la AUSAL permitió difundir los objetivos y principales logros alcanzados por la Asociación en relación con la movilidad de alumnos, docentes y personal de gestión, que despertaron el interés de la Universidad peruana por replicar este tipo de actividades cooperativas en su Universidad.

Luego de la presentación, la delegación argentina realizó una exposición de la oferta académica argentina y de las principales líneas de investigación que se desarrollan. De igual modo los participantes peruanos expusieron sobre estas temáticas. Como resultado de esta actividad se intercambiaron contactos que permitirán a futuro participar en espacios de cooperación emergentes.

Las visitas programadas a las distintas instalaciones de las Unidades Académicas de la UNMSAM permitieron conocer la infraestructura y equipamiento disponible así como tomar contacto con el personal responsable y auxiliar vinculados al área de la ingeniería en alimentos. Esta actividad proporcionó una visión general del desarrollo en la Universidad extranjera, revalorizando a las Universidades argentinas participantes, que en esta área, cuentan con infraestructura y equipamiento más avanzado que posibilitaría favorecer la movilidad de estudiantes de grado y posgrado así como establecer líneas de trabajos futuras de mutua conveniencia.

Como corolario de la misión, se destaca que la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria de la Universidad Nacional de Cuyo firmó un Convenio Específico que incluía, entre sus principales aspectos, la movilidad estudiantil y docente. En tanto que la Universidad Nacional del Litoral y la Universidad Nacional de Santiago del Estero concretaron la firma de Declaración de Intención para Convenios cuyos objetivos se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Objetivos propuestos para la Firma de Convenios entre UNL-UNMSM y la UNSE-UNMSM.

Convenio	Tipo de Convenio	Objetivos propuestos
UNL y UNMSM	ACUERDO ESPECIFICO DE COOPERACIÓN PARA EL INTERCAMBIO ACADÉMICO	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la movilidad con el número de estudiantes que de mutuo acuerdo se establezcan por curso y que deberá ser igual para ambas universidades. • Establecer cada año las áreas objeto de intercambio. • Eximir al estudiante de intercambio de las tasas de matrícula, que deberá haber sido formalizada en la universidad de origen. • Enviar a la contraparte el listado de materias ofertadas durante el período académico, sus calendarios lectivos y sus contenidos según requerimientos. • Nombrar cada año los coordinadores académicos en las áreas de intercambio. • Elaborar un informe anual sobre los resultados, avances y áreas de mejora del presente convenio. • Reconocer los estudios cursados y superados por los estudiantes en la universidad anfitriona.
UNSE y UNSM	CONVENIO MARCO	<ul style="list-style-type: none"> • Actuar cada una como organismo asesor de la otra en relevamiento y resolución de problemas sobre temas de su competencia. • Colaborar en proyectos de investigación y desarrollo que la contraparte tenga en ejecución, intercambiando información y personal idóneo • Organizar conferencias, seminarios, cursos, y otras acciones relativas a temas de interés de alguna de las partes. • Desarrollar programas de formación profesional y atención comunitaria que permitan satisfacer las demandas generales de la comunidad, comprometiendo la participación de los actores sociales en su gestión.

Fuente: Elaboración propia

5 Conclusiones

Este proyecto, a través del fortalecimiento de vínculos entre universidades argentinas y el establecimiento de relaciones con universidades argentinas y latinoamericanas, permitió potenciar los recursos humanos y materiales existentes aprovechando las fortalezas de las instituciones miembros de AUSAL; consolidar la Asociación en Latinoamérica; favorecer la cooperación en el desarrollo de las actividades curriculares, de investigación, extensión y vinculación; y, profundizar los lazos con Universidades extranjeras.

Por otra parte, permitió sentar las bases para actividades conjuntas con la Universidad de destino y aprovechar las experiencias individuales de cada Institución para mejorar las actividades académicas tendientes a la formación de profesionales universitarios con una cosmovisión sistémica que le permita aplicar sus conocimientos en el lugar en que se los requiera.

Asimismo, permitió potenciar la articulación, gestión y promoción de políticas tendientes a desarrollar el proceso de Internacionalización de nuestras Universidades; identificar áreas temáticas de interés mutuo, entre las Universidades que integran AUSAL y sus pares de la Universidad de destino; implementar acuerdos de movilidad académica de grado y postgrado en el plano internacional; promover instancias de colaboración en investigación vinculadas a problemáticas sociales y generar espacios de trabajo conjunto y mayores lazos de solidaridad entre las partes.

Referencias Bibliográficas

MORANO D. 2013. Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016. Reseña y evolución, en primera persona. Revista Argentina de ingeniería. Año 2. Volumen 2. Agosto de 2013. p. 47-54.

Asociación Universitaria del sector Alimentario. Estatuto Reglamentario. Marzo 2009.

Informes Programa de cooperación horizontal para asociación de universidades del sector alimenticio (AUSAL). Sub Proyecto PROMEI-SPU 2006-2007-2008. UNCuyo; UNLu; UNSE; UNMP; UNER; UNQ.

ORDÓÑEZ, A., ROBERTI, A., TAMANO, G., PECE, N., ARRAIZ, G., CANTALUPI, A. 2010. AUSAL: Actividad académica en red en carreras de ingeniería de alimentos. ENGINEERING 2010 - ARGENTINA's proceedings. Congreso Internacional INGENIERIA 2010. p. 1-6.

Convocatoria de Proyectos de Fortalecimiento Redes Interuniversitarias III.-Proyecto "Intercambio de actividades académicas para alumnos de carreras de Ingeniería en Alimentos del Consorcio AUSAL y países latinoamericanos". UNCuyo, UNER, UNLu, UNSE, Universidad de la Serena, Universidad Nacional de la República. Convocatoria Agosto 2008.

Convocatoria de Proyectos de Fortalecimiento Redes Interuniversitarias III.-Proyecto "Consolidación de la Asociación de Universidades del Sector Alimentario (AUSAL)". UNCuyo, UNER, UNLu, UNSE, Universidad de la Serena, Universidad Nacional de la República. Convocatoria Agosto 2008.

Secretaría de Políticas Universitarias, Ministerio de Educación. 2013. Res. N° 1856 SPU

ÁREA ERGONOMÍA, HIGIENE Y SEGURIDAD DEL TRABAJO

Trabajos Completos

1TC-A3-Análise Ergonômica do Trabalho (AET). Panorama das Publicações Brasileiras 1950 - 2015

Marina Helena Pereira Vieira
(marinahelena3@hotmail.com)

*Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção- Campus Sorocaba (PPGEP-S),
Universidade Federal de São Carlos – UFSCar*

Profª Drª Andréa Regina Martins Fontes
(andrea@dep.ufscar.br)

*Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção- Campus Sorocaba (PPGEP-S),
Universidade Federal de São Carlos – UFSCar*

Profª Drª Sandra Francisca Bezerra Gemma
(sandra.gemma@fca.unicamp.br)

Faculdade de Ciências Aplicadas da Unicamp - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Resumo

Esse artigo tem o objetivo de apresentar a evolução das publicações científicas brasileiras sobre a Análise Ergonômica do Trabalho (AET), nos últimos anos. Segundo Jackson e Lima (2015), a introdução da Ergonomia no Brasil ocorreu em meados dos anos de 1960, podendo ser considerada uma temática recente. Portanto, o período de abrangência dos dados dessa pesquisa (1950-2015) permite um panorama bastante amplo das publicações sobre o tema no país. Para isso foi realizada uma análise dos artigos da base de dados da Web of Science (WoS) e da Scientific Electronic Library Online (SciELO), utilizando a palavra chave “Ergonomic Work Analysis” ou/ou “Análise Ergonômica do Trabalho”, selecionando as coleções e país/território: Brasil. Os resultados apontam que apesar da consolidação do tema, ainda há espaço para desenvolvimento de pesquisas, especialmente aquelas relacionadas com intervenções no sentido de promover melhorias no contexto do trabalho humano.

Palavras chave: *Análise Ergonômica do Trabalho (AET); Ergonomic Work Analysis; Publicações, Brasil.*

1 Introdução

A ergonomia é uma ciência que estuda as interações do homem com seu ambiente de trabalho, considerando os efeitos positivos e negativos desta relação e, por isso, vem sendo aplicada desde tempos remotos (Almeida, 2011). No Brasil, segundo Silva e Paschoarelli (2010), as primeiras abordagens ergonômicas foram influenciadas pelo pesquisador francês Alain Wisner. Essa influência justifica, até os dias atuais, o fato de muitos estudos ergonômicos no país seguirem a abordagem francesa do *Analyse Ergonomic Du Travail* – AET (Scott, 2009).

A influência da Ergonomia da Atividade, sobretudo, da Análise Ergonômica do Trabalho (AET), é marcante para o desenvolvimento da Ergonomia no Brasil em diversos campos: profissional, de pesquisa e normativo (Jackson e Lima, 2015). A AET permite a compreensão do trabalho por meio da participação dos trabalhadores e, sobretudo, da influência dos fatores organizacionais sobre as atividades de trabalho (Guérin *et al.*, 2001).

Durante a década 1970, desde o 1º Seminário Brasileiro de Ergonomia em 1975, a contribuição da Ergonomia da escola franco-belga foi decisiva para o processo de institucionalização da Ergonomia e para o desenvolvimento da AET no Brasil (Moraes e Soares, 1989), contribuindo para o enfrentamento dos problemas associados à saúde do trabalhador, advindos do desenvolvimento industrial. Desde então, vários pesquisadores e agentes públicos brasileiros foram formados no Laboratório de Ergonomia do *Conservatoire National des Arts et Métiers* (CNAM), dirigido por Alain Wisner, o que foi fundamental para o desenvolvimento e crescimento da AET no Brasil. (Jackson e Lima, 2015).

Atualmente, existem vários grupos de pesquisa registrados no Diretório de Grupos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que refletem o crescimento da pesquisa em ergonomia no país e demonstram que esse campo é multidisciplinar e engloba várias áreas do conhecimento, tais como ciências sociais aplicadas, humanas, exatas, saúde, agrárias, entre outras (Soares, 2004).

Um levantamento realizado por Soares em 2001 no site do CNPq no diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil, utilizando a palavra-chave “ergonomia”, identificou que havia 101 grupos que realizam pesquisa nessa área. Um novo levantamento publicado por do Carmo Lucio *et. al.*, (2010) indicava a existência de 165 grupos, em diferentes áreas do conhecimento, demonstrando um crescimento de 63% na área em um período de nove anos. Acompanhando essa tendência, essa pesquisa também utilizou o mesmo procedimento, em maio de 2016, na base de dados do CNPq, para apresentar um panorama atualizado dos grupos que pesquisam alguma vertente da Ergonomia no Brasil, retornando 289 grupos, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Número de grupos cadastrados no CNPq que realizam pesquisa em ergonomia no Brasil.

Grandes Áreas	Área dos Grupos	Total
Ciências Agrárias (21)	Engenharia Agrícola	11
	Agronomia	1
	Zootecnia	1
	Recursos Florestais e Engenharia Florestal	8
Ciências Biológicas (1)	Botânica	1
Ciências da Saúde (68)	Educação Física	18
	Enfermagem	4
	Fisioterapia / Terapia Ocupacional	38
	Medicina	2
	Nutrição	3
	Odontologia	3
Ciências Exatas e da Terra (11)	Ciência da Computação	9
	Geociências	1
	Matemática	1
Ciências Humanas (12)	Psicologia	5
	Educação	6
	Filosofia	1
Ciências Sociais Aplicadas (81)	Administração	4
	Arquitetura e Urbanismo	20
	Ciência da Informação	5
	Comunicação	1
	Desenho Industrial	49
	Economia Doméstica	1
	Economia	1
Engenharias (93)	Engenharia Biomédica	1
	Engenharia Civil	13
	Engenharia Elétrica	4
	Engenharia de Materiais	2
	Engenharia Mecânica	6
	Engenharia de Produção	63
	Engenharia de Transporte	2
	Engenharia Sanitária	2
Linguística, Letras e Artes (2)	Artes	1
	Linguística	1
TOTAL GERAL		289

Fonte: Elaborado pelos autores, com base no Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil. CNPq, 2016.

Dado esse crescimento de cerca de 190% na criação de grupos de pesquisas, desde o primeiro levantamento em 2001, e o contexto de desenvolvimento da ergonomia no Brasil, torna-se relevante fazer um levantamento da produção científica, de modo a responder à seguinte questão: Como tem evoluído o campo de pesquisa da Análise Ergonômica do Trabalho no país? Com base nessa pergunta de pesquisa, o presente artigo tem como objetivo analisar a literatura sobre AET no Brasil, fornecendo um mapeamento dos trabalhos sobre o tema, identificando suas especificidades na literatura, bem como sua evolução. Oportunamente, apresentando as principais referências, autores e periódicos.

Importante ressaltar que, embora essa abordagem metodológica da AET tenha um amplo escopo de atuação, essa pesquisa se refere aos trabalhos que a tenham como foco central e a mencionem em seu título, resumo ou palavras-chave, dada a limitação de não ser possível esgotar todas as variáveis do tema na literatura. O recorte da amostra de artigos pesquisados na base de dados da *Web of Science* (WoS) e da *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), foi o período de 1950 a 2015, considerando os termos: “Ergonomic Work Analysis” ou/ou “Análise Ergonômica do Trabalho”, selecionando o país/ território e as coleções do Brasil.

Além dessa introdução, esse artigo possui um referencial teórico, seções de método de pesquisa, resultados e discussão, bem como as considerações finais do estudo.

2 Referencial Teórico

Segundo Ferreira (2008), a ergonomia se constitui em um campo científico rico e diversificado e suas reflexões apóiam-se, essencialmente, nas abordagens: (i) franco-belga da ergonomia e sua importante produção científica, denominada ergonomia da atividade e; (ii) anglo-saxônica (*human factors*), uma segunda vertente da ergonomia, majoritária em número de integrantes e de indicadores bibliográficos.

Para Silva e Paschoarelli (2010), o crescimento da ergonomia em meados do século XX, se deve parcialmente ao importante surgimento de sociedades, com destaque para a *Ergonomics Research Society*, na Inglaterra, e a *Société d’Ergonomie de Langue Française*, na França. Segundo os autores, as discussões sobre a importância da pesquisa ergonômica e divulgação de seus resultados, bem como o desenvolvimento e aplicação da ergonomia na indústria, de certa forma fizeram com que ambas as coisas potencializassem.

Os reflexos do surgimento da ergonomia foram sentidos gradativamente nas diferentes partes do mundo, incorporando melhorias e trazendo benefícios à qualidade de vida do trabalhador. Na América Latina, mesmo sessenta anos depois do surgimento da ergonomia, os estudos na área ainda parecem estar numa fase de consolidação (Silva e Paschoarelli, 2010).

O princípio dos estudos da ergonomia na América Latina se deu na década de 1960, com pesquisas desenvolvidas na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, no Brasil – país que tem se mostrado o mais consolidado do bloco no desenvolvimento da disciplina (Soares, 2006).

Com a criação da Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO), em, 1983 houve realizações de seminários e/ou congressos bianuais, com grande número de trabalhos, que refletem a produção nacional na área e são uma das maiores fontes de informações existentes em português. (Ferreira e Donatelli, 2011)

Considerando o destaque do Brasil nas pesquisas em Ergonomia e a criação de um número considerável de grupos de estudos nessa área, torna-se importante uma análise das publicações científicas que estão sendo geradas. Devido ao fato da influência franco-belga na formação de pesquisadores brasileiros, conforme citado por Jackson e Lima (2015), foi escolhido o principal tema dessa escola. Apesar de Ferreira (2008) mencionar que é uma abordagem com menos publicações, provavelmente por conta da natureza destas pesquisas que demandam estudo em situações reais de atividade, acredita-se que seria ainda mais relevante conhecê-las, justamente por seu caráter de transformação das condições de trabalho.

Nesse contexto, foi escolhida a Análise Ergonômica do Trabalho (AET), pois, conforme Jackson e Lima (2015), a consolidação dessa metodologia teve papel de destaque para seu reconhecimento no Brasil e, por isso, foi selecionada como o recorte dessa pesquisa e será tratada no próximo sub item.

2.1 A Análise Ergonômica do Trabalho (AET) no Brasil

Segundo Ferreira (2015), a Análise Ergonômica do Trabalho começou a ser mais empregada no Brasil a partir da década de 1990, devido, principalmente, à publicação de uma nova revisão da norma que disciplina as matérias de segurança e saúde do trabalhador: a Norma Regulamentadora de Ergonomia 17- ou NR 17 (Brasil, 1990) que amplia o campo normativo da ergonomia, passando a incluir mais itens, como o mobiliário de trabalho, algumas

condições dos ambientes, os equipamentos e, a maior novidade: a organização do trabalho que, para efeito da norma, incluía o conteúdo do trabalho, os modos operatórios, as regras e tempos de trabalho.

Para Ferreira (2015), a principal característica da AET era ser um método de análise do trabalho feita em campo, baseada no trabalho real e nas condições do trabalhador; que se diferenciava da tradicional análise de tarefas das empresas, de inspiração taylorista, que objetivava apenas aumentar a produtividade ou a qualidade dos produtos. O que iria determinar os procedimentos de análise era o problema que estava sendo estudado, que começava na análise da demanda, e continuava na análise de uma série de outras informações do ambiente do trabalho, ou seja, deveria ser feita em função de uma problemática que considerava o que se queria conhecer ou uma hipótese que se queria testar.

Assim, outra característica fundamental foi a inovação metodológica da AET, caracterizada pela articulação entre o uso de métodos de observação e de verbalização aliados a uma construção social, pela qual se respondia à demanda de controle social e de participação dos trabalhadores nas intervenções que tratam diretamente das suas condições de trabalho (Guérin *et al.*, 2001).

Outro aspecto importante da AET é seu objetivo: melhorar as condições de trabalho dos trabalhadores cujas práticas estavam sendo analisadas e frequentemente diferiam do que estava descrito nos manuais e ordens de trabalho. Melhorias no desempenho ou na qualidade poderiam ser esperados, mas essencialmente como consequência das modificações nas condições de trabalho. Isso permitiu que se formulasse uma ideia que passou a ser uma espécie de marca registrada do grupo: a ideia da diferença entre o trabalho real (ou a atividade, o trabalho vivo) e o trabalho prescrito (ou a tarefa, o trabalho morto) (Ferreira, 2015).

O desenvolvimento da AET é guiada por um referencial teórico sobre a atividade do trabalho, baseada nos conceitos de trabalho prescrito e trabalho real (GUÉRIN *et al.*, 2001) e da participação ativa de sindicalistas e delegados dos trabalhadores, presentes nas empresas, na forma de controle social das intervenções, permitindo o desenvolvimento de uma forma de “etnografia do trabalho”.

Jackson e Lima (2015) consideram que a produção de conhecimentos sobre a atividade de trabalho, advinda do olhar etnográfico (descrição do mundo pelo olhar do outro), permite compreender o uso do corpo, do pensamento, das emoções nas situações de trabalho, os determinantes que pesam sobre as ações dos trabalhadores, e as estratégias utilizadas por eles para atender às exigências colocadas.

Ainda segundo os autores, a AET permite uma nova lógica baseada na atividade de trabalho, que implica, por exemplo, não mais na análise de acidentes em termos de erros humanos, como desvios de comportamento em relação a uma conduta segura preestabelecida, mas como falhas do processo de trabalho que precisam ser compreendidas sob o ponto de vista dos próprios atores.

Esses conceitos foram fundamentais para a consolidação da Análise Ergonômica do Trabalho na sociedade, no contexto do desenvolvimento da indústria e para destacar o trabalhador como sujeito importante desse ambiente. Ferreira (2015), pontua desafios considerados ainda atuais para o desenvolvimento da AET, que precisam ser considerados em futuras pesquisas e trabalhos empíricos. A seguir, são eles elencados, (Ferreira, 2015, p.10-11):

“1- Aprofundar os aspectos teóricos do conceito de atividade, que pode ser usada no sentido de atividade, mas também pode ser utilizada num sentido mais amplo, como a parte subjetiva do processo de trabalho (considerando a contribuição do sujeito nesse processo);

2- Aprofundar a compreensão das relações entre físico, cognitivo e emocional. Aos poucos, a carga mental foi se diferenciando em cognitiva e psíquica, ou emocional e afetiva. Nesse sentido, houve desenvolvimentos notáveis, fornecidos principalmente pelo desenvolvimento das neurociências, particularmente no caso francês, pela abordagem de Christophe Dejours, o criador da Psicodinâmica do Trabalho e responsável por realçar os aspectos psicológicos e afetivos, através da análise do sofrimento e prazer no trabalho.

3- Aprofundar a compreensão dos aspectos coletivos e sociais do trabalho. A AET era, antes de tudo, uma ergonomia de postos de trabalho individuais e as suas técnicas estavam voltadas para avaliações individuais. Os aspectos coletivos do trabalho, embora destacados, dificilmente eram analisados, até porque faltavam ferramentas para isso. Para ampliar o campo de análise das situações de trabalho, foi desenvolvida outra abordagem – a Antropotecnologia (Wisner, 1992) – que introduziu nas análises os aspectos sociais, culturais e políticos. Embora a preocupação com os coletivos tenha avançado, continua sendo um desafio introduzir a dimensão coletiva do trabalho nas análises.

4- *Introduzir história nas análises. As situações de trabalho não são experimentais, baseadas na detecção e isolamento de variáveis a serem manipuladas. Pelo contrário, estão imersas na história e não considerá-la restringe e até invalida a compreensão das mesmas. São histórias individuais que se entrelaçam com histórias de classes sociais, de ofícios, de profissões, de regiões, de países e de épocas, elementos que são indispensáveis para a compreensão das situações de trabalho atuais.*

5- *Aprofundar o entendimento da análise da demanda e procurar associá-la a pelo menos, uma aproximação com os representantes dos trabalhadores cuja atividade será analisada. A análise da demanda é o primeiro passo de uma AET (na verdade, de qualquer análise do trabalho) e talvez um dos mais importantes porque é nessa fase que se estabelece o que será feito a seguir e em que condições.”*

Após essa breve revisão sobre os principais aspectos da AET, seu desenvolvimento e desafios, é possível reafirmar a importância do tema na área e iniciar a análise das publicações, que será discutida nas próximas seções.

3 Procedimentos Metodológicos

Esta seção apresenta o delineamento da presente pesquisa destacando as etapas utilizadas na organização do conhecimento sobre Análise Ergonômica do Trabalho. O artigo segue uma abordagem qualitativa, de caráter exploratório, baseada na pesquisa bibliográfica que, conforme Gil (2002) tem como vantagem o fato de permitir ao investigador uma cobertura muito mais ampla de uma gama de fenômenos, do que aquela que poderia pesquisar diretamente. Segundo o autor, a pesquisa é pragmática e consiste em um processo formal e sistemático de desenvolvimento do conhecimento científico.

O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos, que para Marconi e Lakatos (2010) é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar conhecimentos válidos e verdadeiros - explicitando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do pesquisador.

O objetivo desse trabalho é detalhar a evolução das publicações sobre o tema AET para que pessoas que estejam envolvidas com o assunto possam visualizar um panorama da literatura disponível e para aqueles que pretendem desenvolver um conhecimento maior acerca do tema. As principais etapas definidas para execução dessa pesquisa são esquematizadas na Figura 1, para melhor visualização.

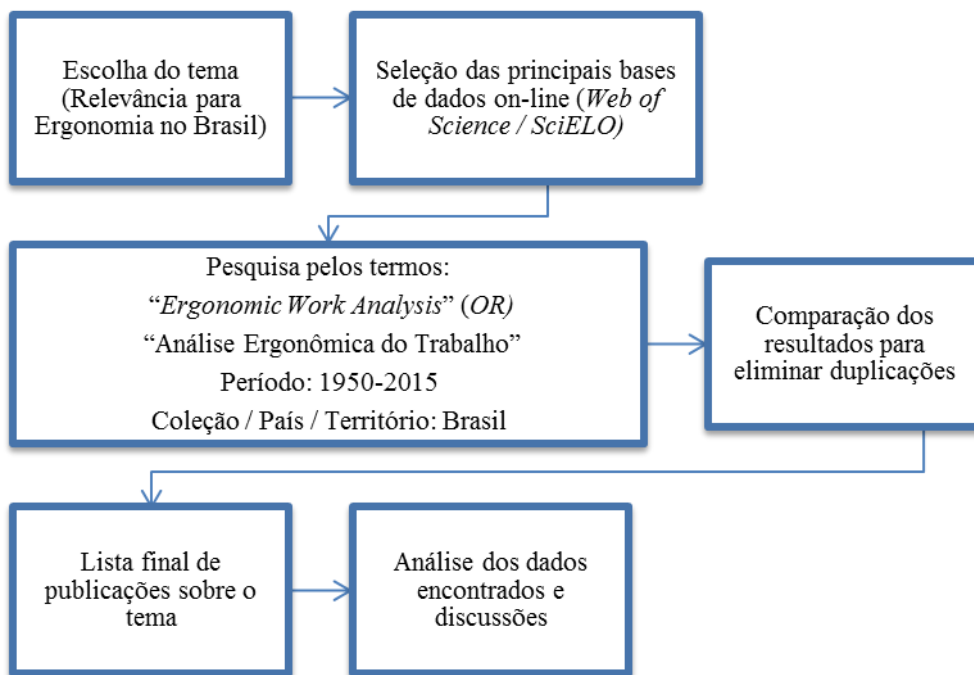


Figura 1 – Etapas da pesquisa para levantamento das publicações. Elaborada pelos autores, 2016.

Em um primeiro momento, foi discutida a relevância do tema Análise Ergonômica do Trabalho para o desenvolvimento da Ergonomia no país. Posteriormente, foram escolhidas, dentre várias disponíveis, duas bases de dados representativas no meio acadêmico: a WoS (*Web of Science*) *Institute for Scientific Information* (ISI), que é amplamente utilizada para divulgação de pesquisas científicas e que, segundo Chadegani et.al (2013), abrange revistas com maior fator de impacto se comparada com bases como a da Scopus. A segunda base utilizada foi da SciELO que abrange periódicos e publicações relevantes no país, com o objetivo de garantir o acesso à informação de forma rápida e precisa, pela seleção, agrupamento, organização e disseminação destas informações em um espaço virtual informatizado.

Essas bases garantem aos pesquisadores o acesso eficiente, on-line, às publicações científicas. Portanto, como instrumento de pesquisa busca atualizar o profissional da área assim como, permitir o avanço da pesquisa e proporcionam soluções eficientes para assegurar a visibilidade e o acesso à literatura científica (Joly et al, 2015).

A busca pelas produções científicas foi realizada em maio de 2016, nas bases de dados indicadas, utilizando as palavras-chave em português e inglês, recortando as amostras à extensão Brasil, selecionando o período de 1950 a 2015. Foram identificados preliminarmente 168 artigos referentes ao tema, distribuídos conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Artigos encontrados nas bases WoS e SciELO, 2016

Pesquisa nas Coleções / País / Território: Brasil (1950 – 2015)	
Bases	Termos: "Ergonomic Work Analysis" or "Análise Ergonômica do Trabalho"
SciELO	65
WoS	103
Total Geral	168
Total eliminando duplicações	117

Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

A busca pelos termos nos dois idiomas aumentaram a abrangência de identificação dos trabalhos. Entretanto, eventualmente retornavam os mesmos artigos na base, na consulta dos dois termos. Por isso, cada artigo foi considerado apenas uma vez. A base da WoS apresenta um total de 103 artigos sobre o tema e a SciELO apresenta 65 itens.

Posteriormente, foi feita outra análise comparativa, verificando todos os 168 títulos disponibilizados e eliminando a duplicação dos trabalhos que apareciam em mais de uma base de dados, gerando uma lista final de todos os artigos disponíveis. Dessa forma, em um relatório limpo, foram encontradas 117 publicações sobre Análise Ergonômica do Trabalho no Brasil nessas fontes de dados, que foram analisadas e são apresentadas na próxima seção.

4 Resultados e discussões

Os 117 artigos pesquisados no período analisado (1950-2015) apresentam uma distribuição de publicação bastante acentuada após os anos 2000. O primeiro artigo publicado encontrado nas bases supracitadas, considerando o tema Análise Ergonômica do Trabalho, data do ano de 1994, com o título "*Ergonomic Work Analysis in organizational design and management*", de Leila Gontijo e R. Souza, no 4º Simpósio Internacional sobre Fatores Humanos em Desenho Organizacional e Gestão, que aconteceu em Estocolmo, Suécia. Após esse trabalho, outros foram publicados, em espaços de tempo menores, conforme pode ser observado na Figura 2.

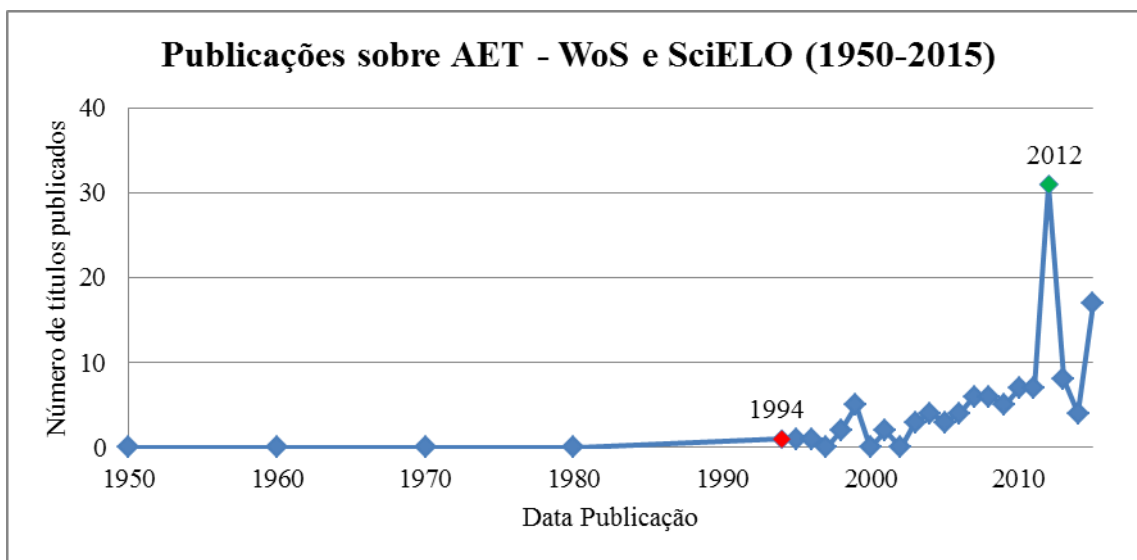


Figura 2 – Publicações sobre AET no Brasil, 1950-2015, conforme WoS e Scielo, 2016.

Observa-se que as duas últimas décadas apresentam um crescimento mais sensível das publicações sobre AET no Brasil, com um pico de mais de 30 publicações no ano de 2012, que aconteceu especialmente devido à uma edição especial na *WORK: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation* que, ocasionalmente, publica questões temáticas que, em geral, abrangem uma vasta gama de tópicos, tais como considerações ergonômicas com crianças, jovens e estudantes, os desafios que enfrentam uma força de trabalho em envelhecimento, violência no trabalho, gestão de lesões, artistas, avaliações de produtos ergonômicos, e consciência dos determinantes políticos, culturais e ambientais relacionados com a saúde do trabalho.

Nesse caso, a edição de volume 41, conta com 31 títulos relacionados ao tema pesquisado. Após esse pico, as publicações continuaram constantes e o ano de 2015 apresentou 15 trabalhos na área, demonstrando uma tendência de crescimento.

Quanto aos periódicos que apareceram no filtro, a Revista Brasileira da Saúde Ocupacional (RBSO) recebe destaque com 20 publicações do tema, seguido do *Journal Production* da UNESP/PRO/EPUSP com 16 e da revista Saúde & Ciência Coletiva com 8 títulos. Conforme citado, uma edição especial do *Journal Work* teve o maior número de publicações do período analisado. Também aparece o Simpósio Internacional de Segurança Ocupacional (SHO), que teve 11 publicações distribuídas nas edições de 2010 a 2015. Outros periódicos diversos tiveram publicações nesse período, em quantidades menores, conforme apresentado na Figura 3.

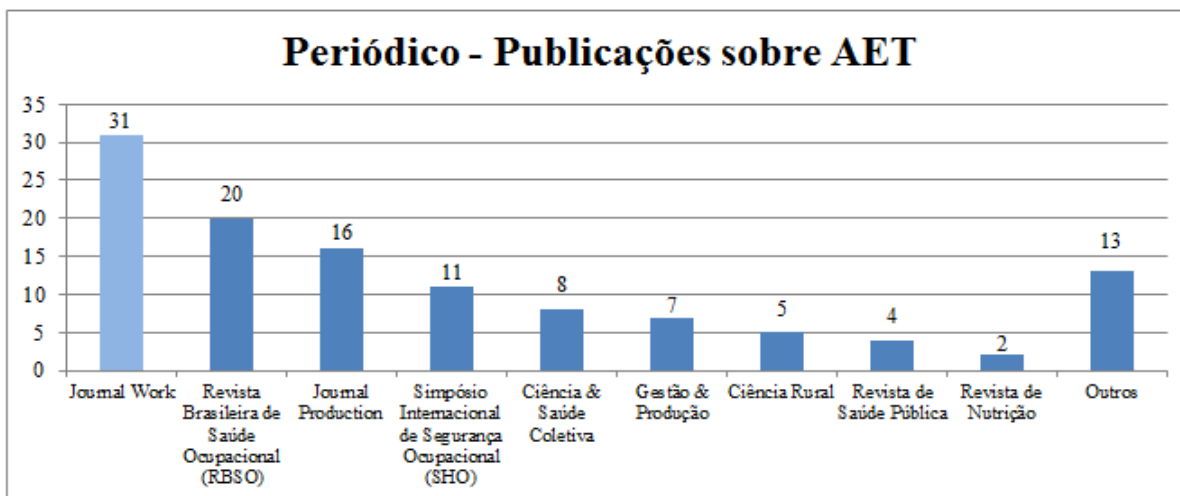


Figura 3 – Periódicos que tiveram publicações sobre AET no Brasil, 1950-2015, conforme WoS e Scielo, 2016.

Quanto aos pesquisadores do assunto, considerando o recorte da pesquisa, estão apresentados na figura 4 os principais atores e co-autores dos artigos encontrados no período.

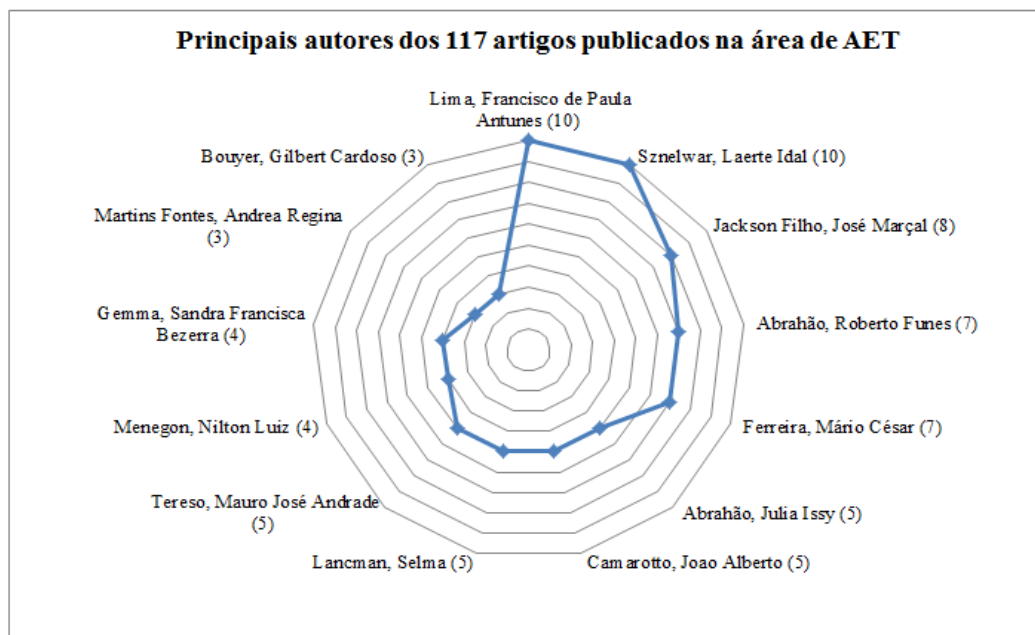


Figura 4 – Principais autores e co-autores que publicaram sobre AET no Brasil, 1950-2015, conforme WoS e Scielo, 2016.

5 Conclusões

Esse artigo apresentou uma panorama das publicações sobre Análise Ergonômica do Trabalho, no Brasil, executando um recorte nas bases de dados da *Web of Science* e da *SciELO*, entre o período de 1950-2015, considerando trabalhos que mencionem a AET no título, resumo ou palavras-chave.

Os resultados apresentam publicações consolidadas, autores de referência na área, diversos trabalhos de aplicação empírica e discussões sobre o futuro da abordagem no país. Portanto, esse trabalho colabora com pesquisas futuras, situando novos pesquisadores na condição atualizada da literatura sobre o tema, indicando periódicos, sinalizando autores e contextualizando o tema dentro de uma revisão bibliográfica.

É importante considerar que a escolha das bases de busca se deu dada a sua relevância no meio acadêmico. Uma análise comparativa na base de periódicos da CAPES, que considera mais bases, como a da Scopus por exemplo, apresenta, entre artigos completos, livros, resumos, *reports*, entre outros, mais de 190 títulos sobre o tema. Isso amplia a referência a outros autores, trabalhos e periódicos. Entretanto, é possível observar que a amostra apresentada nesse trabalho representa bastante corretamente os principais periódicos e autores da área destacados nessa busca.

É possível perceber o crescimento das publicações e do conhecimento gerado na área, especialmente nos últimos anos. A análise Ergonômica do Trabalho é um tema crescente, que acompanha outros destaques dos estudos em Ergonomia, que se consolida no país, mas que também tem inúmeras possibilidades para se desenvolver especialmente por conta de seu caráter multidisciplinar e assim, contribuir para a literatura, para a saúde do trabalhador e para a sociedade.

Referências

ABERGO. Associação Brasileira de Ergonomia. Disponível em: < <http://www.abergo.org.br/index.php> > Acesso: maio, 2016.

ALMEIDA, R. G. 2011. A ergonomia sob a ótica anglo-saxônica e a ótica francesa. *Vértices*, v. 13, n. 1, p. 111-122.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria MTPS/GM nº 3751, de 23 de novembro de 1990. Ltr.54-12/1474-NR17 – Ergonomia. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1990.

CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Disponível em: <http://www-periodicos-capes.gov.br.ez31.periodicos.capes.gov.br> Acesso: maio, 2016.

CHADEGANI, A. C. 2013. A comparison between two main academic literature collections: Web of Science and Scopus databases. *Asian Social Science*, v. 9, n. 5, p. 18-26.

CNPq. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Diretório dos grupos de pesquisa. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/web/dgp> Acesso: maio, 2016.

do CARMO LUCIO, C., ALVES, S. A., RAZZA, B. M., SILVA, J. C. P., PASCHOARELLI, L. C. Trajetória da ergonomia no Brasil. In: *Evolução histórica da ergonomia no mundo e seus pioneiros*. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010.

FERREIRA, L. L. 2015. Sobre a Análise Ergonômica do Trabalho ou AET. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, v. 40, n. 131, p. 8-11.

FERREIRA, L. L., DONATELLI, S. (2011). Ergonomia: o que há para se ler em português. *Revista Ação Ergonômica*, v. 1, n.2.

FERREIRA, M. C. 2008. A ergonomia da atividade se interessa pela qualidade de vida no trabalho?: Reflexões empíricas e teóricas. *Cadernos de Psicologia Social do Trabalho*, v. 11, n. 1, p. 83-99.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.

GUÉRIN, F., LAVILLE, A., DANIELLOU, F., DURAFFOURG, J., KERGUELEN, A. 2001. Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia. In: *Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia*. Edgar Blucher.

JACKSON FILHO, J. M., LIMA, F. P. A. 2015. Análise Ergonômica do Trabalho no Brasil: transferência tecnológica bem-sucedida?. *Revista brasileira de saúde ocupacional*, v. 40, n. 131, p. 12-17.

JOLY, M. C. R. A., BUSTAMANTE, M. I., OLIVEIRA, S. M. D. S. S. 2015. Análise da produção científica em artigos sobre estudos transculturais na avaliação psicológica em bases online. *Acta. colomb. psicol.*, v. 18, n. 1, p. 173-183.

MARCONI, M. A., LAKATOS, E. M. Fundamentos de Metodologia Científica. São Paulo: Atlas, 2010

MORAES, A.; SOARES, M. M. Ergonomia no Brasil e no mundo: um quadro, uma fotografia. Rio de Janeiro: ABERGO, 1989.

SCIELO. Scientific Electronic Library Online. Disponível em: <http://www.scielo.org/php/index.php> Acesso: maio, 2016.

SCOTT, P. A. (Ed.). Ergonomics in developing regions: Needs and applications. CRC Press, 2009.

SILVA, J.C.P., PASCHOARELLI, L. C. Evolução histórica da ergonomia no mundo e seus pioneiros. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010.

SOARES, M. M. 2004. 21 anos da ABERGO: a Ergonomia brasileira atinge a sua maioridade. In: *Anais do ABERGO 2004. XIII Congresso Brasileiro de Ergonomia, II Fórum Brasileiro de Ergonomia e I Congresso de Iniciação Científica em Ergonomia*. Fortaleza.

SOARES, M. M. 2006. Ergonomics in Latin America: Background, trends and challenges. *Applied ergonomics*, v. 37, n. 4, p. 555-561.

WEB OF SCIENCE. Thomson Reuters. Disponível em: <https://apps.webofknowledge.com> Acesso: maio, 2016.

WISNER, A. 1992. A antropotecnologia. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 6, n. 16, p. 29-34.

ÁREA ARTICULACIÓN ESTADO- UNIVERSIDAD-EMPRESA PARA LA PRODUCCIÓN

Trabajos Completos

1TC-A4-Quíntupla Hélice: o caso do Vale do Silício

Norberto Aviles

(norberto_arend@hotmail.com - UFSM)

Marcos Lucas Oliveira

(marcos_lucas1@hotmail.com - PPGEP /UFSM)

Franco da Silveira

(franco.da.silveira@hotmail.com - PPGEP /UFSM)

Janis Elisa Ruppenthal

(profjanis@gmail.com - PPGEP/UFSM)

Resumo

Este trabalho parte basicamente de duas pesquisas bibliográficas, onde a primeira é sobre Teoria Hélice Quíntupla que guiará a pesquisa e será padrão comparativo para o estudo do caso Vale do Silício. O estudo de caso será focado nos fatores que impactaram o desenvolvimento da região quanto à inovação. A segunda pesquisa tem por objetivo analisar o caso estudado, sendo levado em consideração estatísticas para comprovação de estudos e autores que tiveram experiências práticas na região analisada. Pretende-se com isso encontrar características em comum a partir da comparação entre a teoria estudada e o caso prático.

Palavras chave: Hélice Quíntupla, Vale do Silício, inovação.

1 Introdução

É um fato comumente discutido que o empreendedorismo e a inovação podem alavancar uma região ou mesmo um país para o sucesso tecnológico e econômico. A maior parte da crescente importância da questão local e também regional, se deve à bem sucedida experiência de desenvolvimento econômico ocorrida na chamada Terceira Itália e no Vale do Silício, nos Estados Unidos (VECCHIA, 2006). Logo, casos de sucesso como esses são questionados e assim, torna-se relevante verificar quais as razões que ocasionaram o marco do empreendedorismo e inovação através dessas regiões.

Essas regiões cresceram a taxas muito elevadas nas duas últimas décadas, se comparadas à média dos seus continentes; geraram enormes quantidades de empregos bem remunerados e estão entre as rendas per capita mais elevadas do primeiro mundo. A literatura econômica frisa que boa parte da explicação desse fenômeno deva ser colocada na questão local (SANTOS et al., 2006).

Sendo um importante polo de pesquisa desde o século XX para a marinha norte-americana, o Vale do Silício foi se desenvolvendo nas décadas de 1940 e 1950 a partir da criação de grandes centros de pesquisa aeroespacial e de telecomunicações. O sucesso de uma startup pioneira chamada Hawlett Packard fez com que a Universidade de Stanford fundasse o primeiro parque industrial focado em tecnologia, atraindo pessoas e organizações como Lockheed e General Electric. Assim, a região foi crescendo e com ela uma cultura pouco ortodoxa de empreender foi surgindo para tornar-se a base da indústria de semicondutores e posteriormente o celeiro de inovação no mundo.

Diante disso, surge a presente pesquisa que visa fazer uma comparação do macro ecossistema empreendedor e inovador do Vale do Silício com o conceito de ambientes propícios à inovação. Para isso, é utilizada a Teoria da Quíntupla Hélice criada pelos autores Elias Carayannis e David Campbell que, por sua vez, foi desenvolvida como um aprimoramento da Teoria Hélice Tripla de Etzkowitz e Leydesdorff.

Neste sentido, o estudo tem por objetivo analisar e discutir se as abordagens da quíntupla hélice compõem os fatores de sucesso do atual Vale do Silício. A estrutura do artigo consiste na fundamentação teórica, metodologia de pesquisa, estudo do caso Vale do Silício em comparação com os modelos de inovação estudados e considerações finais sobre o trabalho desenvolvido.

2 Fundamentação Teórica

Para o desenvolvimento de um ambiente propício à inovação e criatividade em uma era de geração de conhecimento em que o mesmo é compartilhado e baseado em benchmarking*, os autores Carayannis e Campbell (2011) defendem a criação de um elo, uma ligação para a geração do conhecimento. Um ecossistema em que os agentes seriam: universidades, empresas (mundo corporativo), governo, sociedade civil (mídia para apresentar inovação e provocar inovação, artes como uma manifestação de conhecimento e criatividade, culturas de inovação), e sustentabilidade socioambiental.

2.1 Modelo Tripla Hélice

O Sistema de Inovação Tripla Hélice foi desenvolvido por Henry Etzkowitz e Loet Leydesdorff (2000) e afirma que existem três “hélices” que interligam e geram um sistema de inovação em uma região. Para Fugino et. al., 1999, o estímulo à realização de projetos tecnológicos do Estado, incluindo a universidade ao segmento empresarial, está centrado no argumento de que essas interações favorecem o acesso aos conhecimentos e habilidades tecnológicas dos parceiros. Além disso, essa união entre diferentes esferas da sociedade pode minimizar os riscos financeiros inerentes às atividades de pesquisa e desenvolvimento, ao mesmo tempo em que possibilitam novo aporte de recursos às atividades de pesquisa.

Etzkowitz (1990) destaca que a empresa é considerada o lócus da rede, o governo como a fonte das relações contratuais que garante uma certa estabilidade nas interações e nos processos de permutas e a universidade como base geradora dos novos conhecimentos e tecnologias. Etzkowitz e Leydesdorff (1999) orientam ainda que os atores envolvidos na hélice tríplice estabeleçam políticas inovativas que permitam maior intensidade em suas relações, com foco na alavancagem de projetos de inovação. Os autores destacam que essas interações ocorrem em atividades cross-institucionais. As relações entre governo e indústria são tradicionalmente mais difundidas na sociedade por interesses de desenvolvimento econômico e sustentação em mercados competitivos, pelo envolvimento de subsídios e incentivos a determinados nichos. A universidade é incorporada posteriormente pela necessidade atual de avanço no desenvolvimento de conhecimento cada vez mais complexo.

Rodrigues e Melo (2013) corroboram que a relação da hélice tríplice pode ser apresentada em quatro dimensões, sendo a primeira provocada como uma transformação interna em cada uma das hélices. A segunda dimensão envolve a influência de uma hélice sobre a outra, a terceira surge em decorrência da sobreposição das estruturas institucionais de interação em cada uma das hélices e, por último, a quarta dimensão consiste em um efeito recursivo das redes trilaterais nas espirais das quais emergem e da sociedade em geral.

2.2 Modelo Quádrupla Hélice

A partir do Modelo Hélice Tripla criado e fortemente sustentado, os autores Carayannis e Campbell (2009) propuseram que fosse adicionada mais uma “hélice”, onde os agentes de mudança são a sociedade civil trabalhando em consonância com a mídia e cultura disponíveis no local. Em uma sociedade, o público usa e aplica conhecimento, portanto usuários públicos também fazem parte do sistema de inovação. O termo “público” refere-se à sociedade civil que é impactada pela mídia e cultura. Porém, outros aspectos também são destacados, como: culturas e culturas de inovação, valores e estilos de vida, multiculturalismo, criatividade, mídia, artes.

Estes fatores heterogêneos de cultura podem incentivar a criatividade, que é essencial para a criação e produção de conhecimento e inovações. É possível chamar esta criatividade de “criação de conhecimento”, o que encoraja o desenvolvimento de ambientes de conhecimento criativo em termos organizacionais e institucionais. Hemlin et al. define tal contexto como: *“Ambientes de conhecimento criativo são ambientes que exercem positiva influência nos seres humanos engajados em trabalhos criativos para a produção de conhecimento ou inovações, sendo eles sozinhos ou em equipes de trabalho, ou ainda uma única organização ou uma colaboração entre organizações”*.

2.3 Modelo Quíntupla Hélice

Com o modelo anterior desenvolvido, Carayannis e Campbell (2011) acrescentam mais um fator à teoria da Hélice Quádrupla. Considerando a importância entre um equilíbrio nos diferentes meios de desenvolvimento da sociedade e da economia, é essencial levar em conta os ambientes naturais em que a sociedade está inserida. Portanto, o modelo de quíntupla hélice se refere, analiticamente, à ecologia social, uma vez que o ambiente natural deve ser compreendido como um guia para o maior avanço de produção de conhecimento e sistemas de inovação.

Considerando que sistemas humanos incluem os seres humanos individuais, as sociedades e sistemas sociais e os

sistemas ambientais abraçam os componentes naturais, civilizacionais e humanos, Gudynas (1991) define que ecologia social é o estudo dos sistemas humanos em interação com seus sistemas ambientais. A Ecologia Social defende o desenvolvimento sustentável, atendendo às carências básicas dos seres humanos sem sacrificar o capital natural da Terra e leva também em consideração o direito que as gerações futuras têm de herdarem um planeta habitável com relações humanas minimamente justas. Bookchin (1921-2006), coloca-nos que o cerne dos problemas ecológicos é originado de problemas sociais pré-existentes. Assim, a chave para solucionar impactos ecologicamente negativos está em identificar e resolver problemas sociais.

3 Metodologia

Na concepção de Andrade (2009, p.111), pesquisa é o conjunto de procedimentos sistemáticos, baseado no raciocínio lógico, que tem por objetivo encontrar soluções para problemas propostos, mediante a utilização de métodos científicos.

A pesquisa qualitativa, na visão de Gonsalves (2007) preocupa-se com a compreensão, com a interpretação do fenômeno considerando o significado que os outros dão às suas práticas. É uma modalidade onde os dados são analisados subjetivamente pelo pesquisador.

Assim, o método utilizado para a realização deste estudo foi uma pesquisa de cunho qualitativo quanto à natureza, descritiva referente aos objetivos, com base em referencial teórico e sendo desenvolvida através de uma revisão bibliográfica do caso estudado com informações produzidas por agências governamentais e associações civis relacionadas ao caso estudado. Foram utilizados como base de pesquisa sites governamentais para referencia em dados e indicadores, livros como referencias históricas da região estudada e artigos cujos temas são recentes.

4. Características do Vale do Silício x Hélices

4.1 Academia, Indústria e Estado no Vale do Silício.

Etzkowitz (2012) acredita que o vale do Silício iniciou como um resultado de estratégia de desenvolvimento da Universidade de Stanford como uma universidade empreendedora* desenvolvida em parceria com a indústria e governo. Etzkowitz argumenta que, inicialmente, o Vale do Silício foi apoiado por duplas hélices baseadas em interações universidade-indústria e governo-universidade que, posteriormente, convergiram em uma hélice tripla de relações do tipo universidade-indústria-governo. Assim, a região cresceu de uma geradora local de novas tecnologias para um importante centro global de relacionamentos, com empresas multinacionais, países, regiões e universidades mantendo bases para negociar ou criar tecnologias avançadas.

Durante as décadas de 40 e 50, Frederick Terman, reitor da Universidade de Stanford, incentivou professores e graduados a começarem suas próprias empresas na região. Assim, as primeiras startups foram fundadas por cientistas renomados que levaram o método científico para as suas empresas partindo da observação sistemática dos fatos, com a realização de experiências, deduções lógicas e comprovação científica dos resultados obtidos. Os primeiros conglomerados industriais a instalarem-se na região foram Lockheed e General Electric, levando consigo conhecimento, investimentos e aumentando a competitividade da região.

Para Wonglimpiyarat (2006), o governo americano criou iniciativas de incentivo para investidores e empreendedores como baixas taxas de impostos sobre ganhos. Estas iniciativas variam conforme o estágio de inovação dos negócios e podem impactar na introdução de novas tecnologias no mercado, transferência de tecnologias, até em pesquisa e desenvolvimento de inovações. Assim, o papel do governo é de catalisador, o qual prepara um ambiente para a inovação florescer e entrar no mercado. Um resultado visível para a eficiência dos incentivos à inovação e empreendedorismo é a baixa burocracia para novos negócios, onde é possível iniciar legalmente uma startup no prazo de duas semanas.

4.2 A cultura de inovação do Vale do Silício

Jamrog e Overholt (2004) argumentam que dada a importância crescente da inovação nos contextos empresariais e a busca por vantagens competitivas diferenciadas, uma cultura organizacional que facilite estes processos torna-se fator estratégico para que a região alcance seus objetivos. Em continuação, Gundling (1999) afirma que para se poder gerenciar com sucesso inovações técnicas, é necessário que a cultura organizacional tenha algumas características. Entre estas particularidades, o autor cita os heróis, liberdade, atividade e antecipação, resiliência e coragem.

A partir da análise do posicionamento de Normand (2014), pode-se concluir que heróis são considerados os empreendedores, que tem uma ideia e a coragem de pô-la em prática. A liberdade é caracterizada pela alta tolerância ao erro e ao risco, aceitação de novas ideias, e multidisciplinariedade dos agentes envolvidos. Para o

autor, a capacidade de persistência em ideias e a ousadia de inserí-las no mercado são também grandes diferenciais.

Segundo uma pesquisa realizada por Jaruzelski et al (2012), foram identificadas três funções de organizações importantes que influenciam na inovação e otimizam as atividades e antecipações diante do mercado. As primeiras são chamadas *need seekers*, ou buscadores de necessidades, que são empresas que se concentram em discernir as verdadeiras necessidades de seus usuários, descobrir como atender essas necessidades, e então colocar o produto ou serviço necessário no mercado o mais rápido possível. Existem também os *technology drivers*, ou condutores tecnológicos, que recebem ordens dos departamentos de engenharia e tem como função trabalhar nos projetos de desenvolvimento dos produtos. Por último, os *market readers*, ou leitores de mercado, baseiam-se em uma abordagem de desenvolvimento incremental e rápido com objetivo de inserção de inovações no mercado.

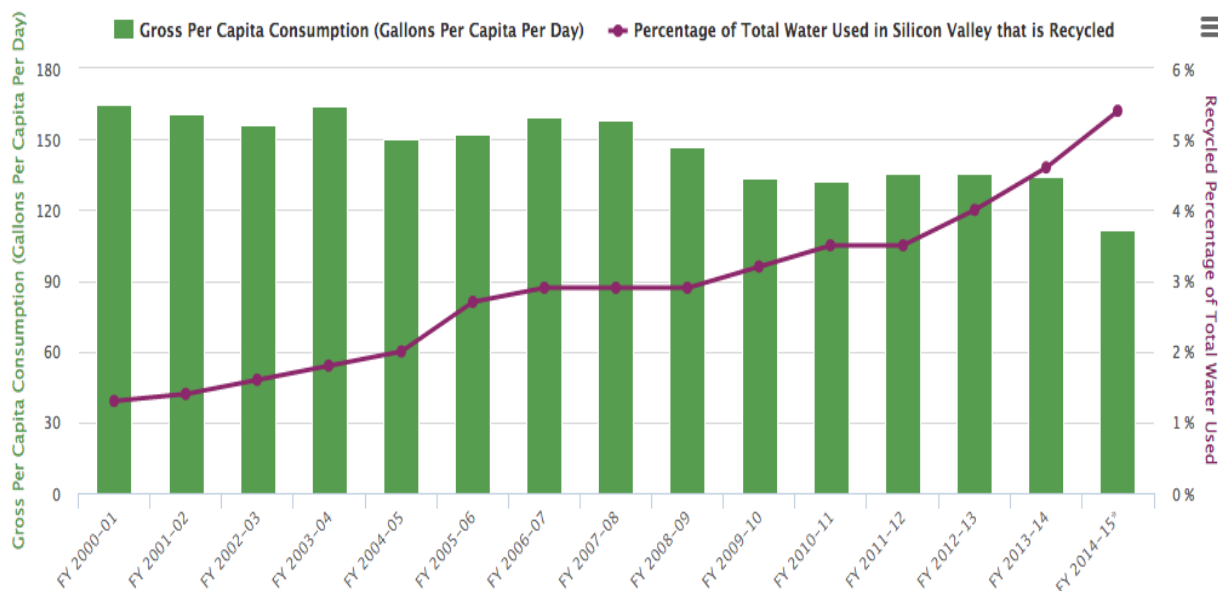
4.3 Sustentabilidade socioambiental no Vale do Silício

Melhus e Paton (2012) definem que negócios, agências governamentais, organizações não governamentais, e universidades formam colaborativamente a *Sustainable Silicon Valley (SSV)*, uma iniciativa com objetivo de gerar significantes melhoras ambientais e conservação dos recursos no Vale do Silício através do desenvolvimento e implantação do Sistema Regional de Gestão Ambiental. Com prazo para 2050, as metas da organização concentram-se nos temas eficiência energética, redução da emissão de carbono, e otimização do uso da água.

Como um dos projetos da SSV, Rosenblum et al. (2011) destaca que existe uma ferramenta virtual onde indústria, governo e instituições de educação podem trabalhar juntas para compartilhar informações sobre todos os aspectos de sustentabilidade. O EcoCloud utiliza o poder da internet baseado em redes sociais para integrar líderes de negócios, especialistas da indústria, inovadores de tecnologia, pesquisadores acadêmicos e agentes do governo para tornar suas organizações mais sustentáveis e rentáveis.

De acordo com o Silicon Valley Index (2016), o Vale do Silício tem evoluído com a redução do desperdício de água diminuindo 17% e aumentando o reuso do recurso natural desde 2000, como é mostrado no gráfico a seguir.

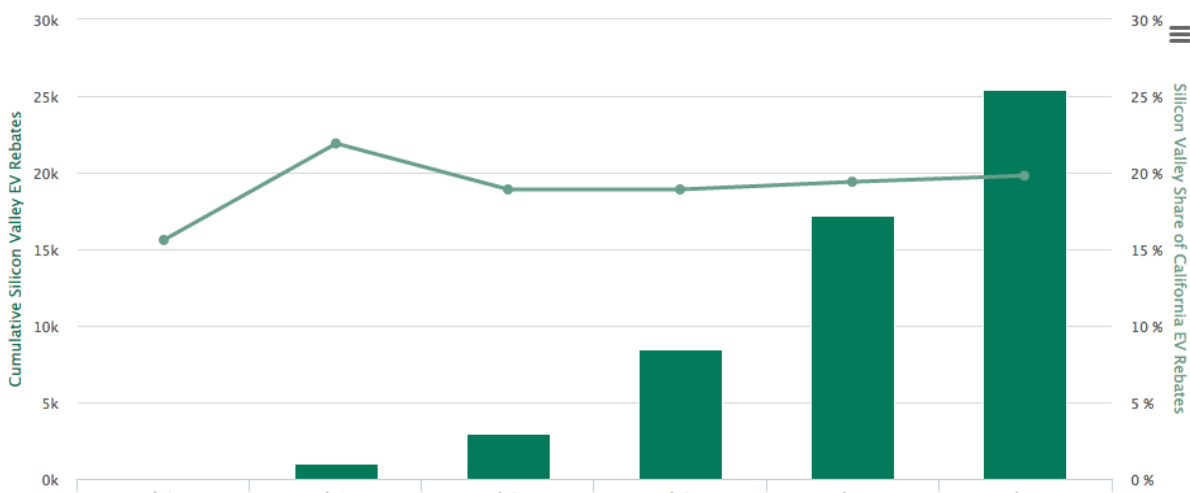
Gráfico 1 – Quantidade de água consumida por dia e porcentagem do total de água usada reciclada



Fonte: siliconvalleyindicators.org (2016)

Além disso, os cidadãos da região estão combatendo a mudança climática através da troca de uso de combustíveis fósseis tradicionais por veículos elétricos (Gráfico 2), correspondendo a mais de 25000 motoristas de carros elétricos em 2015 (representando 20% dos motoristas do estado da Califórnia).

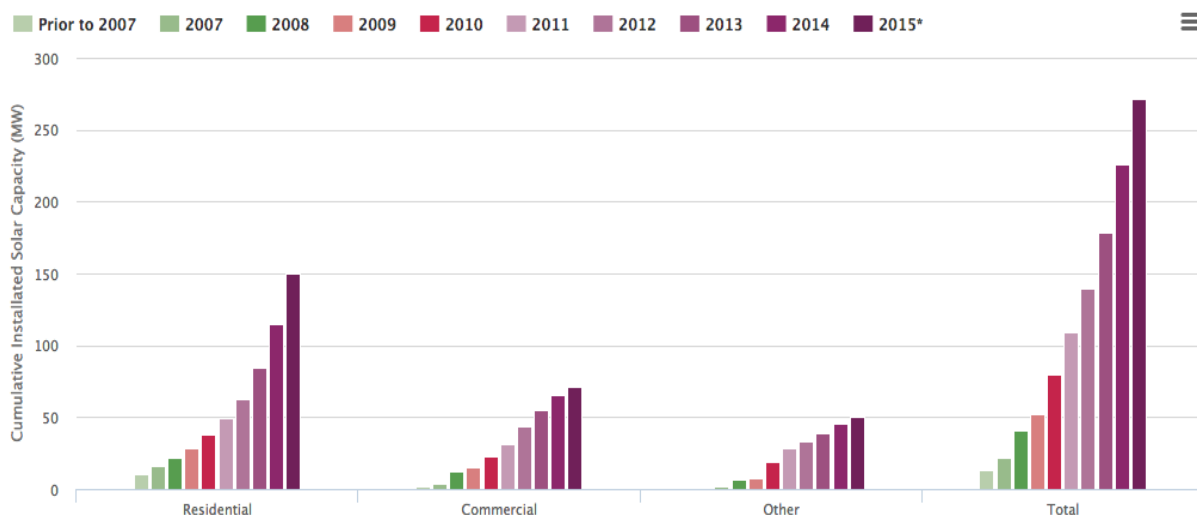
Gráfico 2 – Redução e compartilhamento do uso de veículos elétricos no Vale do Silício



Fonte: siliconvalleyindicators.org (2016)

Finalmente, com o gráfico 3 é demonstrado que a capacidade de geração de energia solar aumentou 20% entre 2014 e 2015, alcançando 272 megawatts e colaborando com a diminuição da dependência de redes de eletricidade.

Gráfico 3 – Capacidade de geração de energia solar em Megawatts



Fonte: siliconvalleyindicators.org (2016)

5. Conclusão

O objetivo de todo sistema de inovação em um determinado local é criar um ambiente que, assim como no Vale do Silício, seja natural a criação e desenvolvimento de ideias inovadoras que impulsionem efetivamente a sociedade global. Esse sistema de atuação surge como uma alternativa para que se promova o desenvolvimento integrado de determinada região, o que, em última análise, acaba possibilitando maior participação cidadã, democrática, de legitimidade e governabilidade.

Assim, diante de um cenário caracterizado por rápidas mudanças nos mercados, nas tecnologias, bem como nas formas organizacionais, a capacidade de gerar e absorver inovações se mostra cada vez mais indispensável para que as organizações se mantenham competitivas. Nesse sentido, a constante aquisição de novas capacitações e conhecimentos deve ser intensificada para que seja possível utilizar esse aprendizado na construção de vantagens competitivas.

Diante do exposto, foi possível verificar a importância da quintupla hélice para o desenvolvimento regional e também, o papel fundamental do governo nesse contexto. Fica evidente que o caso estudado do Vale do Silício possui suas próprias características e essas, por sua vez, caracterizam o Modelo Quintupla Hélice já discutido.

Referências

- Andrade, Maria Margarida de. (2009) Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação– 9. Ed. – São Paulo: Atlas.
- Bookchin, M. (2001) What is social ecology? In Zimmerman, M. E. (Ed.) *Environmental Philosophy – From Animal Rights to Radical Ecology*. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.
- Boff, Leonardo. (2006) *Virtudes para um outro mundo possível: v. II: conviência, respeito e tolerância*. Petrópolis, RJ; Vozes; 126 p.
- Carayannis, G.E.; Campbell, F. D. (2011) Open Innovation Diplomacy and a 21st Century Fractal Research, Education and Innovation (FREIE) Ecosystem: Building on the Quadruple and Quintuple Helix Innovation Concepts and the “Mode 3” Knowledge Production System. *Journal of the Knowledge Economy*.
- Etzkowitz H, Leydesdorff L (2000) The dynamics of innovation: from national systems and “mode 2” to a triple helix of university–industry–government relations. *Research Policy* 29:109–123
- Etzkowitz, H. (1990) The capitalization of knowledge: the decentralization of United States industrial and science policy from Washington to the States. *Theory and Society*, v. 19, n. 1, p. 107-121.
- Etzkowitz, H. (2012) *Silicon Valley: The Sustainability of an Innovative Region*. The Triple Helix Association Working Paper, n. 1, p. 25.
- Etzkowitz, H.; Leydesdorff, L. (1999) The future location of research and technology transfer. *The Journal of Technology Transfer*, v. 24, n. 2-3, p. 111-123.
- Etzkowitz, H.; Leydesdorff, L. (2003) Research groups as ‘quasi-firms’: the invention of the entrepreneurial university. *Research Policy*, v. 32, p. 109-121.
- Fujino, A.; Stal, E.; Plonski, G.A. (1999) A proteção do conhecimento na universidade. *Revista de Administração*. São Paulo, v.34, n.4, p.46-55.
- Gonsalves, E. P. (2007) *Conversas sobre iniciação à pesquisa científica*. 4. ed. São Paulo: Alínea.
- Gudynas, E.; Evia, G., (1991) *La Praxis por la vida. Introducción a las metodologías de la ecología social; La culpa verde*.
- Gundling, E. (1999) *The 3M Way to innovation: balancing people and profit*. Vintage Books; NY.
- Jaruzelski, B., Le Merle, M., & Randolph, S. (2012). *The Culture of Innovation: What Makes San Francisco Bay Area Companies Different?*. Booz.
- Melhus, P., Paton, B. (2013) The paradox of multi-stakeholder collaborations: insights from sustainable silicon valley’s regional CO2 emissions reduction program. *Journal of Environmental Sustainability*, 2(2), 7.
- Normand, R. (2014) Vale do Silício: Entenda como funciona a região mais inovadora do planeta. Disponível em <<http://valedosilicio.com>>
- Rodrigues, C.; Melo, A. I. (2013) The triple helix model as inspiration for local Development policies: an experience-based perspective. *International Journal of Urban and Regional Research*, v. 37, n. 5, p. 1675- 1687.
- ROGERS, E. M
- Rosenblum, E., Davis, M., Grossman, M., Clark, D., Davis, J., & Risberg, J. (2011) Innovative EcoCloud™ Helps Silicon Valley Companies Adopt Sustainable Practices. *International Journal of Innovation Science*, 3(1), 3-8.

Silicon Valley Network. (2016). *Joint Venture's Index of Silicon Valley*. Joint Venture, Silicon Valley Network.

SANTOS, A.G.; DINIZ, E.J.; BARBOSA, E.K. 2006. Arranjos produtivos locais, política industrial e desenvolvimento. In: Arranjos produtivos locais e desenvolvimento. BNDS.

Silicon Valley Institute for Regional Studies. (2016) Silicon Valley Indicators. < siliconvalleyindicators.org/data/place/environment > Acesso 09,14, 04/05/2016.

VECCHIA, R. V. R. D. (2006) Arranjos produtivos locais: como estratégia de desenvolvimento local e regional. In: XVIII Seminário de Pesquisa; XIII Semana de Iniciação Científica; I Jornada Paranaense de Grupos PET, Guarapuava. Pesquisa e Desenvolvimento: novos rumos e desafios. Guarapuava.

Wonglimpiyarat, J. (2006) The dynamic economic engine at Silicon Valley and US Government programmes in financing innovations. *Technovation Journal*

2TC-A4-El Emprendedorismo Como Factor de Competitividad Regional: Aspectos Motivacionales

Lucía Brottier (Ing. Industrial /UNCuyo)

Carlos Nallim (Ing. Industrial /UNCuyoL)

Resumen

En la actualidad impacta, cada vez con mayor relevancia, el desarrollo y la influencia, que ejercen los emprendedores en la cadena de valor. Grandes compañías, han surgido, a partir de asociaciones colaborativas de emprendedores. En el marco internacional, extremadamente competitivo, tanto el capital humano como la gestión del conocimiento y el talento organizacional constituyen la base del desarrollo sostenible. Las características asociadas a estas temáticas, la importancia de las personas y sus actitudes, junto al desarrollo de un entorno local propicio para realizar emprendimientos innovadores, conforman el objetivo de esta investigación.

El objetivo del proyecto consiste en detectar y detallar las características asociadas vinculadas con la importancia de las personas y sus actitudes al idear, desarrollar y operar un emprendimiento, y los factores de entorno que facilitan e incitan al emprendedor a realizar emprendimientos innovadores.

Palabras clave: *Emprendedores, Innovación, Motivación.*

1 Fuentes

1.1. Relevamiento bibliográfico:

Se buscaron fuentes principales de relevamiento bibliográfico, basándonos en los siguientes criterios: a) Experiencias Nacionales e Internacionales y b) Autore con experiencia propia como emprendedores y con experiencia indirecta a través de su contacto con emprendedores en relación a su trabajo.

La búsqueda no se circunscribió solamente a libros, sino que también se incluyeron artículos publicados en revistas de actualidad y sitios de Internet válidos.

Por ejemplo, a nivel de la Argentina se han relevado los escritos de Andy Freire (“Pasión por emprender” y “50 claves para emprendedores”), centrados exclusivamente en su experiencia como emprendedor y como divulgador de la temática, Tamara Di Tella en “El cliente nunca tiene razón”, Gerardo Saporosi en “Pasión Entrepreneur”; y en artículos periodísticos, como la entrevista a Marcos Galperín en La Nación (Buenos Aires)².

A nivel internacional resultan muy importantes como fuente las biografías de emprendedores importantes (por ejemplo la biografía oficial de Steve Jobs escrita por W. Isaacson), estudios de autores que buscan tendencias laborales y sociales (como Tom Peters –el individuo y la organización-, Thomas Friedman –el mundo y el impacto de la tecnología-, o Chris Anderson –la tecnología y los negocios), y estudios de académicos como Justo Nieto Nieto en “Y tú, ..., ¿innovas o abdicas?”³. Es de destacar que la experiencia internacional es sumamente válida porque los desafíos que un emprendedor enfrenta como persona son -conceptualmente y de acuerdo con lo que podemos constatar de contrastar lecturas, entrevistas y experiencias personales- los mismos en cualquier lugar del mundo, ubicándose las diferencias en el marco de las posibilidades y políticas de desarrollo para apoyar al emprendedor en su desarrollo más que en la persona en sí.

²“El argentino nº 1 de la web”, Revista La Nación, 4 de marzo de 2012

³Nieto Nieto, Justo, “Y tú, ..., ¿Innovas o abdicas?”, Valencia, Editorial Universitat Politècnica de Valencia, 2010.

1.2. Entrevistas a emprendedores

Otra fuente usada han sido las entrevistas o reuniones con emprendedores locales (Mendoza) para entender los desafíos que deben enfrentar y validar de esta manera las experiencias que analizamos y que provienen de fuentes como las indicadas en el punto anterior.

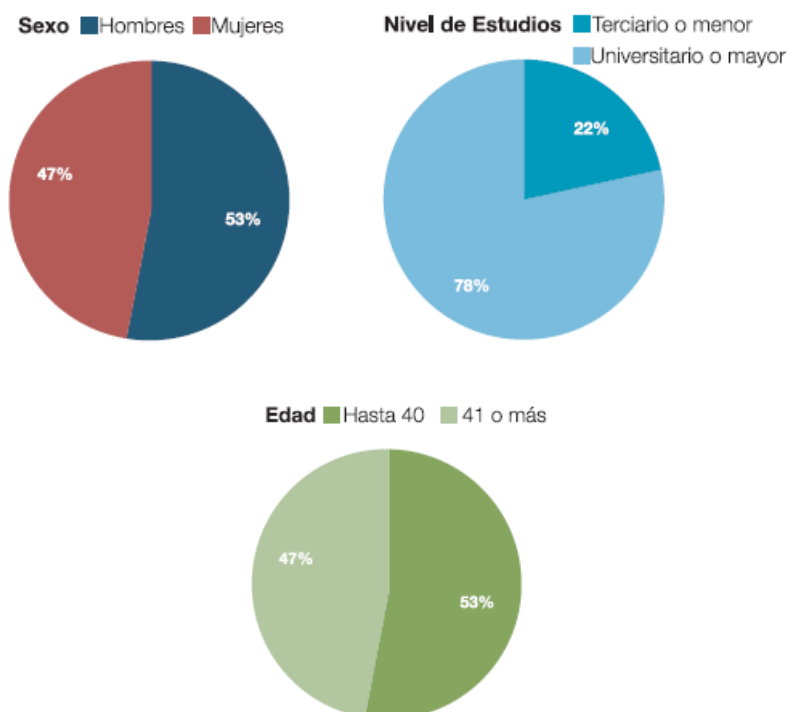
Dentro de este inciso se empezó a trabajar desde la Cátedra de Gestión de las Personas con los alumnos de los ciclos 2011 y 2012, quienes en varios grupos tomaron como trabajo de investigación esta temática para empezar a sondear las opiniones de la sociedad al respecto.

Así fue como se evaluaron diferentes hipótesis (por ejemplo aquellas referidas a que un emprendedor debe tener conocimientos acerca de Planeación, Dirección, Organización y Control, ó las capacidades personales del emprendedor (no sólo técnicas –adquiribles vía terceros- sino fundamentalmente actitudinales –irreemplazables-y que hacen a la esencia del espíritu emprendedor), ó la pregunta de base acerca de si un emprendedor nace o se hace (determinismo versus voluntad).

Los trabajos fueron expuestos por los alumnos al final del ciclo ante sus compañeros y profesores, constituyendo un intento de fomentar de manera realista esta oportunidad siempre presente de desarrollo laboral y personal, al mismo tiempo que los estudiantes enfrentan tener que definir hipótesis, buscar los medios de recabar información –que en el proceso los acerca al mundo laboral real-, y analizar esa información para determinar si las hipótesis que se plantearon se prueban o son rebatidas. Algunas hipótesis se validaron, otras no, y se intentó entender las posibles discrepancias.

1.3. Encuesta ad hoc

Alumnos de la cátedra (Sabrina Vila y Facundo Carmona) se sumaron a este proyecto y contribuyeron realizando encuestas en el área de Mendoza. Se lograron concretar 125 encuestas con las siguientes características de los entrevistados:



2.- Antecedentes

Aunque el tema pareciera haberse puesto de moda en los últimos tiempos, hay que destacar que la del emprendedor es una condición que siempre ha existido.

El auge actual está en el redescubrimiento de la actividad emprendedora como una alternativa a la actividad laboral en relación de dependencia, que tuvo su climax en el mundo a lo largo del siglo XX.

Desde este punto de vista es un redescubrimiento porque antes de las dos guerras mundiales, y especialmente en el período que va desde la Revolución Industrial hasta la primera década del siglo XX esta actividad ya existía, sólo que era conocido con otros nombres, uno de ellos el famoso “self made man” anglosajón (persona que se cuida y avanza gracias a sí misma). Más aún, en siglos anteriores muchos emprendedores hacían honor al origen etimológico de esta palabra ya que acometían diferentes tipos de “empresas”. Pensar en los exploradores de los grandes imperios no hace más que evocar reminiscencias en este sentido. Varios no sólo eran “free lance” (en su sentido original de soldados que buscaban el mejor empleo de sus competencias bélicas buscando quien pudiera darles apoyo y así compartir riesgos y recompensas), sino que el vínculo histórico se amplía al englobar dentro del concepto de emprendedor la figura de lo que actualmente se llama “intrapreneur”, es decir, aquella persona que trabajando para una organización determinada demuestra y utiliza, en principio, las mismas tácticas y competencias que requiere un emprendedor que se desempeña sin vínculos con una organización en particular.

Veamos algunos de los puntos detectados durante la realización de este trabajo.

2.1. Factores Ambientales

Contacto con la realidad

- “Soy emprendedor y tengo un problema con la falta de realismo económico de aquellos que nos gobiernan. Los políticos están en su burbuja. No nos comprenden. Sobre un total de 577 diputados hay sólo 19 jefes de compañía. De los 38 ministros, no hay uno que haya desarrollado su propio emprendimiento.” (opinión de un emprendedor francés en “Confessions d’un patron excède”, Le Point, 6/12/2012, n° 2099, p. 54)

Reglas claras

- Regulaciones cambiantes: “El problema es que no hay nada definido, ya no se sabe adonde se va, los anuncios del gobierno cambian de manera regular”. (opinión de emprendedor francés en “Les blues du chef”, Le Point, 6/12/2012, n° 2099, p. 56).

Reglas apropiadas

- “Y está en los privados salvo cosas muy puntuales: cuando te empieza a ir bien, aparecen los problemas, sobre todo sindicales. Creo que no tienen ningún sentido, en nuestro sector, ciertas reglas que se aplican a otras industrias.” (M. Galperin, op.cit. pag.22)
- ¿Qué pasa cuando no hay correspondencia entre la potencia del emprendedor y el ambiente en el que se mueve?

“En general, las actividades tienen sindicatos, ¿por qué creés que las empresas de tecnología no?”

“-Creo que no son compatibles. No sé cómo se va a solucionar, pero no son compatibles. Si le ponés palos en la rueda a esta industria se va a ir a otro lado. Tenemos algo valiosísimo que estamos construyendo porque es muy fácil migrarlo, son ideas que están en los cerebros. Esto no es una empresa minera, son cerebros a los que no les interesan ataduras de ningún tipo. Para retener a la gente acá tenemos que tratarla muy bien, porque la gente quiere trabajar divertida, motivada, y quiere pasarla bien. Así que creo que ese es un tema por considerar porque va a destruir mucho de lo que estamos construyendo.” (M. Galperin, op.cit.pag.23)

- “Pasando de 50 empleados, aparece una milhoja administrativa (hay que crear un comité de higiene, otro de seguridad y condiciones de trabajo, un comité de compañía, elegir delegados sindicales, un responsable sindical, etc. Todo eso, al fin de cuentas, lleva a 12 personas elegidas, que representan ¡el 25 % de la dotación! Todos son empleados protegidos...” “ Me opongo al sistema ultrarrígido , no a los representantes del personal” (Emprendedor francés en “Confessions d’un patron excède”, Le Point, 6/12/2012, n° 2099, p. 55)
- Regulación enredada, horarios irreales para un emprendedor (Francia: 35 horas), normas desactualizados (cantidad de baños calculada en función de usos fabriles de hace 100 años –descansos simultáneos de todo el turno => ¡un baño c/10 personas! (íbidem)

Relación empresas establecidas y nuevos emprendimientos, integrados en un ambiente demandante. ¿Qué experiencias se encuentran al respecto?

Crear puentes

- “El sistema de empleo en Silicon Valley es el siguiente: se monta una start up, se la vende (como Google con You Tube) y se vuelve a empezar” (emprendedor francés en “Pourquoi le patron de Deezer est parti en Californie”, Le Point, 6/12/2012, n° 2099, p. 70). Continúa: “Un atajo que le conviene a todos, que fuerza el dinamismo, y que obliga a que las personas se renueven sin cesar. Esto no ocurre en Francia, donde no hay puentes entre los grandes grupos empresarios y las start-ups”.

Consideración social

- “Al principio, cuando no recibes salario, te deja tu mujer porque no te ve nunca, trabajas 80 horas por semana más los fines de semana, has hipotecado tu casa, en fin cuando estás globalmente en el medio de todo esto (“Dans la merde” sic), eres tan valiente, está buenísimo. Luego, si tienes algo de éxito, cruzas sin darte cuenta la línea de emprendedor a patrón malvado. No tienes la sensación de haber cambiado, pero la mirada de la sociedad sobre ti ha cambiado. Francia tiene un verdadero problema con el dinero y el éxito.” (“Confessions d’un patron excède”, Le Point, 6/12/2012, n° 2099, p. 54).
- “Recuerdo cuando salimos a bolsa muchos amigos me decían: Bueno, ya estás. Y yo les contestaba: No, al contrario. Es como cuando en el fútbol salís del intercountries y pasás a primera: está bárbaro, pero cuando pateaste un penal a la tribuna salís en la tapa de todos los diarios.” (Galperin, op.cit.pag- 23)
- “¿Cómo puede ser que esta miniatura de nación (Islandia) produzca más artistas y escritores per cápita que cualquier otra?

-Es por el fracaso- dice Larus, apretándose con fuerza las gafas contra el caballete de la nariz.

-¿El fracaso?

-Sí, el fracaso en Islandia no está estigmatizado. A decir verdad, en cierto modo, admiramos a los fracasados.

-¿Qué admiráis a los fracasados? Parece...una locura. Nadie admira el fracaso

-Míralo de esta manera; nos gusta la gente que fracasa si fracasa con la mejor intención. A lo mejor fracasaron porque no fueron lo bastante despiadados, por ejemplo.

Cuánta más vueltas le daba, más sentido tenía. Porque si eres libre para fracasar, eres libre para probar. A los estadounidenses nos gusta creer que también nosotros abrazamos el fracaso, y es verdad, hasta cierto punto. Nos encanta una buena historia de fracaso siempre que termine con éxito”⁴

⁴Eric Weiner, “La geografía de la felicidad”, Buenos Aires, Ed. Sudamericana, 2009. Pag. 227

2.2.- Factores Culturales

- Las prácticas de micromanagement (comparando el ambiente de Silicon Valley con la realidad francesa): “Se tiene mucha más autonomía, un CEO nunca tiene miedo de pedir la opinión de sus subalternos o de confesar que tiene un problema. Sabe que no será juzgado.” (“Pourquoi le patron de Deezer est parti en Californie”, Le Point, 6/12/2012, n° 2099, p. 71).
- “Esta ausencia relativa de envidia es una señal cierta de la Edad de Oro, dice Peter Hall Aquí está describiendo el París del cambio de siglo, pero podría hablar perfectamente de la Reikiavik del siglo XXI: “Vivían y trabajaban uno encima del otro. Cualquier innovación, cualquier nueva tendencia, se conocía al instante y podía incorporarse libremente al trabajo de cualquiera de los demás”. En otras palabras, los artistas parisinos de 1900 creían en el software de código abierto. También lo hacen los islandeses. Compiten, claro está, pero en el sentido original de la palabra. Las raíces “competir” vienen del latín competere,, que significa “buscar con”.” (E. Weiner, op.cit. pag 227)

3. Las motivaciones del emprendedor

¿Cuáles son los aspectos que motivan a un emprendedor, según lo relevado y analizado?

En el fondo, la motivación es **una actitud frente a la vida** (el emprendedor vocacional versus el emprendedor porque no hay más remedio⁵).

Apoyado en su posición de líder del negocio digital, Marcos Galperín parece acercarse cada vez más a la imagen del faro de una generación que hace del trabajo con unos y ceros no sólo un empleo, sino una manera de ver el mundo. (Galperin, op. cit. pag. 22)

La **trascendencia** es otro de los factores motivadores que encontramos en los emprendedores de todo el mundo (aunque a nivel personal, en el día a día, se valora el anonimato)

¿Cómo se trasciende, de manera concreta?

⇒ Por la obra

○ Creando / transformando industrias

Along the way he helped to transform seven industries: personal computing, animated movies, music, phones, tablet computing, retail stores, and digital publishing. (W. Isaacson, HBR, April 2012)

“¿Qué me motivaba? Creo que la mayoría de las personas creativas quieren expresar su agradecimiento por ser capaces de aprovechar el trabajo que otros han llevado a cabo antes que ellos.... Tratamos de utilizar el talento que sí tenemos para expresar nuestros sentimientos más profundos, para mostrar nuestro aprecio por todas las aportaciones que vinieron antes que nosotros y para añadir algo a toda esa corriente. Eso es lo que me ha motivado.” Steve Jobs

⇒ Por la educación

Trabajo mucho con Endeavor y siempre me gustó la parte educativa. (Galperín, op. cit. pag. 23) [A. Freire es el presidente de Endeavor Argentina].

⇒ Anonimato, siempre que sea posible.

Tanto Galperín (argentino con base en Montevideo) como Jonathan Benassaya (fundador de Deezer, en Francia) exaltan de Silicon Valley el anonimato perdido en sus lugares de origen. (“Pourquoi le patron de Deezer est parti en Californie”, Le Point, 6/12/2012, n° 2099, p. 70).

Creación: Crear compañías

“El sistema de empleo en Silicon Valley es el siguiente: se monta una start up, se la vende a una empresa más establecida que de esta forma adquiere una innovación llave en mano (como Google con You Tube) y se vuelve a empezar” (“Pourquoi le patron de Deezer est parti en Californie”, Le Point, 6/12/2012, n° 2099, p. 70).

⁵ Trabajo sobre Emprendedorismo de Bronzini, Cambiaghi, Oliva – Facultad de Ingeniería, UNCuyo, 2012.



“Odio que la gente se etiquete a sí misma como “emprendedora” cuando en realidad lo que está intentando hacer es crear una compañía para después venderla o salir a bolsa para poder recoger los beneficios y dedicarse a otra cosa. No están dispuestos a llevar a cabo el trabajo necesario para construir una auténtica empresa, que es la más dura en este campo. Así es como puedes hacer una contribución real y sumarte al legado de los que vinieron antes que tú.” S. Jobs (Isaacson, op.cit., p. 705)
 “Mi pasión siempre ha sido la de construir una compañía duradera en la que la gente se sienta motivada para crear grandes productos. Todo lo demás era secundario” Steve Jobs (W. Isaacson, p 701).

Crecimiento de la organización

“Lo interesante son los emprendedores de alto impacto, los que generan trabajo para terceros.” (Galperín. – (“Mercado Libre” tiene presencia en 13 países y oficinas hasta en el mítico Silicon Valley. Le da trabajo a más de 50.000 personas a través de su plataforma online y su producto permitió, en el tercer trimestre de 2011, transacciones por más de 1,3 miles de millones de dólares).

Generación de un ecosistema

⇒ Crear ejemplos:

“Cuando analizo Silicon Valley me queda claro que una empresa como HP tuvo un rol central. Gente que se fue de ahí armó otras cosas. Se puede armar una suerte de organigrama que toca casi todo Silicon Valley tomando a HP como origen. Creo que eso está pasando con MercadoLibre en la Argentina y América latina: hay mucha gente que se fue de MercadoLibre y creó otras empresas, inversores a los que les fue bien en MercadoLibre y ahora invierten en otros lados. En Endeavor [la organización que impulsa a los emprendedores de mercados emergentes en la que trabaja] veo que esto va saliendo. Sin duda, se necesita un caso testigo para que el chico que está en la Universidad y le aparece la oportunidad de ir a trabajar a un banco o a una consultora diga: Vamos a probar esto porque el día de mañana quiero que me pase lo que a MercadoLibre.” (Galperín, op. cit.pag. 22)

⇒ Responsabilidad personal

Creo que un ecosistema como Silicon Valley lo tienen que armar los privados. (Galperin. op. cit. pag 22)

¿Dinero?

“Obviamente era fantástico obtener beneficios porque eso es lo que te permite crear grandes productos. Pero la motivación eran los propios productos, no los beneficios.” S. Jobs (Isaacson, p. 701)

4. Conclusiones Generales

La pregunta que nos hacemos ahora es cómo aplicar los elementos anteriores de manera práctica. Como primera medida, listemos los factores ambientales y personales que acabamos de enumerar:

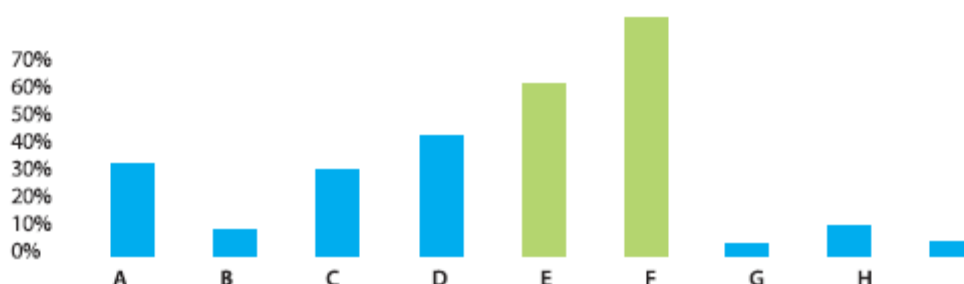
Factores ambientales (FA)	Factores personales (FP)
1. Contacto con la realidad	1..Actitud ante la vida
2. Reglas claras	2..Trascendencia (obra, educación)
3. Reglas apropiadas	3..Anonimato
4. Puentes entre lo establecido y lo nuevo	4..Creación
5. Consideración social	5..Crecimiento de la organización
6. Factores culturales	6..Generación de ecosistema => ejemplos
	7.. Responsabilidad personal
	8.. Dinero

¿Hay coincidencia entre el relevamiento bibliográfico – periodístico y lo que nos indica la encuesta realizada localmente? Lo examinaremos al mismo tiempo que iremos obteniendo ideas prácticas de aplicación.

Con respecto al emprender como algo positivo desde el punto de vista económico, el 43 % así lo considera (se vincula con el FP n° 8), mientras que el 59 % de los entrevistados lo consideran como algo importante desde el punto de vista personal (lo que podría vincularse en principio con los FP 1, 2, y 4).

Opciones	Cantidad	Total
A Iniciar un emprendimiento atemoriza.	29	23%
B Creo que iniciar un emprendimiento es demasiado trabajo.	8	6%
C Emprender requiere demasiados recursos económicos.	27	22%
D En algún futuro, dejaría mi trabajo para iniciar un emprendimiento.	38	30%
E Veo el emprendimiento como algo positivo económicamente.	54	43%
F Veo el emprendimiento como algo interesante para mi profesión y/o persona.	74	59%
G Soy poco creativo, el emprendimiento no es para mí.	3	2%
H Mi carrera no me dio/dará suficientes herramientas para realizar un emprendimiento.	10	8%
I Emprender es cosa de personas experimentadas en los negocios	5	4%

Afirmaciones según la forma de ser



Trabajo en relación de dependencia vs. Trabajo independiente

Como la mayoría de quienes respondieron la encuesta se encuentran trabajando en relación de dependencia (71 %), a los que se suma un 24 % que comparte esa modalidad de trabajo con el trabajo independiente, podemos sacar algunas conclusiones acerca de su visión del emprendedorismo, útil para sus empleadores. Muchos emprendedores recomiendan trabajar primero en una organización establecida para ganar experiencia y conocimientos.

¿Qué actitudes han aprendido los encuestados en sus trabajos?

Tenacidad – Perseverancia – Paciencia	59 %
Actitud positiva – Optimismo	56 %
Pasión – Capacidad de compromiso	47 %
Autoconocimiento – Aprender de errores	47 %
Confianza en sí mismo –Autoestima	47 %

“¿Qué aprenden las personas de sus trabajos?
No valoran tanto el conocimiento técnico sino las actitudes que han fortalecido y desarrollado.”

Parece relevante notar que de este listado, no son muchas las que las organizaciones pueden transmitir a través de “capacitaciones”, que es la manera más común en que dichas organizaciones actúan al momento de la transferencia de conocimientos y experiencias a sus colaboradores. Más que acciones puntuales de este tipo, pareciera que el foco debe estar más centrado en crear un ámbito que, más allá de los objetivos propios de la

organización, permita que las personas desarrollen esas actitudes en las que dicen estar interesados. Está claro que aquellas organizaciones que tengan y fomenten una cultura que facilite ese aprendizaje tendrán ventaja en atraer a colaboradores con un perfil emprendedor.

¿Es importante el dinero? ¿Cómo se compatibiliza el deseo de emprender (riesgoso por definición) con la “seguridad” en los ingresos?

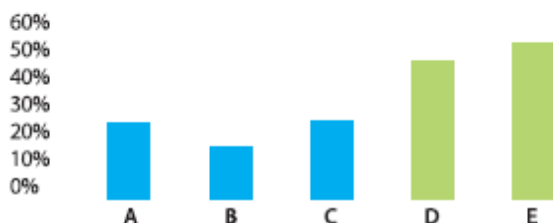
Es importante destacar que el 83 % de los encuestados consideran que su ingreso es importante para la economía familiar. Por lo tanto no están dispuestos a “jugar” ni a arriesgarse ciegamente (y nótese que no es un tema de edad, ya que está muy pareja la edad de los encuestados, con casi la mitad por arriba de los 40 años, y el resto por debajo de esa cifra).

Es un hecho que la mayoría de los emprendimientos fallan, por una razón u otra (del 85 al 95%, según el autor y los registros que se consulten, fracasa en sus primeras etapas). Entonces es importante entender cómo las personas emprendedoras enfrentan las ganas de emprender con el riesgo que conlleva el fallar. La solución de compromiso para varios parece ser el realizar tanto tareas en relación de dependencia como trabajos independientes (24 % de los encuestados. Está claro que esta opción se vincula con lo indicado en el párrafo anterior.

¿Denota este resultado una falta de compromiso? Quizá no tanto como pareciera, si se tiene en cuenta que en aquello que requieren de su entorno para lanzarse a emprender: la respuesta es coincidente con lo que se ha relevado bibliográficamente, estando al tope de la lista la existencia de reglas claras (54 %), seguida de cerca por las posibilidades de financiamiento (48 %)

Opciones		Cantidad	Total
A	Cambio cultural	35	28%
B	Asistencia de universidades / gobierno en gestión	26	21%
C	Fomento de los emprendedores	34	27%
D	Programas de financiamiento	60	48%
E	Reglas claras	67	54%

Requerimiento del entorno para ser emprendedor



¿Hace falta que las mismas personas sean innovadoras para poder emprender dentro de una organización?

Si bien algunas personas pueden generar ideas innovadoras por sí mismas, nótese que son muchos (17 %) los que esperan una idea innovadora para llevar a la práctica, aunque no haya surgido de ellos mismos. Es decir que las organizaciones pueden proveer de ideas innovadoras y proyectos para aprovechar la energía y la pasión latente en muchos de sus empleados.

Y si de alguna manera se logra vincular que quienes participen tengan algún beneficio económico personal asociado a los resultados, la combinación se potencia, ya que el mejorar la situación económica es la aspiración del 16 % de los encuestados como atractivo para desempeñarse de manera independiente.

¿Qué enfoque general pueden tomar las organizaciones? ¿Con qué amplitud?

Si bien a nivel macro (país, región) el alterar los factores ambientales es teóricamente posible, las dificultades prácticas de acción en el corto plazo nos llevan a centrarnos en el ámbito de una organización dada, en la que

dichos factores generales deberán tomarse como dados, pero los mismos, en el ámbito de la organización, pueden ser pasibles de modificación para alinearlos con lo que los intrapreneurs requieren.

¿Cómo puede producirse ese cambio, dentro de una organización dada, para adecuar los factores ambientales internos de manera que ayuden a generar un ámbito propicio para los intrapreneurs?

No hay mucho para inventar en este sentido, y seguir alguno de los lineamientos detallados en alguna de las teorías existentes (por ejemplo, la teoría de los campos de Krut Lewin, o las sugerencias de J. Kotter⁶ que se basan en apoyarse muy claramente en la comunicación, generar el sentido de la urgencia acerca de la necesidad del cambio, apoyar los factores que incentivan el cambio, debilitar las barreras que obstruyen el cambio, comenzando gradualmente a lo largo de una programa con hitos claramente identificados).

Una vez que se haya empezado a generar un ambiente adecuado (según lo visto, uno que tengan reglas adecuadas y que sean claras, alineadas con la realidad, que fomenten la consideración social de los intrapreneurs y que se vayan consolidando a través de la cultura de la organización), hay que trabajar también en las personas en sí.

En primer lugar se debería contemplar, en el caso de una organización existente, el tipo de personas que la compone.

¿Son personas con una mentalidad burocrática o se trata de personas con intereses personales que intentan desarrollar en el ambiente laboral?

¿Hace falta un espíritu emprendedor en todos los sectores o sólo en algunos? ¿En cuáles y en qué medida? ¿Es adecuado o deseable ese perfil en Administración, por ejemplo? ¿Y qué pasa en Operaciones, Ventas o Marketing? Pareciera ser que en algunos sectores sería un factor más crítico que en otros, aunque todos deberían ser alcanzados por el espíritu emprendedor (para no frenar inútilmente iniciativas válidas de sectores que las generen, por ejemplo), más allá de que no sería un requerimiento obligado para todas las personas.

Esta discusión hace ver la necesidad de una selección con nuevos criterios en general y con foco en habilidades y experiencias específicas para algunas posiciones. Además lleva al departamento de personal a reconsiderar las posiciones actuales bajo esta luz.

Evidentemente no se pueden tomar esas decisiones si no hay un compromiso de fondo de la dirección de la organización, lo que no es ninguna novedad ya que si, como dijimos, estas acciones se enmarcan en un cambio de la organización, ese involucramiento es un pre-requisito reconocido por todos los estudiosos de los fenómenos de cambio en las organizaciones.

Formas de liderazgo y conducción

Otro tema que tenemos que considerar, de acuerdo con los factores relevados, trata del estilo de conducción o liderazgo que se implante en una organización.

¿Es posible que exista, dentro de una organización acostumbrada a un liderazgo autocrático, sin participación, la responsabilidad personal por sus actos que identifican los emprendedores como un rasgo personal importante para poder actuar? En realidad ese ambiente es más propenso a crear la victimización de los burócratas como justificación frente a fracasos en un entorno cambiante.

De la misma manera, ¿cómo se compatibiliza el crecimiento (generalmente no asociado a una meritocracia en aquel tipo de conducción) con el deseo de salir del anonimato (buscado por los burócratas para distinguirse ante el director, y sin embargo no procurado por el emprendedor interno, que está más ocupado con la trascendencia de su obra y en su mejora personal como individuo). Está claro que una situación como la indicada lo que hace es potencia negativamente la situación que alguien con espíritu intrapreneur tiene dentro de una organización al someterlo a un control exacerbado y muchas veces arbitrario.

⁶ Harvard Business Review, March - April 1995 / Harvard Business Review, November 2012

Motivación

Es destacable notar, de la consideración de los factores personales identificados, cómo hay temas que aparecen allí que están relacionados con lo que nos indican las diferentes teorías sobre motivación.

Entre ellos está la importancia relativa del dinero, los factores relacionados con la satisfacción personal y la autorrealización. Así mismo se pueden enmarcar algunos dentro de la teoría de la equidad.

A partir de las respuestas recabadas, **¿cómo pueden motivar las organizaciones a su personal?**

Un 22 % quisiera emprender para tener más independencia. Una organización puede darle eso a algunos de sus empleados usando algunas de las prácticas conocidas (como el empowerment). Claro que no es una receta válida para todos los puestos ni para todas las personas (gran influencia de la madurez personal y del grado de profesionalismo que posean, y del tipo de cultura de la organización)

El hecho de que el 31 % quisiera tener algo propio como incentivo para lanzarse de manera independiente podría ser capitalizado por las organizaciones generando posibilidades de trabajo que los empleados y colaboradores consideren como propias (no sólo en la realización sino también desde la concepción). Creo que esta respuesta está en la base que explica porqué la iniciativa de Google de permitir que sus empleados dediquen cierto tiempo de su semana laboral pagada por la compañía a proyectos propios genera una adhesión tan grande.

Como se puede comprobar, hay coincidencia entre las experiencias de personas de diferentes orígenes y con trasfondos diversos que han transitado la experiencia de emprender, lo que hace posible diseñar pautas de acción como las descriptas que actuar en los ámbitos en los que nos desempeñamos.

3TC-A4-Análise Comparativa entre Regimes Tributários: um Estudo de Caso em Empresas de Advocacia, Administração de Condomínios e Corretagem de Seguros

Bruna Müller Ferreira
(bruuh.mf@hotmail.com – ULBRA)

Cláudia de Freitas Michelin
(claudiamichelin@ulbra.edu.br - ULBRA)

Filipe Possatti Campanhola
(filipe.campanhola@ufsm.br - PPGE/UFMS)

Bruno da Silva Leal
(leal.eletrica@gmail.com - PPGE/UFMS)

Julio Cezar Mairesse Siluk
(jsiluk@ufsm.br – PPGE/UFMS)

Resumo

Diariamente as leis são alteradas com a implantação de diversas medidas provisórias fazendo com que os empresários busquem novas alternativas para reduzir a carga tributária, deste modo, o planejamento tributário tem como finalidade estudar uma opção tributária legal menos onerosa para as organizações. Diante deste contexto, a presente pesquisa teve como objetivo identificar as vantagens e as desvantagens para as empresas do ramo de advocacia, administração de condomínios e corretagem de seguros que optarem pela tributação do Simples Nacional ou Lucro Presumido. Para alcançar os objetivos propostos por esta pesquisa, utilizou-se como método de trabalho a pesquisa exploratória e descritiva, de natureza quantitativa, desenvolvida por meio de estudo de múltiplos casos. A coleta de dados se deu através de planilhas, tabelas e demonstrativos contábeis. Como resultado de pesquisa, identificaram-se os regimes tributários vigentes, em especial o Lucro Presumido e o Simples Nacional, constatando-se as particularidades de cada tributo, as alíquotas aplicadas, a base de cálculo, a forma de recolhimento dos tributos, além da importância de um planejamento tributário bem elaborado. Como conclusões preliminares, advindas da pesquisa bibliográfica e de acordo com os cálculos realizados, foi possível verificar que para as empresas pesquisadas obterem melhores resultados devem optar pelo regime tributário do Simples Nacional, pois a carga tributária é menor. Desta forma, se torna uma vantagem para as empresas de advocacia, administração de condomínios e corretagem de seguros optarem pelo Simples Nacional, se compará-lo com o regime tributário do Lucro Presumido.

Palavras chave: *Planejamento tributário, regime tributário, Simples Nacional, Lucro Presumido.*

1 Introdução

As microempresas (ME) e empresas de pequeno porte (EPP) são as principais geradoras de riqueza no Brasil, segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2014), são cerca de 9 milhões de empresas deste porte no país, o que representa 27% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro. Esse resultado vem crescendo nos últimos tempos, já que a produção gerada por elas quadruplicou em dez anos, saltando de R\$ 144 bilhões em 2001 para R\$ 599 bilhões em 2011.

Ainda de acordo o SEBRAE (2014), essa boa atuação na economia brasileira se dá principalmente após a criação do Simples Nacional, através da Lei Complementar nº. 123/2006, com a finalidade de dar um tratamento diferenciado as ME e EPP e, sobretudo, reduzir a carga tributária, simplificando a forma de recolhimento dos

tributos com a unificação de impostos, haja vista que a economia das empresas está ligada diretamente à elevada carga tributária a que estão sujeitas (BRASIL, 2006).

Contudo, as modificações diárias das leis e suas respectivas medidas provisórias acabam tornando necessária a busca de novas alternativas lícitas para redução dos tributos, obrigando as empresas a realizarem estudos e planejamentos precisos, na tentativa de continuarem no mercado, visando minimizar o impacto da tributação em seus custos. Entre essas mudanças, tem-se uma de maior impacto, a Lei Complementar nº. 147 de 2014, que incluiu diversas atividades que até então não poderiam optar pelo regime simplificado do Simples Nacional (BRASIL, 2014).

Entretanto, grande parte dos empresários e contribuintes acredita que optar pelo Simples Nacional significa uma vantagem para a empresa, devido a sua economia se comparado aos outros regimes de tributação, como o Lucro Real e o Lucro Presumido. Porém, para se ter certeza da real economia que o Simples Nacional irá gerar, antes de optar pelo regime tributário é necessário fazer um estudo da empresa envolvida.

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo geral avaliar as vantagens e desvantagens do regime tributário do Simples Nacional e Lucro Presumido para as empresas do ramo de advocacia, administração de condomínios e corretagem de seguros de Cachoeira do Sul/RS. Como objetivos específicos buscou-se pesquisar sobre os regimes tributários vigentes, aprofundando-se no regime tributário do Lucro Presumido e na nova lei do Simples Nacional, identificar e descrever o regime tributário de cada empresa pesquisada, comparar os regimes tributários das três empresas pesquisadas e, se necessário, sugerir uma forma de tributação mais vantajosa para redução dos encargos tributários.

Desta forma, foram pesquisadas três empresas do ramo de advocacia, administração de condomínios e corretagem de seguros, com experiência no mercado de trabalho de Cachoeira do Sul, RS, que preferem manter seus nomes em sigilo, portanto foram nomeadas neste trabalho da seguinte forma: empresa de advocacia (A), empresa de administração de condomínios (C) e empresa de corretagem de seguros (S).

2 Referencial Teórico

Para a realização deste trabalho de pesquisa, apresenta-se a seguir a legislação do Simples Nacional e do Lucro Presumido, bem como alguns procedimentos e conceitos necessários para a compreensão do tema exposto.

O estudo da contabilidade é bastante antigo, pois o homem desde os tempos remotos já se preocupava em controlar seu patrimônio, sendo necessário desenvolver procedimentos e métodos para determinar as suas posses e avaliá-las (SILVA, 2008). Assim, a contabilidade tem como objetivo fornecer informações econômicas e financeiras para administradores, empresários, entre outros, dando subsídios para a tomada de decisões (VELTER e MISSAGIA, 2011). Enquanto isso, Fabretti (2012) define que contabilidade tributária é um ramo da contabilidade que objetiva apurar com precisão o resultado econômico do exercício social, aplicando os conceitos, princípios e normas básicas da contabilidade e da legislação tributária. Já Achterberg et al. (2015) destacam que muitas mudanças significativas vem ocorrendo nas últimas décadas nos procedimentos contábeis, evoluindo de cálculos e escritas manuais para sistemas informatizados que facilitam o trabalho. A contabilidade se preocupa em gerar informações claras e precisas para auxiliar a administração econômica das organizações e atender as autoridades responsáveis pela arrecadação dos tributos, da maneira que a legislação exigir, através do Sistema Tributário Nacional.

O planejamento tributário surgiu, devido à necessidade de identificar uma alternativa legal e tributária menos onerosa para as organizações, em função do grande aumento da carga tributária no Brasil nos últimos tempos, além da complexidade do acompanhamento, interpretação e aplicação da legislação tributária. Segundo Fabretti (2012), o planejamento tributário nada mais é que o estudo prévio da realização do fato administrativo, pesquisando-se seus efeitos jurídicos e econômicos para a redução da carga fiscal. Souza e Pavão (2012) mencionam que este estudo é o único que pode resultar em uma autêntica economia para as empresas, sem a preocupação com posteriores complicações com o fisco.

A contabilidade tributária define quatro formas de tributação: Simples Nacional, Lucro Presumido, Lucro Real e Lucro Arbitrado, sendo que os dois últimos não serão considerados para fins deste trabalho, pois as empresas estudadas utilizam o Lucro Presumido, enquanto o objetivo desse trabalho é avaliar a possibilidade de adoção do Simples Nacional, no qual se enquadraram devido à nova legislação.

2.1 Simples Nacional

Em 1996, foi criada a Lei nº. 9317 do Simples Federal, que instituiu um Sistema Integrado de Pagamento de Impostos e Contribuições das Microempresas (ME) e Empresas do Pequeno Porte (EPP). Porém, após foi criada a Lei Complementar (LC) nº. 123/2006 com alterações pela Lei Complementar nº. 127/2007, sobre o Simples Nacional ou Super Simples, que substituiu integralmente o Simples Federal (BRASIL, 1996, 2006, 2007).

O objetivo do Simples Nacional é reduzir a carga tributária das micro e pequenas empresas e simplificar a forma de recolhimento dos tributos, unificando diversos impostos (OLIVEIRA, 2012).

A opção pelo Simples Nacional é irrevogável para todo o ano-calendário, devendo ser realizada até o último dia útil do mês de janeiro, produzindo efeitos a partir do primeiro dia do ano-calendário da opção (BRASIL, 2006, artigo 16).

O Simples Nacional admite o ingresso de empresas com quaisquer atividades que não estejam expressamente vedadas no artigo 17 e caput da LC nº. 123/2006, que enumera diversas atividades em que as empresas não poderão se beneficiar deste do regime diferenciado e simplificado. Portanto, podem optar pelo Simples Nacional as ME e as EPP que se dediquem à prestação de serviços não listados no artigo 17, e que não exerçam em conjunto com as atividades permitidas as atividades impeditivas (BRASIL, 2006).

A Lei Complementar nº. 147, de 7 de agosto de 2014, regulamentada pela Resolução do Comitê Gestor do Simples Nacional (CGSN) nº. 115, de 4 de setembro de 2014 introduziu alterações na LC nº. 123/2006, na qual incluiu diversas atividades que a partir de 2015 poderão optar pelo Simples Nacional (BRASIL, 2006, 2014):

- Produção e comércio atacadista de refrigerantes;
- Fisioterapia;
- Corretagem de seguros;
- Serviço de transporte intermunicipal e interestadual de passageiros, na modalidade fluvial, transporte urbano ou metropolitano ou realizar-se sob fretamento contínuo em área metropolitana para o transporte de estudantes e trabalhadores;
- Serviços advocatícios;
- Medicina, inclusive laboratorial e enfermagem;
- Medicina veterinária;
- Odontologia;
- Psicologia, psicanálise, terapia ocupacional, acupuntura, podologia, fonoaudiologia e de clínicas de nutrição, de vacinação e bancos de leite;
- Serviços de comissária, de despachantes, de tradução e de interpretação;
- Arquitetura, engenharia, medição, cartografia, topografia, geologia, geodésia, testes, suporte e análises técnicas e tecnológicas, pesquisa, design, desenho e agronomia;
- Representação comercial e demais atividades de intermediação de negócios e serviços de terceiros;
- Perícia, leilão e avaliação;
- Auditoria, economia, consultoria, gestão, organização, controle e administração;
- Jornalismo e publicidade;
- Agenciamento, exceto de mão-de-obra;
- Outras atividades do setor de serviços que tenham por finalidade a prestação de serviços decorrentes do exercício de atividade intelectual, de natureza técnica, científica, desportiva, artística ou cultural.

Naylor (2008) faz uma profunda análise sobre o Simples Nacional e conclui que é um subsistema tributário que opcional que pode trazer grandes vantagens para as empresas, e garante sua constitucionalidade que é discutida por alguns autores.

2.2 Lucro Presumido

O lucro presumido ou estimado é uma forma de tributação para a determinação da base de cálculo do IRPJ (Imposto de Renda Pessoa Jurídica) e da CSLL (Contribuição Social sobre o Lucro Líquido) das pessoas jurídicas que não estiverem obrigadas, no ano-calendário, à apuração do lucro real (BRASIL, 1998).

Segundo Fabretti (2012), o lucro presumido tem a finalidade de facilitar o pagamento dos tributos (IRPJ e CSLL), sem ter que recorrer à complexa apuração do lucro real. Oliveira et al. (2012) menciona que o objetivo do lucro presumido é a simplificação do cálculo do tributo devido.

A tributação nesta modalidade consiste na presunção de lucratividade em determinado percentual, estabelecido em lei, sobre a receita bruta. Este percentual é variável conforme a natureza da atividade (VELTER e MISSAGIA, 2011).

Para as organizações optarem pelo Lucro Presumido, é preciso fazer o pagamento da primeira quota ou da quota única do imposto, apurado no primeiro trimestre do ano-calendário, sendo definitiva esta opção para todo o ano-calendário em que for efetuada (FABRETTI, 2012).

As organizações que optarem pela apuração na modalidade do lucro presumido não estão obrigadas a possuir escrituração contábil detalhada de suas receitas e despesas, somente a escrituração do livro caixa, onde constem as receitas efetivamente recebidas, porém, se houver retiradas de lucros é obrigatória a escrituração contábil, conforme previsto pelo Código Civil e pelo Conselho Regional de Contabilidade do Rio Grande do Sul (OLIVEIRA et al., 2012).

Cada organização tem seu regime tributário em função do ramo de atividade e faturamento, conforme é previsto na legislação tributária brasileira que é definido de acordo com o ramo de atividades e faturamento.

Até o final do ano de 2014, as três empresas pesquisadas não poderiam optar pelo Simples Nacional, pois as atividades eram restritas (BRASIL, 2006). Porém com as alterações trazidas pela Lei nº. 147/2014, agora os escritórios de advocacia poderão optar pela tributação do Simples Nacional, sendo enquadradas no Anexo IV, as administradoras de condomínios serão enquadradas no Anexo V, e, as empresas de corretagem de seguros, no Anexo III (BRASIL, 2014).

Neste sentido, Rocha (2014), Santos (2008), Silva (2009), mostram em seus estudos a comparação das duas formas de tributação, Simples Nacional e Lucro Presumido, para micro e pequenas empresas nos ramos do comércio, indústria e prestação de serviços, discutindo as vantagens e desvantagens de cada sistema em cada tipo de aplicação. Já Souza (2012) realizou um estudo de caso comparando os sistemas Lucro Presumido, Lucro Real e Simples Nacional para uma empresa de pequeno porte. Enquanto Mata, Lima e Carvalho (2015) analisam em seu estudo as limitações do Simples Nacional, e até onde uma empresa de pequeno porte tem benefícios em optar pelo sistema do Simples Nacional.

3 Procedimentos Metodológicos

Para alcançar os objetivos desta pesquisa utilizou-se uma metodologia adequada ao tema proposto. Gil (2010) destaca que a metodologia visa descrever os procedimentos a serem seguidos na realização da pesquisa. Desta forma, a abordagem da pesquisa foi de natureza quantitativa, visando apurar os dados de cada empresa envolvida, de maneira com que se possa fazer a comparação fiscal e, conseqüentemente, a análise entre os métodos de tributação, Simples Nacional e o Lucro Presumido. Quanto aos objetivos, exploratória e descritiva, e o método aplicado à pesquisa foi o estudo de casos múltiplos, pois fez parte deste estudo três empresas, uma do ramo de advocacia, outra do ramo da administração de condomínios e a terceira do ramo de corretagem de seguros. No decorrer da análise foram coletados dados através de planilhas, tabelas e demonstrativos contábeis para a devida comparação.

O Quadro 1 traz as variáveis que foram utilizadas e descreve a conceituação de cada uma delas:

Quadro 1: Definição das variáveis

Variáveis	Definição da Variável
Simples Nacional	É o Regime Especial Unificado de Arrecadação de Tributos e Contribuições devidos pelas Microempresas e Empresas de Pequeno Porte. Corresponde a um regime diferenciado de tributação para essas empresas.
Lucro Presumido	É a forma simplificada de apuração da base de cálculo dos tributos do Imposto de Renda e da Contribuição Social, restrita a contribuintes que não estão obrigados ao regime de apuração de tributação com base no lucro real.

Fonte: (Adaptado de Oliveira et al., 2012)

A coleta de dados do presente estudo se deu por meio de planilhas, tabelas e demonstrativos contábeis e análise documental, a fim de obter informações precisas sobre o objeto do estudo.

4 Resultados

Com a finalidade de elaborar um planejamento tributário adequado, foram realizados os cálculos da carga tributária para as empresas de advocacia, administração de condomínios e corretagem de seguros comparando e interpretando os resultados encontrados através das variáveis do Simples Nacional e do Lucro Presumido.

Os valores e percentuais deste estudo foram comparados em relação ao mês de janeiro de 2015, utilizando-se para a análise o faturamento dos últimos doze meses, ou seja, de janeiro a dezembro de 2014.

4.1 Empresa A

A primeira análise foi na Empresa A, estabelecida em Cachoeira do Sul e com atuação regional no ramo de advocacia. Conforme visto anteriormente, tal ramo de atividade foi incluído no Anexo IV da LC nº. 123/2006 pela LC nº. 147/2014 (BRASIL, 2006, 2014). O faturamento anual de 2014 desta empresa foi de R\$ 269.805,25, estando de acordo com o que está previsto no artigo 3º da LC nº. 123/2006, no qual a receita bruta do ano-calendário deve ser igual ou inferior a R\$ 3.600.000,00 (BRASIL, 2006). Portanto, esta empresa não possui impedimentos para optar pelo Simples Nacional ou pelo Lucro Presumido.

Conforme a análise realizada, os dados da empresa A são mostrados no Quadro 2.

Quadro 2: Análise dos resultados - Empresa A

Análise dos resultados - Empresa A		
Faturamento:	R\$ 272.798,93	
Simples Nacional	7,18%	R\$ 19.592,48
Lucro Presumido	12,04%	R\$ 32.854,84

A carga tributária para a empresa A (serviços advocatícios) com base no Simples Nacional e no Lucro Presumido, representa 7,18% e 12,04% sobre o faturamento mensal, respectivamente. Logo, têm-se uma diferença de 4,86% (R\$ 13.262,36). Esta diferença é referente ao faturamento mensal, logo, para o faturamento anual tem-se uma economia de R\$ 159.148,32 com a tributação através do sistema Simples Nacional.

4.2 Empresa C

A empresa do ramo de administração de condomínios foi a segunda empresa a ser analisada, pode-se constatar que o artigo 18 da LC nº. 147/2014 acrescentou novos ramos de atividades ao Simples Nacional, entre elas, a administração e locação de imóveis de terceiros que se enquadra no Anexo V (BRASIL, 2014).

Ressalta-se que a empresa iniciou suas atividades somente em março de 2014, assim obteve um faturamento em 2014 de R\$ 34.870,00, estando de acordo com o que estabelece o artigo 13, da Lei nº. 9718/1998, referente aos impostos com base no Lucro Presumido, aonde a pessoa jurídica deve obter receita bruta total no ano anterior, o valor igual ou inferior a R\$ 78.000.000,00 (BRASIL, 1998).

Analisando de um modo geral a empresa C, chegou-se aos resultados apresentados no Quadro 3.

Quadro 3: Análise dos resultados - Empresa C

Análise dos resultados - Empresa C		
Faturamento:	R\$ 4.027,00	
Simples Nacional	15,73%	R\$ 633,59
Lucro Presumido	18,24%	R\$ 734,68

Confrontando com o faturamento, enquanto a carga tributária do Simples Nacional representa 15,73%, a do Lucro Presumido equivale 18,24%, uma diferença de 2,51% ou R\$ 101,09 por mês de vantagem para o Simples Nacional. Assim para o valor anual, tem-se uma economia média de R\$ 1.213,08 para utilização do sistema Simples Nacional.

4.3 Empresa S

Por fim, analisou-se a Empresa S, atuante no ramo de corretagem de seguros, que até o final do ano de 2014 não poderia optar pelo Simples Nacional, mas a partir das alterações da LC nº. 147/2014, as empresas deste ramo passaram a ter opção do Simples Nacional em seus planejamentos tributários, sendo enquadradas no Anexo III (BRASIL, 2014).

Esta empresa teve faturamento anual de R\$ 371.097,35, enquadrando-se nas previsões da LC nº. 123/2006 e da Lei nº. 9718/1998 (BRASIL, 1998, 2006). Desta maneira, a empresa S pode optar tanto pelo regime tributário do Simples Nacional quanto pelo do Lucro Presumido.

Para a empresa de corretagem de seguros (Empresa S), os resultados são apresentados no Quadro 4.

Quadro 4: Análise dos resultados - Empresa S

Análise dos resultados - Empresa S		
Faturamento:	R\$ 45.229,13	
Simples Nacional	10,85%	R\$ 4.909,47
Lucro Presumido	16,89%	R\$ 7.634,50

Comparando-se com o faturamento, a carga tributária do Simples Nacional representa 10,85% ou R\$ 4.909,47, enquanto a do Lucro Presumido equivale 16,89% ou R\$ 7.634,50, uma diferença mensal de 6,04% ou R\$ 2.725,03. Para uma média anual, encontra-se o valor de R\$ 32.700,36 de economia para o Simples Nacional

4.4 Análise Comparativa

As três empresas em 2014 eram optantes pelo regime tributário do Lucro Presumido, pois eram impedidas de optarem pelo Simples Nacional em função das suas atividades, mas com as alterações na Lei nº.123/2006 através da Lei nº. 147/2014, os ramos de advocacia, administração de condomínios, corretagem de seguros, entre outros, a partir de 2015, podem optar pelo Simples Nacional.

Desta forma, observou-se que para as três empresas, em função do faturamento atual, é mais vantajoso optar pelo Simples Nacional, conforme mostra o Quadro 5

Quadro 5: Carga tributária comparativa

Empresa	A	C	S
Simples Nacional	7,18%	15,73%	10,85%
Lucro Presumido	12,04%	18,24%	16,89%

Para a empresa A o Simples Nacional representa 7,18% do seu faturamento, enquanto o Lucro Presumido representa 12,04%, uma diferença de 4,86%. Já na empresa C é de 15,73% o Simples Nacional e 18,24% o Lucro Presumido, com uma diferença de 2,51%. Enfim, para a empresa S têm-se uma diferença 6,04%, enquanto o Simples Nacional representa 10,85% o Lucro Presumido equivale a 16,89%.

Constatou-se, para a empresa A, uma diferença de 5,8% somente nos cálculos de contribuição do INSS (Instituto Nacional de Seguro Social) sobre a folha de pagamento, sendo este percentual referente a contribuição aos terceiros. Na parte fiscal, a diferença é de 4,79%, enquanto o Lucro Presumido, ao somar-se todos os impostos, IRPJ, CSLL, Cofins (Contribuição para Financiamento da Seguridade Social) e PIS (Programa de Integração Social), tem-se uma alíquota total de 11,33%, o Simples Nacional tem uma alíquota de 6,54% aplicada sobre o faturamento.

Na análise da empresa C, verificou-se, de acordo com Bravo (2011), a existência de uma variável que influencia na determinação das alíquotas no Anexo V: a relação entre a folha de salários e encargos e a receita bruta, ambas dos últimos doze meses.

Conclui-se que a diferença mensal entre o Simples Nacional e o Lucro Presumido não é muito grande, cerca de 2,51% de vantagem para o Simples Nacional, que de acordo com Bravo (2011) a um desfavorecimento nas alíquotas do Anexo V do Simples Nacional, onde se torna mais vantajoso para as empresas de pequeno porte e para as microempresas optarem pelos os outros regimes tributários.

Encontrou-se como resultado para a empresa S uma vantagem ao optar pelo Simples Nacional, pois a carga tributária diminuiria, em média, 6% ao mês. Verificou-se, que na parte fiscal da empresa S, pelo Lucro Presumido deve ser pago 14,33% de impostos, enquanto no Simples Nacional esse percentual cai para 10,26%. Já na folha de pagamento, enquanto no Simples Nacional se tem de custo somente os 8% do FGTS (Fundo de Garantia por Tempo de Serviço), no Lucro Presumido têm-se 26,3% de custo, referente a parte patronal do INSS (20%), a parte dos terceiros (5,8%) e a parte do RAT (Risco Ambiental do Trabalho) de 0,50%.

Portanto, chega-se à análise final de que a melhor opção de regime tributário a ser feita pelas três empresas em questão é o Simples Nacional, por representar uma economia maior.

5 Conclusões

Durante o desenvolvimento desta pesquisa, buscou-se responder os objetivos do trabalho; pesquisou-se sobre as formas de tributação permitidas no Brasil: Lucro Presumido, Simples Nacional, Lucro Real e Lucro Arbitrado.

A pesquisa aprofundou-se no regime tributário do Lucro Presumido e nas alterações da Lei do Simples Nacional, para três ramos de atividades diferentes: advocacia, administração de condomínios e corretagem de seguros.

Foram identificados os regimes tributários de cada empresa pesquisada, descrevendo as suas peculiaridades e limitações: as atividades permitidas, o faturamento, a base de cálculo, as alíquotas aplicadas, apuração do imposto, as formas de recolhimento, e os tipos de exclusões.

Destacou-se a importância do planejamento tributário bem desenvolvido para as empresas, sendo utilizado como uma ferramenta na redução dos custos, ou seja, uma forma lícita de diminuir a carga fiscal.

As empresas forneceram os dados suficientes para a realização deste trabalho, como o faturamento e as despesas trabalhistas de 2014 e, através destes dados, foram calculados os valores.

Observou-se, através das variáveis, que o regime do Lucro Presumido já vinha sendo utilizado pelas três empresas, haja vista que antes não poderiam optar pelo Simples Nacional, tendo que escolher entre as outras formas de tributação: Lucro Presumido, Lucro Real e o Lucro Arbitrado.

Identificou-se como vantagem a criação da LC nº. 147/2014, pois uma nova opção de tributação surgiu para as empresas. Assim no desenvolvimento desta pesquisa foram realizadas as simulações entre o Lucro Presumido e o Simples Nacional, sendo demonstradas por meio de quadros com os cálculos para apuração dos impostos, a fim de comparar os regimes tributários, conforme proposto inicialmente nos objetivos específicos.

Através desta comparação foi possível identificar as vantagens do Simples Nacional: a forma simplificada de cálculo e recolhimento dos impostos, além da redução das alíquotas aplicadas sobre o faturamento. Como desvantagem destacou-se a parte patronal do INSS sobre a folha de pagamento e o limite do faturamento dos últimos doze meses. Entretanto, para o Lucro Presumido constatou-se como vantagens a escrituração contábil simplificada e o período de apuração trimestral. Como desvantagens destacaram-se as alíquotas elevadas para a apuração dos impostos e o limite do faturamento dos últimos doze meses.

Por meio dos resultados obtidos nesta pesquisa verificou-se que é mais vantajoso para as três empresas analisadas optarem pelo regime tributário do Simples Nacional, pois existirá assim redução de custos, independentemente de terem que recolher a parte patronal do INSS. Observou-se por fim, que das três empresas examinadas a que terá mais vantagem no Simples Nacional, com uma diferença considerável entre os dois regimes, será a empresa do setor de corretagem de seguros (Empresa S). Desta forma foi alcançado o objetivo deste trabalho.

Os gestores das três empresas terão conhecimento dos resultados obtidos, para que as mudanças necessárias sejam feitas, usufruindo-se assim das vantagens que o Simples Nacional pode produzir para as micro e pequenas empresas.

Referências

ACHERBERG, L.L.; MICHELIN, C.F.; SANTOS, A.M.; GARLET, T.B.; SILUK, J.C.M. SPED: O impacto tecnológico das obrigações fiscais para as empresas e escritórios da contabilidade de Cachoeira do Sul. XV Seprosul, Sorocaba, 2015.

BRAVO, K.C.F.S. Desoneração tributária: a questão do não favorecimento no Simples Nacional. Prêmio Tributação e Empreendedorismo. 1ª Ed. Porto Alegre, 2011.

BRASIL, Decreto nº. 3000, de 26 de março de 1999. Regulamenta a tributação, fiscalização, arrecadação e administração do Imposto sobre a Renda e Proventos de Qualquer Natureza. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 mar, 1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3000.htm. Acesso em 20 dez.2015.

_____. Instrução Normativa SRF nº. 104, de 24 de agosto de 1998. Estabelece normas para apuração do Lucro Presumido com base no regime de caixa. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 ago, 1998. Disponível em: <http://www.normaslegais.com.br/legislacao/tributario/insrf104.htm0> Acesso em 12 de dez.2015.

_____. Lei Complementar nº. 127, de 14 de agosto de 2007. Altera a Lei Complementar no 123, de 14 de dezembro de 2006. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 jan, 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp127.htm Acesso em 14 dez. 2015.

_____. Lei nº. 9317, de 5 de dezembro de 1996. Dispõe sobre o regime tributário das microempresas e das empresas de pequeno porte, institui o Sistema Integrado de Pagamento de Impostos e Contribuições das Microempresas e das Empresas de Pequeno Porte - SIMPLES e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 06 dez, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9317.htm Acesso em 20 dez. 2015.

_____. Código Tributário Nacional. Dispõe sobre o Sistema Tributário Nacional e institui normas gerais de direito tributário aplicáveis à União, Estados e Municípios. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 out, 1966.

_____. Constituição da República Federativa do Brasil (1988). Texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações adotadas pelas Emendas constitucionais nº. 1/1992 a 84/2014, pelo Decreto legislativo nº. 186/2008 e pelas Emendas constitucionais de revisão nº. 1 a 6/1994. 43.ed. Brasília: Câmara dos Deputados, 2015.

_____. Lei Complementar nº. 123, de 14 de dezembro de 2006. Institui o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 dez, 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LCP/Lcp123.htm Acesso em 01 dez. 2015.

_____. Lei Complementar nº. 147, de 07 de agosto de 2014. Altera a Lei Complementar nº. 123, de 14 de dezembro de 2006. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 07 ago, 2014. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp147.htm Acesso em 01 dez.2015.

FABRETTI, L.C. Contabilidade Tributária. 12.ed. São Paulo: Atlas, 2012.

GIL, A.C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MATA, A.R.; LIMA, L.V.; CARVALHO, R.G. A importância do planejamento tributário nas tomadas de decisão das empresas. Revista INESUL, Londrina, 2015.

NAYLOR, C.M. Fundamentos constitucionais do Simples Nacional. Revista Jus Navigandi. Teresina, ano 13, n. 1848, 23 jul.2008. Disponível em: <http://www.fiscosoft.com.br/a/4a54/fundamentos-constitucionais-do-simples-nacional-carlos-mauro-naylor> Acesso em: 14 dez.2015.

OLIVEIRA, L. M.; CHIEREGATO, R.; PEREZ JR, J. H.; GOMES, M. B. Manual de Contabilidade Tributária. 12.ed. São Paulo: Atlas, 2013.

ROCHA, C.S. Planejamento tributário: Lucro Presumido x Simples Nacional, para Micros e Pequenas Empresas dos Ramos: Comércio, Indústria e Prestação de Serviços. Soledade, 2014.

SANTOS, C.G. Lucro Presumido versus Simples Nacional para Indústria, Comércio e Serviços. Florianópolis, 2008.

SEBRAE. Participação das Micro e Pequenas Empresas na Economia Brasileira. SEBRAE: Brasília, 2014. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Estudos%20e%20Pesquisas/Participacao%20das%20micro%20e%20pequenas%20empresas.pdf> Acesso em: 26 nov.2015.

SILVA, L.I.S. Contabilidade: objeto, objetivos e funções. Feira de Santana, 2008.

SILVA, R.R. Planejamento Tributário: Lucro Presumido x Simples Nacional, para Micros e Pequenas Empresas dos Ramos: Comércio, Indústria e Prestação de Serviços. Florianópolis, 2009.

SOUZA, L.R.B.; PAVÃO, A.C. A necessidade do planejamento tributário visando a redução dos custos nas organizações. Revista INESUL, Londrina, 2012. Disponível em: <https://www.inesul.edu.br/revista/arquivos/arq-idvol_19_1346771456.pdf> Acesso em: 14 dez.2015.

VELTER, F.; MISSAGIA, L.R. Manual de Contabilidade. 8.ed. Editora: Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

4TC-A4-Modelagem para Mensuração de Ativos Intangíveis em Empresas de Base Tecnológica

Jordana Rech Graciano dos Santos
(jordana_rech@hotmail.com - Núcleo de Inovação e Competitividade (NIC)/UFMS)

Julio Cezar Mairesse Siluk
(jsiluk@ufsm.br - Núcleo de Inovação e Competitividade (NIC)/UFMS)

Daniel Chaves
(danielmschaves@gmail.com - Núcleo de Inovação e Competitividade (NIC)/UFMS)

Vinicius Gerhardt
(viniciusgerhardt92@gmail.com - Núcleo de Inovação e Competitividade (NIC)/UFMS)

Rafael Marcuzzo
(rafael.marcuzzo@gmail.com - Núcleo de Inovação e Competitividade (NIC)/UFMS)

Resumo

Atualmente no mercado, as empresas buscam cada vez mais uma vantagem competitiva para que possam lançar seus produtos com sucesso, atrair seus clientes e obter um maior lucro. Contudo, não são todos empreendimentos que conseguem adotar esse comportamento e muitos deles não sabem, se quer, como. A necessidade de combinação de fatores complexos e suas devidas modelagem, análise e interpretação, requerem elevado nível de conhecimento e empenho na identificação dos dados necessários. Inclusive, a maioria das empresas possuem vários indicadores tangíveis e intangíveis, porém eles não são monitorados e, muitas vezes, não existe plano de ação. Um exemplo disso são as empresas de base tecnológica, as quais enfrentam inúmeras dificuldades para se estabelecer no mercado. Para tanto, o artigo tem como principal objetivo elencar fatores competitivos e indicadores que impactam diretamente no cenário das Empresas de Base Tecnológica.

Palavras chave: *ativos intangíveis, empresas de base tecnológica, modelagem.*

1 Introdução

As atuais transformações econômicas estão ocorrendo rapidamente, e juntamente com a velocidade com que a informação é disseminada pelos meios digitais, acirram cada vez mais a competitividade entre empresas concorrentes, causando até a recessão em alguns setores da economia. Nesse sentido, os atributos oferecidos por uma empresa são determinantes para que um cliente decida pelo seu produto ou serviço, em detrimento a outra, transcendendo as perspectivas tradicionais de preço e especificações e sendo relacionados a aspectos considerados como intangíveis à organização (Bortoluzzi *et al.*, 2010; Casado e Peláez, 2014).

Este contexto mostra-se ainda mais sensível quando se verifica a realidade de Empresas de Base Tecnológica (EBTs). Nestas empresas, os produtos ofertados carregam consigo um elevado nível de desenvolvimento tecnológico e inovação; reputação; status; bem como alinhamento com práticas sustentáveis, fatores que são apontados como tendências emergentes para os novos requisitos valorizados pelos consumidores da sociedade atual (Jugend e Da Silva, 2010; Soetanto e Jack, 2013). Assim, é notória a influência destes fatores sobre o desempenho das empresas deste segmento.

A principal discrepância encontrada é que, apesar da comprovada relevância dos aspectos intangíveis no sucesso empresarial, raras são as organizações que utilizam tais perspectivas nos seus sistemas de medição de desempenho (Dias Júnior *et al.*, 2011; Igarashi *et al.*, 2011), e com isso não atingem resultados satisfatórios. Na literatura científica, apesar de diversos estudos proporem a discussão a respeito da mensuração de aspectos

intangíveis em diversos níveis, não há publicações direcionadas para as empresas de base tecnológica. Logo, justifica-se a condução desta pesquisa visto o potencial econômico deste segmento, o interesse em desenvolvê-lo, e a inovação acadêmico/científica resultante.

2 Referencial Teórico

Considera-se uma empresa de base tecnológica, qualquer empreendimento que utilize algum tipo de tecnologia ou inovação, aplicando de forma sistemática seus fundamentos científicos e tecnológicos na produção. Encontram-se, essencialmente ligadas ao ato de inovar, devendo buscar novas técnicas de produção ou a elaboração de novos produtos e processos. Conforme Casado, Siluk e Zampieri (2012) o processo de inovação deve ser valorizado e incentivado pela Universidade para que a melhoria contínua possa se instalar como prática corrente na instituição. Desse modo, é necessário de que as EBTs mantenham ligação com a comunidade acadêmica, com o objetivo de valorizar o conhecimento obtido, reunindo atributos da formação como condição fundamental para reproduzir seus projetos.

Porém, apesar do ambiente para criação das EBTs ter se tornado mais propício no Brasil, segundo Maculan (2003) e Pinho *et al.* (2005), a abertura econômica e o sistema de inovação pouco desenvolvido impõem diversos bloqueios ao crescimento das mesmas. Contando também com barreiras tradicionais, como a baixa capacidade gerencial, a falta de incentivo para a formação de empreendedores nas universidades e as carências do mercado de capitais para garantir investimentos de risco entre os obstáculos encontrados, as EBTs ainda não alcançaram uma posição de grande destaque a nível nacional.

Não somente dentro de empresas de base tecnológica, mas como em todos os tipos de empresas, existem os chamados ativos intangíveis, que fazem grande diferença nos negócios de uma companhia. Para um maior entendimento do assunto esclarece-se o significado da palavra ativo, que pode ser apresentado como bem de uma entidade ou como uma aplicação de recursos de uma companhia. Mais especificamente, um ativo intangível é definido como um ativo não monetário, sem substância física.

Durante muito tempo, os ativos intangíveis não receberam sua devida notoriedade. Segundo Lev (2001), a recente onda de interesse sobre os mesmos está relacionada a combinação da competição intensificada entre as empresas e o desenvolvimento da tecnologia de informação. Dois fatores que, com o desenvolvimento da ciência e do conhecimento, não poderão ser deixados de lado, destacando mais uma vez a importância dos intangíveis no mercado atual.

Com a assimilação da grande contribuição dos fatores intangíveis em relação ao capital das empresas, e o reconhecimento da dificuldade de identificá-los ou manipulá-los em algumas situações, tornou-se inevitável a procura de uma forma de mensurar esses ativos, para que seja possível visualizá-los e gerenciá-los. Para isso, algumas ferramentas de avaliação de desempenho foram examinadas.

A abordagem *bottom-up* foi a ferramenta escolhida para realizar a modelagem de mensuração de ativos intangíveis em empresas de base tecnológica. Trata-se de uma estratégia de processamento de informação e de ordenação do conhecimento que tem a capacidade de prever os limites e as complexidades de cada item, facilitando a visão e a sistematização da causa em foco. Os elementos básicos foram os primeiros a serem analisados e agrupados em subsistemas, os quais foram ligados a outros níveis, até a formação de um sistema completo. No começo, os aspectos são pequenos e de baixa complexidade, mas com as ligações correntes acabam completando-se e tornando-se mais complexos.

Através da busca em referenciais, identificaram-se os principais fatores intangíveis e como devem ser analisados, chegando-se a estrutura hierárquica da figura 1.

Figura 2 - Unidades de Análise



Fonte: Autores

Para Stewart (1998), o Capital Intelectual pode ser entendido como a soma dos conhecimentos de todos na empresa que proporciona vantagem competitiva e abrange o conhecimento, a informação e a experiência utilizada para gerar riqueza. O Capital Estrutural, por sua vez, representa o caminho pelo qual o conhecimento trafega pela empresa, incluindo fatores como qualidade, imagem corporativa, conceitos organizacionais e sistemas informatizados (Sveiby, 1997). O Capital de Relacionamento remete o valor das alianças estratégicas da empresa com clientes, fornecedores, acionistas, investidores, terceirizados, prestadores de serviços e a sociedade em geral, tendo em vista a ampliação de sua presença no mercado. Já o Capital de Inovação, refere-se aos resultados da inovação e à capacidade de renovação sob a forma de direitos comerciais, propriedade intelectual e outros ativos e talentos intangíveis utilizados para criar e colocar rapidamente no mercado novos produtos e serviços (Edvinsson, 1997).

Após estas conceituações, realizou-se a etapa de definição dos indicadores da modelagem, responsáveis por avaliar o desempenho desses ativos e transmitir as percepções dos gerentes e colaboradores - dentro do cenário das EBTs, na região central do Estado do Rio Grande do Sul, mais precisamente na cidade de Santa Maria. Para isso, através dos referenciais teóricos pesquisados, encontraram-se quais indicadores que correspondem de forma mais fiel ao objetivo da mensuração. Tais indicadores, listados na tabela 1, representam palavras ou sentenças que auxiliam na analogia de ideias de acordo com os aspectos intangíveis.

Tabela 2 -Unidades

Performance dos Intangíveis			
Capital Intelectual	Capital Estrutural	Capital de Inovação	Capital de Relacionamento
Educação	Liderança	Gestão da Inovação	Flexibilidade
Know How	Clima Organizacional	Integração	Qualidade
Retenção de capital intelectual	Retenção dos clientes	Investimento em novos mercados	Marca
Resultados	Comunicação com os clientes	Proatividade P&D	Investimento Planejamento Tecnologias de Informação

Fonte: Autores

3 Procedimentos Metodológicos

A pesquisa foi concebida através de quatro etapas sequenciais: contextualização do cenário das EBTs e revisão bibliográfica; Definição dos critérios mais relevantes para a ponderação, posteriormente divididos em unidades de análise; Proposta de indicadores e desenvolvimento de modelo capaz de compreender os ativos intangíveis das EBTs, a aplicação prática e, pôr fim, a discussão dos resultados.

Primeiramente, dialogou-se com empresários da Cidade de Santa Maria para que situassem os pesquisadores sobre o contexto atual das EBTs, as dificuldades que enfrentam e um pouco dos produtos/serviços oferecidos. Também foi realizada uma análise destes com o objetivo de auxiliar na definição dos principais indicadores de desempenho dos ativos intangíveis. Após, realizou-se uma pesquisa bibliométrica no Portal de Periódicos Capes/MEC, *Web of Knowledge*® e *Scopus*®.

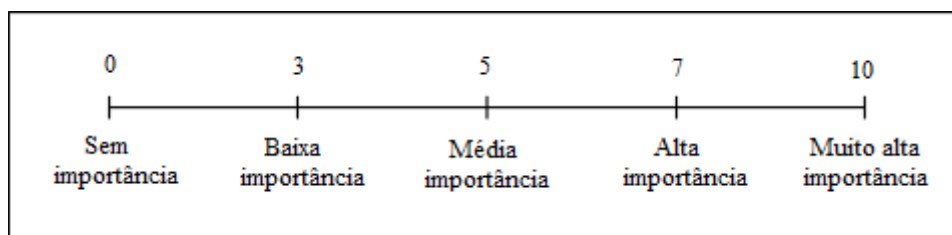
Posteriormente, foi definida a estrutura do sistema de medição de desempenho, onde foram construídos indicadores e métricas de avaliação para cada um dos critérios levantados, onde a escolha da abordagem mais adequada será realiza com base nos pressupostos de Kaplan e Norton (2008), Simons (2009) e Parmenter (2012). Nesta etapa, os critérios subjetivos e quantitativos foram transformados em variáveis numéricas, a fim de garantir uma avaliação mais confiável e imparcial dos resultados. Para isso, aplicações práticas da modelagem

foram realizadas nas unidades de análise, cumprindo o objetivo de aprimorar o sistema desenvolvido através da interação entre pesquisadores e empresas.

O instrumento utilizado foi um questionário contendo uma questão de múltipla escolha e outra questão para avaliar sua importância, para cada sub indicador definido, onde as alternativas de respostas estão relacionadas com os níveis de avaliação e escalas desenvolvidas. Dessa maneira, foi possível avaliar o desempenho das empresas participantes na pesquisa, comparando-as.

O questionário avalia o nível de importância que os gestores atribuem a cada indicador proposto, fazendo com que possamos nos aproximar do contexto de cada EBT ao associar a cada indicador seu nível de contribuição e relevância real. Para tanto, foi construída a escala apresentada na figura 2, onde o questionado deve assinalar uma resposta entre zero e dez para cada sub indicador utilizado.

Figura 3 – Escala de importância do questionário



Fonte: Autores

Após a coleta de informações, foram feitos os cálculos das taxas de substituição, para criar um ranking de importância entre os indicadores. Para garantir a agilidade no envio e preenchimento dos formulários, este instrumento de avaliação foi desenvolvido na plataforma *Google Docs*®.

3.1 Cálculos das Taxas de Substituição

Para analisar a importância de cada fator, utilizou-se as respostas do diagnóstico para calcular as taxas de substituição do sistema de medição de desempenho (SMD), que representam a importância relativa entre os fatores que auxiliam na identificação dos critérios de maior ou menor relevância no contexto.

As pontuações de importância atribuídas pelos respondentes foram compiladas através de uma média ponderada onde, os valores atribuídos pelo presidente do grupo de empresas de tecnologia respondentes receberam o peso de 60%, e 40% foi o peso atribuído às respostas dadas pelos empresários, constituindo a média ponderada final.

A partir dessa compilação, os cálculos dessas taxas de substituição foram realizados em planilha eletrônica do programa Microsoft Excel®, na sequência *bottom-up*, onde calculou-se a partir da base da estrutura hierárquica até o topo, retornando as ponderações globais e locais de cada item

Para calcular as taxas locais dos critérios da base de estrutura hierárquica, utilizou-se a razão entre o valor da importância do critério, obtido através do instrumento de avaliação, e o somatório das médias de todos os critérios contidos nessa subárea.

A tabela 2 ilustra, por exemplo, a importância de todos os subindicadores presentes no grande grupo 1, calculada através da média ponderada dos respondentes juntamente com a taxa local retornada após a realização dos cálculos.

Tabela 3 – Taxas de substituição

	Importância	Taxa local
1.1.1	7,8	1,92%
1.1.2	8,95	2,20%
1.1.3	8,25	2,03%
1.2.1	9,7	3,58%
1.2.2	9,7	3,58%
1.3.1	4,5	1,66%
1.3.2	8,7	3,21%
1.4.1	9,55	1,76%
1.4.2	8,55	1,58%
1.4.3	9,55	1,76%
1.4.4	9,25	1,71%

Fonte: Autores

Diante desses dados, pode-se compilar as informações para o cálculo da média desse grande grupo, conforme segue a tabela 3.

Tabela 4 – Média das taxas de substituição

	1.1	1.2	1.3	1.4
Média	8,333333	9,7	6,6	9,225
Soma	25	19,4	13,2	36,9

Fonte: Autores

Após os cálculos neste nível, o procedimento foi realizado novamente no nível superior, através da razão entre o valor da média das importâncias de cada indicador e a soma destes. Em seguida, com as taxas locais de substituição, pode-se então calcular as taxas globais, as quais representam a contribuição individual do fator quanto a modelagem como um todo, ainda referente ao grupo 1, conforme demonstra a tabela 4.

Tabela 5 - Taxas Locais e Globais

	1.1	1.2	1.3	1.4	Soma
Taxa global	6,15%	7,16%	4,87%	6,81%	25,00%
Taxa local	24,61%	28,65%	19,49%	27,25%	100,00%

Fonte: Autores

Ao elevar-se a análise para níveis superiores da estrutura hierárquica, considerando os quatro grupos, houve o arredondamento para representação de um total de 25% do valor da modelagem, devido ao cálculo final da importância atribuída pelos respondentes ter se mostrado muito próximo a esses valores.

4 Resultados

Este estudo apresenta resultados preliminares, porque a pesquisa não atingiu o seu ponto final. Em um primeiro momento, foram levantados os indicadores de desempenho das empresas de base tecnológica, como citado na parte metodológica. Após a formulação do material para diagnóstico do desempenho, buscou-se a aplicação em empresas de base tecnológica da região central, além da análise do desempenho de cada empresa estudada.

A unidade do capital intelectual é responsável por agregar qualidade a empresa, sendo a formação um indicador dessa unidade, com um desempenho de 6,15%, que engloba como a empresa considera a formação acadêmica dos colaboradores e o quanto importante esse item é. Além da formação, há o *know how* (7,16%), retenção do

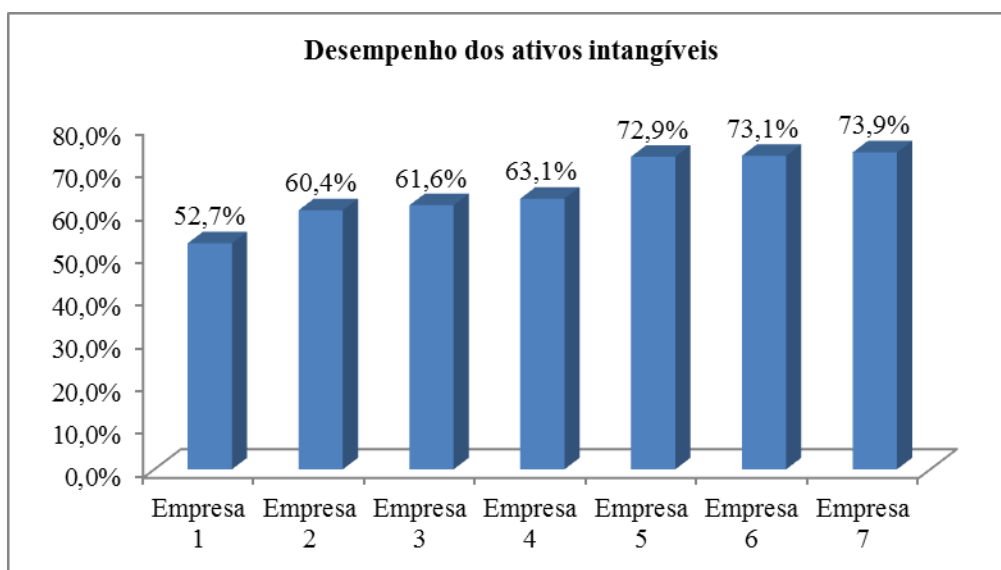
capital intelectual (4,87%) e resultados (6,81%). Esses itens englobam, principalmente, as ferramentas de gestão utilizadas, o quadro de colaboradores e como eles mantem esse conhecimento.

Observando o capital de relacionamento, verifica-se que o fator humano tem ganhado maior influência e causado grande diferença nos negócios das organizações. Cabe ao líder, despertar essa necessidade de auto realização no funcionário e o desejo da busca pela melhoria contínua para perseguir seus objetivos. O critério liderança obteve desempenho de 6,13%, comunicação com os clientes atingiu 6,24%, retenção dos clientes 6,27% e como fator mais importante dessa unidade encontrou-se o clima organizacional com 6,36%, sabidamente um fator que é decisivo para uma boa relação diariamente.

Atualmente, as dificuldades econômicas requerem que a empresa possua uma vantagem competitiva em relação aqueles que concorrem no mesmo nicho de mercado, necessitando de capital de inovação. Para isso, foram levantadas informações como o fator de integração com o governo e com projetos da universidade, com o menor percentual, de 4,74%; após, os fatores de P&D e Investimento no desenvolvimento de novos mercados obtiveram o desempenho de 4,98%, seguidos da postura de proatividade da empresa que apresentou 5,13% e, com o maior índice, a gestão de inovação com 5,17%.

O capital estrutural remete a um conjunto de sistemas, conceitos e modelos que devem estruturar a organização de uma companhia. A flexibilidade é um fator relevante que obteve um desempenho de 4,11% perante as alterações da demanda e do mercado, além disso, há a qualidade, que resultou em um desempenho de 4,01%, a marca como influência para o cliente também apresentou um resultado significativo, com 4,14%, investimentos com 4,22%, planejamento para gerir os projetos e o nível de conhecimento dos gestores obteve 4,25%. A tecnologia de informação, e a forma como é usada na empresa, obteve 4,27%. Esses dados foram obtidos a partir da média do desempenho de cada empresa estudada e o desempenho de cada empresa individualmente, em relação ao desempenho dos ativos intangíveis encontra-se no gráfico 1.

Gráfico 1 - Desempenho dos ativos intangíveis



Fonte: Autores

5 Conclusões

Este estudo aborda uma questão chave para as empresas de base tecnológica, e seu desenvolvimento é de extrema importância, pois é um trabalho para unir o desempenho dos ativos intangíveis com o sucesso das empresas. Analisando os resultados obtidos, percebe-se que os critérios exercem influência nos ativos intangíveis em empresas de base tecnológica, e que diversos fatores que contribuem para o desenvolvimento das EBTs, apesar de em grande parte das vezes serem ignorados pelas empresas, são ativos que geram um grande impacto no crescimento da empresa, influenciando na sua competitividade e desenvolvimento.

Além disso, pode-se afirmar que essa pesquisa não chegou a um ponto final, ela possui muitos desdobramentos a serem explorados e com o apoio de organismos de pesquisa, tanto dentro da universidade onde o trabalho é desenvolvido, como de organismos externos a universidade, pode-se alcançar resultados maiores, como por

exemplo, atingir um número maior de empresas para colaborar com a pesquisa, seu estudo, desenvolvimento e aplicabilidade.

Referências

- BORTOLUZZI, S.C.; ENSSLIN, S.R.; ENSSLIN, L. Avaliação de desempenho dos aspectos tangíveis e intangíveis da área de mercado: estudo de caso em uma média empresa industrial. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, v. 12, n. 37, p. 425-446, 2010.
- CASADO, A.M.; PELÁEZ, J.I. Intangible management monitors and tools: reviews. *Expert Systems with Applications*, v. 41, p. 1509-1529, 2014.
- DIAS JÚNIOR, C.M.; LIMA, M.V.A.; DALMAU, M.B.L. Uma Contribuição ao Desenvolvimento de Indicadores de Desempenho para Ativos Intangíveis Organizacionais. *Revista de Ciências da Administração*, v. 13, n. 31, p. 11-29, 2011.
- EDWINSSON, L. O capital intelectual como instrumento de gestão. *Administração e finanças. Case Studies – Skandia. Insight*. jul/ago. 1997.
- IGARASHI, D.C.C.; IGARASHI, W.; HERCOS JUNIOR, J.B.; ZIMMERMANN, M.; REMBOSKI, R.L. Operacionalização do monitor de ativos intangíveis: um estudo realizado em uma empresa atacadista de Florianópolis. *Horizonte Científico*, v. 5, n. 1, 2011.
- JUGEND, D.; DA SILVA, S.L. Práticas de gestão que influenciam o sucesso de novos produtos em empresas de base tecnológica. *Produção*, v. 20, n. 3, p. 335-346, 2010.
- KAPLAN, R. S.; NORTON, D.P. *A execução premium*. Rio de Janeiro: Campus, 2008. 344 p.
- PARMENTER, D. *Key performance indicators for government and non-profit agencies*. New Jersey: Wiley, 2012. 309 p.
- KRAMER, J.; MARINELLI, E.; IAMMARINO, S.; DIEZ, J. R. Intangible assets as drivers of innovation: Empirical evidence on multinational enterprises in German and UK Regional Systems of Innovation.
- ROSSATTO, Maria Antonieta. *Gestão do Conhecimento: a busca da humanização, transparência, socialização e valorização do intangível*. Rio de Janeiro: JUNG, Carlos F. *Metodologia para Pesquisa & Desenvolvimento: aplicado a novas tecnologias, produtos e processos*. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil, 2004.
- SIMONS, R. *Performance measurement & control systems for implementing strategy: text and cases*. New Jersey: Prentice Hall, 2009. 792 p.
- SOETANTO, D. P.; JACK, S. L. Business incubators and the networks of technology-based firms. *The Journal of Technology Transfer*, v.38, n.4, p.432–453, 2013.
- STEWART, Thomas. *Capital Intelectual: a nova vantagem competitiva das empresas*. Rio de Janeiro: Campus, 1998.
- SVEIBY, K. E. *A nova riqueza das organizações: gerenciando e avaliando patrimônio de conhecimento*. 5ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

ÁREA INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN DE PROCESOS Y PRODUCTOS

Trabajos Completos

1TC-A5-Síntese de Redes de Trocadores de Calor Utilizando Evolução Diferencial

Maria Claudia Aguitoni
(mcaguitoni@utfpr.edu.br)- DAMAT/UTFPR)

Paulo Henrique Siqueira
(paulo@ufpr.br) - PPGMNE/UFPR)

Mauro Antonio da Silva Sá Ravagnani
(massravagnani@uem.br) -PEQ/UEM)

Resumo

O problema da síntese de redes de trocadores de calor é um, entre muitos problemas da engenharias, que pode ser caracterizado como altamente combinatorial, não linear e não convexo. Todas essas características contribuem com as dificuldades computacionais, sejam elas relativas ao tempo computacional longo e/ou dificuldades de identificação de soluções localmente ótimas. Neste trabalho, uma nova estratégia para otimização global de redes de trocadores de calor é proposta. Uma sistemática é desenvolvida com o objetivo de promover uma maior recuperação de energia nos processos industriais, com custo mínimo de investimento. No presente trabalho a função objetivo irá considerar a minimização da área custo global da rede envolvendo os custos de utilidades e o custo fixo de instalação. Um modelo de superestrutura será utilizado e o problema será resolvido utilizando-se o algoritmo evolutivo de Evolução Diferencial (ED).

Palavras chave: *Redes de Trocadores de Calor, Programação Não Linear, Otimização, Métodos Estocásticos.*

1 Introdução

Um dos grandes problemas em processos industriais é o consumo excessivo de energia. Muitos estudos foram realizados com o objetivo de desenvolver metodologias para a recuperação de calor entre as correntes do processo e obter redes de trocadores de calor (RTC) para minimizar o consumo de energia e o número de trocadores. A tarefa de síntese de RTC consiste em encontrar uma sequência praticável de troca térmica em que pares de correntes (quente e fria) são combinadas, tal que a rede seja ótima em relação ao custo. Neste trabalho um procedimento deverá ser proposto utilizando o método estocástico de Evolução Diferencial para a síntese de redes de trocadores de calor.

Embora o problema de minimização do consumo de energia tenha começado a ser estudado a partir da década de sessenta, apenas a partir da década seguinte houve um maior desenvolvimento desta área de pesquisa. Segundo Ravagnani (1994) os trabalhos de Hwa (1965) e Kesler e Parker (1969), usando métodos de programação matemática, estão entre os primeiros trabalhos publicados apresentando propostas para solucionar o problema de síntese de RTC.

A partir de então, vários trabalhos, empregando diferentes métodos para a síntese e otimização de RTC, foram desenvolvidos. Esses trabalhos podem ser divididos em três linhas básicas de estudo: a Análise *Pinch*, os métodos de Programação Matemática e, mais recentemente, outros métodos de otimização, como por exemplos os métodos heurísticos.

Ravagnani (1994) desenvolveu um programa computacional para a síntese de redes de trocadores de calor incorporando a otimização do ΔT_{min} e o dimensionamento termo-hidráulico dos equipamentos. A síntese da rede é feita utilizando-se conceitos da Análise *Pinch*. A seguir a rede é evoluída pela identificação e quebra dos laços de troca térmica. Após a evolução da rede, os trocadores de calor são dimensionados.

Mais tarde, Ravagnani e Caballero (2007) apresentaram um modelo de Programação Não Linear Mista com Inteiros (PNLMI) para a síntese de RTC incorporando o dimensionamento termo-hidráulico dos equipamentos. A síntese da rede é feita utilizando-se um modelo de superestrutura que permite a divisão de correntes. Em paralelo à tarefa da síntese da rede, os trocadores de calor são dimensionados considerando-se as perdas de carga e os fatores de incrustação permitidos, utilizando o método de Bell-Delaware.

Outras técnicas de otimização começaram a ser utilizados na síntese de RTC a partir dos anos 90. Os mais encontrados na literatura são os métodos heurísticos de otimização, mais especificamente Simulated Annealing e Algoritmos Genéticos.

Athier et al. (1996) apresentaram um modelo de geração sistemática de RTC com custo global mínimo. Os autores aplicaram Simulated Annealing às configurações de rede propostas, e, para a otimização das variáveis operacionais, aplicaram um modelo de programação não linear às informações resultantes.

Um dos primeiros trabalhos utilizando Algoritmos Genéticos aplicados à síntese de RTC foi apresentado por Lewin et al. (1998). O modelo proposto resulta em um problema de programação linear mista com inteiros. A estrutura da rede é determinada por um algoritmo genético e em seguida as quantidades de calor das unidades são obtidas aplicando-se o método SIMPLEX visando a máxima recuperação de energia.

Evolução Diferencial (ED), assim como os AGs é um algoritmo evolutivo, ou seja, baseia-se nos mecanismos da evolução natural das espécies, utilizando os procedimentos de seleção de modo organizado baseados na aptidão dos indivíduos, os operadores de mutação e cruzamento. Uma diferença entre esses dois algoritmos é que, o AG gera um novo indivíduo partindo de um único progenitor, enquanto que o ED gera um novo indivíduo a partir de pelo menos dois outros indivíduos presentes no conjunto de soluções.

A primeira aplicação bem sucedida de ED para o projeto ótimo de trocadores casco e tubo, foi apresentada por Babu e Munawar (2007). O objetivo é avaliar a área mínima de transferência de calor necessária para atender a uma dada carga térmica, já que esta rege o custo total do trocador de calor. A técnica se mostrou como uma estratégia de evolução simples, robusta e significativamente mais rápida quando comparada com algoritmos genéticos, indicando a probabilidade de alcançar o ótimo global.

No mesmo ano, o algoritmo foi desenvolvido para realizar a síntese de redes de trocadores de calor pelos autores Yerramsetty e Murty (2008). O modelo inclui a divisão de correntes e a mistura não-isotérmica para correntes que apresentam divisão de vazão. Além de que, havendo a necessidade por razões práticas e de segurança, permite a manipulação do problema, proibindo e obrigando trocas, fixando temperaturas para as correntes e etc. O algoritmo ED otimiza simultaneamente, para a melhor estrutura dos trocadores de calor, a temperatura mínima de aproximação (ΔT_{min}), as cargas térmicas destes trocadores e a capacidades térmicas das correntes.

Neste trabalho, uma nova estratégia para otimização global de redes de trocadores de calor é proposta. Uma sistemática é desenvolvida com o objetivo de promover uma maior recuperação de energia nos processos industriais, com custo mínimo de investimento. A metodologia proposta utiliza um modelo de otimização baseado na superestrutura de Yee e Grossmann (1990), cuja solução será obtida com a aplicação de uma hibridização do algoritmo de evolução diferencial (ED), que lida com as variáveis contínuas e discretas simultaneamente.

2 Descrição do Problema

Dado um conjunto de correntes quentes e um conjunto de correntes frias, a síntese de redes de trocadores de calor busca encontrar a melhor combinação de pares de correntes quentes e frias, que assegure uma economia de energia máxima e um custo global mínimo. Para que isso ocorra, é necessário que se conheça as temperaturas de entrada e saída, vazões e propriedades físicas das correntes. As utilidades disponíveis também são dadas com seus níveis de temperatura e custos operacionais, e caso deseje-se fazer um projeto detalhado dos trocadores de calor, os custos relacionados à área de troca térmica e os custos de bombeamento também são dados.

Yee e Grossmann (1990) apresentaram um modelo de PNLMI para síntese de redes com condições fixas de operação, onde o custo de utilidades, a área dos trocadores e a seleção das trocas são otimizados simultaneamente. Além disso, supõe-se a mistura isotérmica para as correntes que apresentam divisão de vazão, o que permite a não linearidade apenas na função objetivo. O modelo utiliza uma superestrutura baseada na representação por estágios divididos por temperaturas. A figura 1 apresenta uma superestrutura para um problema envolvendo três correntes quentes ($H1$, $H2$ e $H3$) e três correntes frias ($C1$, $C2$ e $C3$), em três estágios.

Esta configuração permite que os trocadores de calor estejam dispostos em série, em paralelo ou em combinações destas configurações. Além de que, os trocadores considerados são os contracorrentes. Para criar esta superestrutura, deve-se inicialmente determinar o número de estágios ou etapas que o processo vai ter. O número máximo de estágios da superestrutura é o maior valor entre o número de correntes quentes e o número de correntes frias do processo em questão.

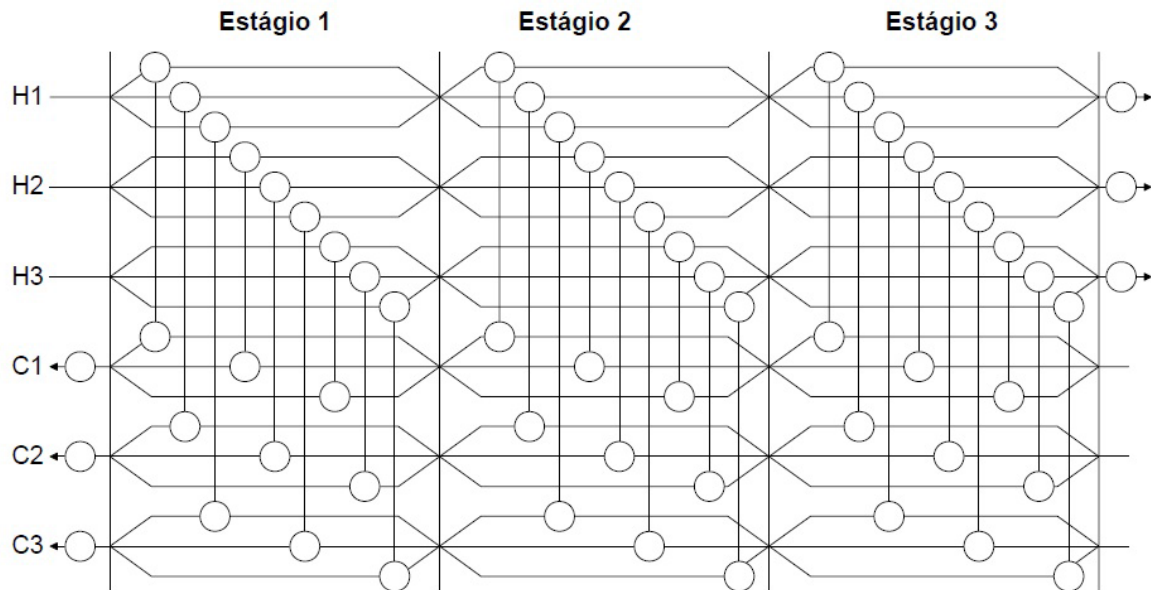


Figura 1: Superestrutura para um problema envolvendo seis correntes, baseado em Yee e Grossmann (1990).

No primeiro estágio, divide-se as correntes de forma que seja possível que todas as correntes quentes troquem calor com todas as correntes frias. Em seguida, são alocados trocadores de calor em todos os ramos das correntes, formando pares de ramos de correntes quente e fria. Após os trocadores de calor do primeiro estágio, são colocados nós de junção que recebem os diversos ramos de cada corrente. Com os ramos das correntes novamente unidos, um novo estágio se inicia, exatamente como o primeiro. As correntes são misturadas após a passagem pelo trocador, formando a corrente que entra nesse novo estágio.

O problema passa a ser otimizar as vazões de cada ramo dessas correntes que se dividem e o calor trocado em cada trocador de calor, minimizando assim, o custo dos trocadores envolvidos, sempre respeitando-se os balanços materiais e energéticos.

3 Metodologia

Neste tópico é apresentado o modelo matemático, os dados referentes ao modelo e o delineamento da implementação.

3.1 Modelo Matemático

Antes de apresentarmos a formulação do modelo, algumas definições são necessárias:

- Conjunto de índices

i correntes quentes.

j correntes frias.

m utilidades quentes.

n utilidades frias.

k estágios

- Parâmetros

$THIN(i)$ temperatura de entrada das correntes quentes.

$THOUT(i)$ temperatura de saída das correntes quentes.

$TCIN(j)$ temperatura de entrada das correntes frias.

$TCOUT(j)$ temperatura de saída das correntes frias.

$TSIN(m)$ temperatura de entrada das utilidades quentes.

$TSOUT(m)$ temperatura de saída das utilidades quentes.

$TWIN(n)$ temperatura de entrada das utilidades frias.

$TWOUT(n)$ temperatura de saída das utilidades frias.

$FH(i)$ capacidade térmica das correntes quentes.

$FC(j)$ capacidade térmica das correntes frias.

$U(i, j)$ coeficiente global de transferência de calor entre $i - j$.

$Us(m, j)$ coeficiente global de transferência de calor entre $m - j$.

$Uw(i, n)$ coeficiente global de transferência de calor entre $i - n$.

$CCw(n)$ custo da unidade de utilidade fria.

$CCs(m)$ custo da unidade de utilidade quente.

$CF(i, j)$ custo fixo do trocador $i - j$.

$CFs(m, j)$ custo fixo do trocador $m - j$.

$CFw(i, n)$ custo fixo do trocador $i - n$.

$C(i, j)$ coeficiente para o custo da área do trocador $i - j$.

$Cs(m, j)$ coeficiente para o custo da área do trocador $m - j$.

$Cw(i, n)$ coeficiente para o custo da área do trocador $i - n$.

$B(i, j)$ expoente para o custo da área do trocador $i - j$.

$Bs(m, j)$ expoente para o custo da área do trocador $m - j$.

$Bw(i, n)$ expoente para o custo da área do trocador $i - n$.

NOK número total de estágios.

$\Omega(i, j, k)$ limite superior para troca de calor entre as correntes i e j no estágio k .

$\Omega_s(m, j)$ limite superior para troca de calor entre m e j .

$\Omega_w(i, n)$ limite superior para troca de calor entre i e n .

$\Gamma(i, j)$ limite superior para diferença de temperatura nos terminais $i - j$.

$\Gamma_s(m, j)$ limite superior para diferença de temperatura nos terminais $m - j$.

$\Gamma_w(i, n)$ limite superior para diferença de temperatura nos terminais $i - n$.

- Variáveis

$DT(i, j, k)$ variação de temperatura no terminal entre as correntes ij no estágio k .

$DTs(m, j)$ variação de temperatura no terminal entre as correntes j e as utilidades quentes m .

$DTw(i, n)$ variação de temperatura no terminal entre as correntes i e as utilidades frias n .

$Q(i, j, k)$ calor trocado entre as correntes i e j no estágio k .

$Qs(m, j)$ calor trocado entre as correntes frias j e as utilidades quentes m .

$Qw(i, n)$ calor trocado entre as correntes quentes i e as utilidades frias n .

$TH(i, k)$ temperatura da corrente quente i no estágio k .

$TC(j, k)$ temperatura da corrente fria j no estágio k .

Com essas definições, a formulação do problema pode ser apresentada.

- Balanço de energia total para as correntes de processo

$$(TH_{in}(i) - TH_{out}(i))FH(i) = \sum_k \sum_j Q(i, j, k) + \sum_n Qw(i, n)$$

$$(TC_{out}(j) - TC_{in}(j))FC(j) = \sum_k \sum_i Q(i, j, k) + \sum_m Qs(i, n)$$

- Balanço de energia para cada intervalo de temperatura

$$(TH(i, k) - TH(i, k + 1))FH(i) = \sum_j Q(i, j, k)$$

$$(TC(j, k) - TC(j, k + 1))FC(j) = \sum_i Q(i, j, k)$$

- Temperaturas de entrada na superestrutura

$$TH(i, k) = THIN(i)$$

$$TC(j, k) = TCIN(j)$$

- Factibilidade de temperaturas na superestrutura

$$TH(i, k) \geq TH(i, k + 1)$$

$$TC(j, k) \geq TC(j, k + 1)$$

$$TH(i, NOK + 1) \geq THout(i)$$

$$TCout(j) \geq TC(j, 1)$$

- Carga térmica das utilidades quentes e frias

$$(TH(i, NOK + 1) - THout(i))FH(i) = \sum_n Qw(i, n)$$

$$(TCout(j) - TC(j, 1))FC(j) = \sum_m Qs(i, n)$$

- Restrições Lógicas

$$Q(i, j, k) \leq \hat{U}(i, j, k)$$

$$Qw(i, n) \leq \hat{U}w(i, n)$$

$$Qs(m, j) \leq \hat{U}s(m, j)$$

- Cálculo das temperaturas aproximadas

$$DT(i, j, k) \leq TH(i, k) - TC(j, k)$$

$$DT(i, j, k + 1) \leq TH(i, k + 1) - TC(j, k + 1)$$

$$DTw(i, n) \leq TH(i, k) - TWOUT(n)$$

$$DTs(m, j) \leq TSOUT(m) - TC(j, k)$$

Além disso, a fim de evitar áreas infinitas, pequenos limites positivos são especificados para as variáveis de temperaturas aproximadas DT, ou seja

$$DT(i, j, k) \geq \hat{\epsilon}$$

Onde ϵ pode ser interpretado como o menor valor permitido para $EMAT = \Delta T_{min}$.

- Divisão de Correntes

$$\sum_j Q(i, j, k) \leq 1$$

$$\sum_i Q(i, j, k) \leq 1$$

Finalmente, a função objetivo pode ser definida como a custo anual para a rede, onde os custos a serem minimizados são os custos referentes aos equipamentos de troca térmica e os custos das utilidades empregadas na rede de trocadores de calor.

$$Z = \sum_i \sum_j \sum_k Custo(i, j, k) + \sum_i \sum_n CustoW(i, n) + \sum_m \sum_j CustoS(m, j)$$

$$+ \sum_i \sum_n CCw(n). Qw(i, n) + \sum_m \sum_j CCs(m). Qs(m, j)$$

Onde

$$Custo(i, j, k) = CF(i, j) + C(i, j) \cdot Area(i, j, k)^{B(i, j)}$$

$$CustoW(i, n) = CFw(i, n) + Cw(i, n) \cdot AreaW(i, n)^{Bw(i, n)}$$

$$CustoS(m, j) = CFs(m, j) + Cs(m, j) \cdot Areas(m, j)^{Bs(m, j)}$$

são respectivamente os custos dos trocadores existentes entre as correntes de processo i e j , as correntes de processo quentes i e as utilidades frias n e as correntes de processo frias e as utilidades quentes m . O cálculo das áreas segue de

$$Q(i, j, k) = U(i, j) \cdot Area(i, j, k) \cdot DTML(i, j, k)$$

$$QW(i, n) = Uw(i, n) \cdot AreaW(i, n) \cdot DTMLw(i, n)$$

$$QS(m, j) = Us(m, j) \cdot AreaS(m, j) \cdot DTMLs(m, j)$$

Para o cálculo da força motriz do sistema, a diferença de temperatura média logarítmica (DTML) é aproximada pela equação de Chen (1987).

$$DTML(i, j, k) = \left[DT(i, j, k) \cdot DT(i, j, k + 1) \cdot \frac{DT(i, j, k) + DT(i, j, k + 1)}{2} \right]^{1/3}$$

$$DTMLw(i, n) = \left[DTw(i, n) \cdot (THout(i) - TWin(n)) \cdot \frac{DTw(i, n) + THout(i) - TWin(n)}{2} \right]^{1/3}$$

$$DTMLs(m, j) = \left[DTs(m, j) \cdot (TSin(m) - TCout(j)) \cdot \frac{DTs(m, j) + TSin(m) - TCout(j)}{2} \right]^{1/3}$$

A função objetivo não apresenta o projeto detalhado do trocador de calor, embora este seja uma complementação à este trabalho no futuro.

3.2 Implementação do Modelo

O algoritmo é dividido em quatro partes, uma para cada operação da ED. Na parte de inicialização, é discutido o procedimento geral para o cálculo das temperaturas das correntes a partir da carga de calor do trocador. São geradas nessa etapa as variáveis que denotam as posições dos trocadores, as cargas de calor dos trocadores, as frações de divisão das correntes quentes e frias. Em seguida, as três operações de DE, mutação, recombinação e seleção são tratadas para as variáveis

A variável da posição dos trocadores é representada por um vetor cujo tamanho é igual a $NMT = NC \times SP \times ST$ onde NC é o número de correntes frias, SP o número máximo de divisões que uma corrente pode ter e ST o número de estágios. Cada elemento do vetor denota a corrente quente i trocando calor com a corrente fria j no trocador k . Por exemplo, para duas correntes quentes e duas correntes frias, pode-se ter o seguinte vetor de posições:

$$v(\text{posição}) = (2 \ 0 \ 1 \ 2 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1)$$

Isso significa que, para o estágio 1, a corrente fria 1 troca calor apenas com a corrente quente 2 e a corrente fria 2, se divide e troca calor com as correntes quentes 1 e 2; já no segundo estágio, a corrente quente 1 troca calor

com as correntes frias 1 e 2. Essa variável de posição refere-se a posição dos trocadores de calor em uma solução, dessa forma, como serão geradas N soluções para o problema, serão geradas N vetores posições.

Vale ressaltar que, uma corrente não troca calor mais vezes que o número máximo de divisões permitidas. Dessa forma, esses vetores posições p são gerados aleatoriamente como um número entre zero e o número de correntes quentes NH , ou seja,

$$v(\text{posição}(p)) = \text{rand}\{0, NH\}$$

Para cada trocador de calor k do indivíduo p , uma carga de calor deve ser gerada aleatoriamente, ou seja,

$$v(\text{carga}(p)) = \text{rand}\{0, Q_{\max}\}$$

Onde

$$Q_{\max} = (FH(i) \cdot (T_{in}(i) - T_{out}(i)), FC(j) \cdot (T_{out}(j) - T_{in}(j)))$$

O vetor da fração de divisão para as correntes quentes no trocador k do indivíduo p é gerado aleatoriamente:

$$v(\text{fraçãoquente}(p)) = \text{rand}\{0, FH(i)\}$$

Satisfazendo

$$\sum_{k=[NC \times SP \times (s-1)]+j}^{NC \times SP \times s} v(\text{fraçãoquente}(p))^k = FH(i)$$

Da mesma forma o vetor da fração de divisão para as correntes frias é dado por:

$$v(\text{fraçãofria}(p)) = \text{rand}\{0, FC(j)\}$$

Satisfazendo

$$\sum_{k=NC \times SP \times (s-1) + (j-1) \times SP + 1}^{NC \times SP \times (s-1) + j \times SP} v(\text{fraçãofria}(p))^k = FC(j)$$

Depois de inicializar os valores das variáveis de posição, de cargas de calor e de frações de divisão das correntes quentes e frias, o custo total da rede precisa ser calculado.

Afim de calcular $(DT)^k$ que é a aproximação de Chen para DTML, são necessários os valores das temperaturas de entrada e saída das correntes em cada extremidade do trocador k .

Como os trocadores de calor operam contracorrente, a colocação dos trocadores começa a partir das extremidades de entrada das correntes quentes e extremidade de saída das correntes frias. Na extremidade de saída de cada corrente fria é colocado um aquecedor, onde a temperatura de saída deste é igual a temperatura de saída da corrente fria em questão. A temperatura de saída deste é calculado através da equação de balanço de energia. Caso alguma corrente fria não tenha sua temperatura de entrada satisfeita, um outro aquecedor é colocado na extremidade de saída da corrente fria em questão.

Após os aquecedores serem colocados, as correntes trocam calor. A sequência em que esses trocadores são colocados segue a ordem do vetor posição. A suposição de que um ramo de uma corrente pode ter no máximo um permutador implica que todos os permutadores colocados sobre uma corrente quente i num estágio s tem a mesma temperatura de entrada da corrente quente. Da mesma forma, os trocadores colocados sobre uma corrente fria j num estágio s tem a mesma temperatura de entrada da corrente fria.

Fazendo os devidos balanços de energia em cada trocador de calor, verificando sempre as leis da termodinâmica e considerando a mistura isotérmica calcula-se todas as temperaturas de entrada e saída das correntes nos trocadores. Utilizando $(DT)^k$ e as cargas de calor, o custo total associado a rede especificada é calculado.

Todo esse procedimento é repetido para os N indivíduos que passam a compor uma matriz denominada população alvo.

Após a inicialização, tem-se portanto, uma população alvo com N indivíduos e seus respectivos custos.

A operação de mutação, corresponde a geração de uma população de indivíduos mutados a partir da população alvo. Dentre as várias formas de realizar a mutação, a escolhida é aquela em que três indivíduos são selecionados aleatoriamente na população alvo, e um deles é perturbado. O indivíduo resultante desta operação compõe a população mutada.

Para os vetores posição tem-se que:

$$v(\text{posiçãomutado}(p)) = \text{int}[v(\text{posição}(c)) + F \cdot (v(\text{posição}(a)) - v(\text{posição}(b)))]$$

onde *int* é um operador que trabalha apenas com a parte inteira de um número real. O valor de F é fixado em 0.5.

Para as cargas de calor e as frações de divisão das correntes, tem-se que:

$$v(X\text{mutado}(p)) = \text{int}[X(c) + F \cdot (X(a) - X(b))]$$

Onde X é igual a v(carga) ou v(fraçãoquente(p)) ou v(fraçãofria(p)).

O cruzamento é uma operação na qual os indivíduos da população mutada são cruzados ou acasalados com os indivíduos da população alvo para dar origem a uma nova população conhecida por população teste.

Nesta operação, um número aleatório entre 0 e 1 é gerado para cada valor dos vetores posição, dos vetores de carga de calor e dos vetores das frações de divisão das correntes quentes e frias. Se este número gerado é inferior a CR=0.75, o valor da variável teste é igual ao valor do indivíduo mutado correspondente, caso contrário, será igual ao valor da variável do indivíduo alvo.

Os atributos de cada indivíduo dessa nova população são então ajustados caso tenha alguma inconsistência em relação ao número de divisões da corrente quente, aos valores das cargas de calor e as frações de divisão nas correntes. Após isto, as temperaturas de entrada e saídas das correntes quentes e frias são calculadas nas extremidades dos trocadores para esta população teste de modo análogo ao cálculo realizado para a população alvo no passo de inicialização. A partir dessas temperaturas, o custo total de cada rede é encontrado para esta população.

Na seleção, os indivíduos correspondentes a população teste são então comparados aos indivíduos da população alvo. O indivíduo da população que menos violar as restrições do problema, passa a compor a nova população alvo que irá iniciar na geração (iteração) seguinte. Se o número de violações de um determinado indivíduo for igual em ambas as populações, passa para a geração seguinte o indivíduo que resultar num menor valor na função custo total da rede.

O algoritmo está em fase de implementação no MATLAB e por isso não há resultados ainda para efeito de comparação. Algumas modificações do algoritmo padrão de ED estão sendo realizadas de modo a se atingir melhores resultados. O trabalho de Murty (2007), apresentou bons resultados realizando a síntese da rede de uma forma muito semelhante com a proposta, sem considerar no entanto, a mistura isotérmica para as correntes que apresentam divisão de vazão.

4 Conclusão

Este trabalho se justifica face à dificuldade em encontrar soluções para os modelos não lineares envolvendo superestruturas, às possibilidades de aprisionamento em ótimos locais e à carência de trabalhos publicados considerando a síntese de redes de trocadores de calor obtida utilizando-se o métodos estocásticos, em particular, a Evolução Diferencial.

Tendo em vista os bons resultados dos poucos trabalhos utilizando ED, espera-se que a implementação do algoritmo proposto tenha resultados tão bons quantos aos apresentados na literatura recentemente.

Referências

- ATHIER, G. et al. 1997. Synthesis of heat-exchanger network by simulated annealing and nlp procedures. AICHE journal, Wiley Online Library, v. 43, n. 11, p. 3007–3020.
- BABU, B.; MUNAWAR, S. 2007. Differential evolution strategies for optimal design of shell-and-tube heat exchangers. Chemical Engineering Science, Elsevier, v. 62, n. 14, p. 3720–3739.

- CHEN, J. 1987. Comments on improvements on a replacement for the logarithmic mean. *Chemical Engineering Science*, Pergamon, v. 42, n. 10, p. 2488–2489.
- HWA, C. 1965. Mathematical formulation and optimization of heat exchanger networks using separable programming. In: *AIChE-ICHEME Symposium Series*. [S.l.: s.n.]. v. 4, p. 101–106.
- KESLER, M.; PARKER, R. 1969. Optimal networks of heat exchange. In: *Chem. Eng. Prog. Symp. Ser.* [S.l.: s.n.], v. 65, n. 92, p. 111–120.
- LEWIN, D. R.; WANG, H.; SHALEV, O. 1998. A generalized method for heat exchanger synthesis using stochastic optimization—i. general framework and heat exchanger optimal synthesis. *Computers & Chemical Engineering*, Elsevier, v. 22, n. 10, p. 1503–1511.
- RAVAGNANI, M. A. S. S. 1994. Projeto e Otimização de Redes de Trocadores de Calor. 147 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, UNICAMP, Campinas, SP, Brasil.
- RAVAGNANI, M. A. S. S., CABALLERO, J. A. 2007. Optimal Heat Exchanger Network Synthesis with the Detailed Heat Transfer Equipment Design, *Computers and Chemical Engineering*, paper to appear.
- YEE, T. F.; GROSSMANN, I. E. 1990. Simultaneous optimization models for heat integration—ii. heat exchanger network synthesis. *Computers & Chemical Engineering*, Elsevier, v. 14, n. 10, p. 1165–1184, 1990.
- YERRAMSETTY, K. M.; MURTY, C. 2008. Synthesis of cost-optimal heat exchanger networks using differential evolution. *Computers & Chemical Engineering*, Elsevier, v. 32, n. 8, p. 1861–1876, 2008

2TC-A5-Uma Abordagem Estruturada em Avaliação de Custos e Planejamento da Capacidade de Produção para o Controle do Desempenho Operacional

Rodrigo Pessotto Almeida (*rodrigo.pessotto@ufrgs.br* PPGEP/UFRGS)

Fernanda Romanzini (*feromanzini@outlook.com* PPGEP/UFRGS)

Liane Werner (*liane.werner@ufrgs.br* PPGEP/UFRGS)

Resumo

Em um ambiente caracterizado pela alta competitividade, torna-se imprescindível a busca pela excelência nos padrões de desempenho empresariais. Isto tem exigido das empresas medidas de controle de seus processos internos, a fim de eliminar perdas relacionadas ao uso inadequado de recursos. Neste contexto, o presente artigo desenvolve um modelo para o controle do desempenho operacional do sistema produtivo, utilizando a avaliação de custos e o planejamento da capacidade de produção. O objetivo é evidenciar as parcelas de custos relativos à produção, bem como os custos originados pela ociosidade do sistema, investigando seus impactos no resultado final. Para avaliar a eficácia do modelo proposto, este foi aplicado em uma empresa de manufatura de materiais plásticos para a construção civil, em um sistema com múltiplos produtos e múltiplas máquinas.

Palavras-chave: *Custos de produção, Custos da capacidade produtiva, Planejamento da capacidade produtiva, Indústria plástica.*

Introdução

A alta variação da demanda nos últimos anos tem influenciado empresas de manufatura a buscarem mecanismos para ajustar sua capacidade de produção, de forma rápida e econômica, às exigências do mercado (LINGITZ *et al.*, 2013). Este dinamismo, aliado à elevada competição no ambiente empresarial, tem levado as organizações a buscarem um maior grau de racionalização de seus processos produtivos de forma a assegurar índices de rentabilidade favoráveis ao negócio.

Neste sentido, sistemas com capacidade flexível são apontados pela literatura como medida para tornar o gerenciamento da capacidade de produção mais eficaz diante de flutuações na demanda (TAN e ALP, 2009; MORATEWETZ e SIHN, 2012; LINGITZ *et al.*, 2013). Contudo, a análise do sistema produtivo deve incluir a avaliação dos custos fixos relacionados à capacidade de produção disponível, bem como sua utilização (KUTACĀ *et al.*, 2014; TAN e ALP, 2009). Desta forma, metodologias que permitam a sistemática identificação e quantificação dos desperdícios de uma empresa assumem importante papel na melhoria da eficiência dos processos produtivos (GIRI e MOON, 2004; BORNIA, 2010).

Baseado no planejamento da capacidade produtiva e informações de custos, este artigo propõe uma metodologia de controle, que visa avaliar o desempenho operacional do sistema produtivo em termos econômicos. Assim, o principal objetivo consiste em evidenciar as parcelas de custos relativos à produção, bem como os custos originados pela ociosidade do sistema, investigando seus impactos no resultado final. Para alcançar o objetivo, o modelo proposto neste estudo estabelece o cruzamento entre informações do planejamento da capacidade produtiva e de custos.

Abordagem sobre Custos Fixos Produtivos e o seu Impacto No Planejamento da Capacidade de Produção

No ambiente no qual se insere a empresa moderna, onde preços de vendas dos produtos são fixados pelo mercado, o nível de utilização da capacidade produtiva torna-se um fator decisivo no desempenho do sistema.

Nestas condições, a gestão eficiente dos custos de produção assume um papel importante para a sobrevivência das organizações, onde o sucesso ou fracasso é o resultado da habilidade em gerenciar, analisar e prever os custos do negócio para criar ou sustentar vantagens competitivas (SOBREIRO *et al.*, 2008). Portanto, a evidencição e análise dos custos da capacidade tornam-se necessárias para a gestão empresarial, onde esta necessariamente deve incorporar a avaliação de custos relacionados à capacidade ociosa (JOHNSON e KAPLAN, 1993; GIRI e MOON, 2004; SANTOS *et al.*, 2007).

Considerando certo horizonte de planejamento, custos fixos são aqueles que tendem a permanecer constantes ao longo do tempo mesmo com mudanças nos volumes produzidos ou comercializados, enquanto não se modifique a capacidade de produção ou comercialização e o nível previsto de utilização desta. Assim, os custos fixos não são função do volume ou do uso real da capacidade, sendo sua magnitude dependente da capacidade existente e do nível de atividade planejado (OSORIO, 1992). Nessa mesma linha, Horngren *et al.* (2000) abordam o conceito de capacidade de produção em termos de capacidade, referindo-se a estrutura disponível, e a necessidade, que representa a utilização.

Os custos fixos podem também caracterizarem-se por não serem afetados pelo uso de medidas de flexibilidade, sendo estes resultados da tomada de decisão em nível estratégico, como áreas de estocagem, investimentos em equipamentos, depreciação em função do tempo, ou seja, independem do nível de atividade da empresa no curto prazo. Já os custos que são afetados por uma medida de capacidade são classificados como variáveis (BORNIA, 2010; LINGITZ *et al.*, 2013). Segundo Bornia (2010), os custos fixos podem ser classificados, considerando sua facilidade de eliminação, em: custos fixos elimináveis (ou evitáveis) e não elimináveis. Custos fixos elimináveis correspondem àqueles que, no curto prazo, podem ser eliminados caso a empresa encerre temporariamente suas atividades, tendo como exemplo salários, alugueis e energia elétrica. Já custos fixos não elimináveis, correspondem aos custos não passíveis de eliminação no curto prazo, dentre os quais se incluem depreciações de instalações, impostos sobre a propriedade, segurança e outros. Duas classes de custos fixos são apresentadas por Iwata e Wood (2002), custos de capacidade independentes e custos de capacidade dependentes. Custos independentes são aqueles vinculados à capacidade disponível, enquanto os dependentes se relacionam ao grau de utilização planejado para capacidade disponível.

Com o surgimento de sistemas produtivos multiprodutores, o custeio da produção se tornou um princípio condutor para monitorar a eficiência de todas as atividades realizadas, bem como vincular o desempenho dos processos à rentabilidade global da organização (SOBREIRO *et al.*, 2008). Assim, o custeio da produção assume uma posição importante de apoio à tomada de decisão nas funções de gestão e controle das empresas. Neste sentido, Deif e Elmaraghy (2006) investigam como os sistemas produtivos podem gerenciar seu planejamento de capacidade de forma rentável. Baseado em uma função de custo, que inclui o custo da unidade de capacidade física e os custos associados à reconfiguração do sistema, o modelo determina o planejamento de capacidade ideal para o sistema de produção. Em abordagem similar, Deng e Yano (2006) desenvolvem um procedimento computacional explorando a relação conjunta entre decisões de capacidade e políticas de preços ótimos. Considerando as variáveis custos de setups e restrições de capacidade, o modelo estabelece o nível de utilização otimizada da capacidade visando equilibrar oferta e demanda em períodos diversos.

Para Kutač *et al.* (2014), as decisões relacionadas à escolha de métodos de custos a serem utilizados devem pertencer ao âmbito de tomada de decisão estratégico. Assim, os autores discutem a inovação dos sistemas de custos utilizados em empresas metalúrgicas. Adicionalmente, investigam as distorções nos preços de produtos provocadas por práticas de cálculos de custos baseadas no volume de produção, o que não corresponde à utilização real da capacidade de produção pelos produtos. Tal prática ocasiona a alocação de uma parcela maior do que a realmente correspondente de custos fixos aos custos de produção, dado que a utilização do sistema produtivo normalmente é inferior à sua capacidade disponível. A avaliação de custos relacionada ao planejamento de capacidade não é um tema restrito a sistemas produtivos. Fayard *et al.* (2012) abordam uma prática estratégica de gerenciamento de custos chamada de Gerenciamento de Custos Interorganizacionais (IOCMs - *Inter-organizational cost management*), que consiste em ações colaborativas ou cooperativas entre membros de uma cadeia na busca pela redução de custos e criação de valor a todas as organizações integrantes desta cadeia. Chu e Chang (2010) combinam algoritmo genético e programação dinâmica para problemas de planejamento de expansão da capacidade de sistemas de recursos hídricos. Dado o destaque no crescimento do setor de transporte aéreo na economia mundial, Martín e Voltes-Dorta (2011) exploram a problemática relacionada a expansões da capacidade de aeroportos sob a ótica da gestão financeira, tendo custos operacionais como variável de interesse.

Outro tema que assume papel importante nas funções gerenciais de planejamento e controle da capacidade é a avaliação dos custos relacionados à ociosidade de produção. Estes se referem à parcela de fatores fixos - tanto

estruturais, quanto operativos - não utilizados pela produção, ou simplesmente a diferença entre capacidade máxima prática de produção e volume de produção real (OSORIO, 1992). Para Giri e Moon (2004), cenários com baixa utilização da capacidade de produção apresentam maior habilidade para absorver a variabilidade da demanda do que um sistema com elevada utilização. Porém, esta parcela de capacidade não utilizada se transforma em custos de ociosidade. Assim, a identificação e análise dos custos da capacidade, bem como a evidenciação dos custos de ociosidade, tornam-se primordiais para a correta avaliação do desempenho de tais sistemas (GIRI e MOON, 2004; SANTOS *et al.*, 2007).

No estudo desenvolvido por Eiamkanchanalai e Banerjee (1999), é conduzida uma abordagem para o dimensionamento de tamanhos de lotes, onde os custos unitários de produção possuem relação com a taxa de produção, a qual é tratada como uma variável de decisão. Estes também incorporaram ao cálculo dos custos unitários de produção o custo da capacidade ociosa. Neste mesmo enfoque, Giri e Moon (2004) apresentam modelos matemáticos, testados com exemplos numéricos, que evidenciam o impacto significativo dos custos de ociosidade sobre a decisão de lotes econômicos de produção.

Para sua adequada avaliação, a capacidade ociosa total de produção pode ser dividida em duas componentes: capacidade ociosa planejada e capacidade ociosa operativa (OSORIO, 1992). O conceito de capacidade ociosa planejada refere-se à parcela da capacidade de produção que se determina não utilizar, ao ser definido um nível de atividade previsto. Já a capacidade ociosa operativa é a diferença resultante entre o nível de atividade realmente alcançado, também conhecido por volume real de produção, e o nível de atividade previsto anteriormente.

Metodologia Proposta

Para desenvolvimento do método proposto, inicialmente foi realizada uma pesquisa na literatura com os temas relacionados ao estudo, custos produtivos, custos fixos da capacidade e a avaliação de custos no planejamento da capacidade de produção. Baseado no planejamento da capacidade produtiva e informações de custos, o modelo proposto visa avaliar o desempenho operacional do sistema produtivo. O objetivo consiste em evidenciar as parcelas de custos relativas à produção, bem como os custos originados pela ociosidade do sistema, investigando seus impactos no resultado final. A análise conduzida pelo modelo constitui uma abordagem de controle, dado que investiga o desempenho do sistema para um cenário já ocorrido. Como pressupostos para aplicação do modelo identificam-se: (i) necessidade da disponibilidade de dados do planejamento da capacidade produtiva, definido por modelos que integram informações reais do sistema de produção e do mercado, (ii) disponibilidade de informações de custos fixos de capacidade vinculados ao tamanho da capacidade e ao nível de utilização desta, (iii) disponibilidade de informações de custos variáveis. A Figura 1 apresenta as etapas do modelo proposto, as quais são detalhadas na sequência.

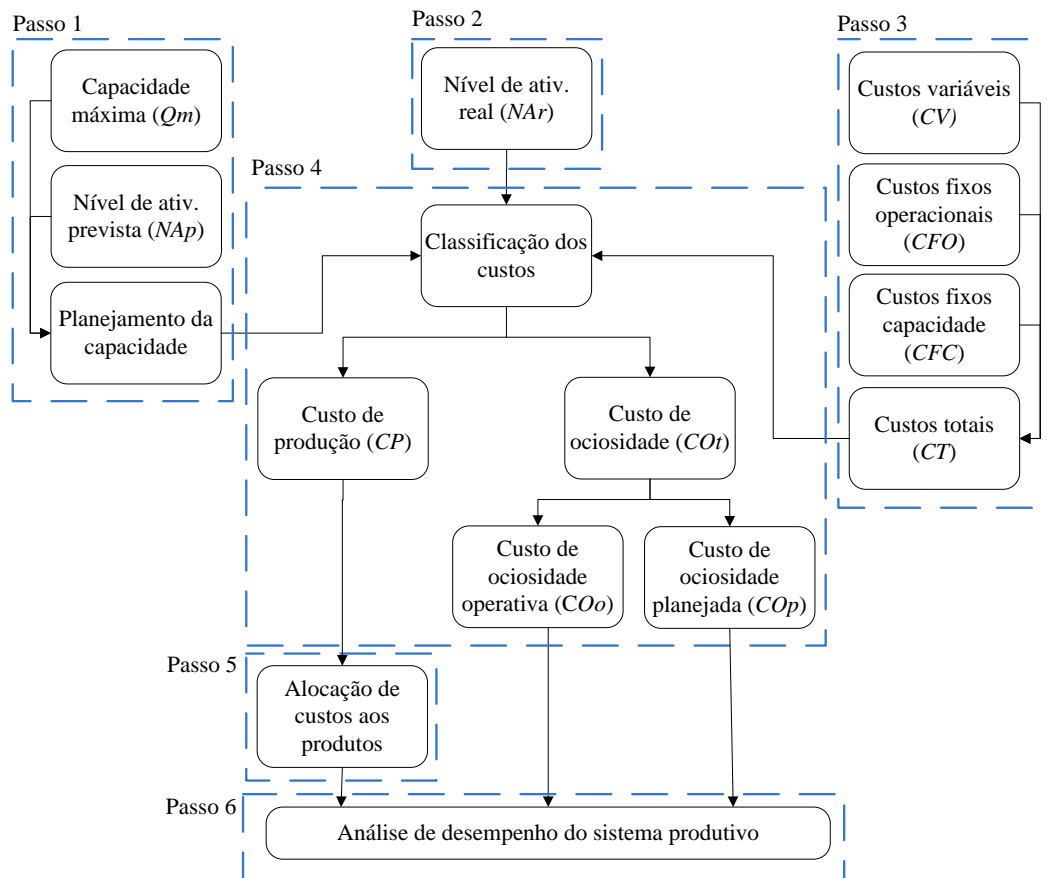


Figura 1 - Método proposto.

1º Passo: neste passo são levantados os dados oriundos do planejamento da capacidade de produção, que devem fornecer o cenário previsto de utilização desta para o período em análise. Assim é possível conhecer a disponibilidade do sistema produtivo em horas máquina, representado pela variável tempo (T), e a produtividade técnica (E), em kg/h, conseqüente do *mix* de produção planejado. Assim os valores de Q_m e NAP são obtidos a partir das equações (5) e (6), respectivamente. Estes constituem parâmetros que permitem a adequada avaliação do sistema produtivo, uma vez que utilizam dados do planejamento da capacidade produtiva realizado em etapa anterior, conforme modelagem proposta por Almeida (2014). Portanto, estes dados de entrada são baseados em informações do mercado, através da previsão de demanda, e disponibilidade do sistema, por meio da avaliação da capacidade de produção.

2º Passo: neste passo são coletados os dados do volume real de produção alcançado, que representam o nível de atividade real (NAr) obtido no período. Com base nas quantidades produzidas de cada produto e o tempo real (Tr) utilizado, é possível calcular o valor da variável produtividade técnica real (Er) utilizando-se a equação (7).

3º Passo: definidos os parâmetros do sistema produtivo, é necessário estabelecer as informações de custos. Portanto, assumem-se como custos totais (CT) a soma dos custos variáveis (CV) e os custos fixos operacionais (CFO) e fixos de capacidade (CFC), conforme equação (8) (OSORIO, 1992; WOODLOCK, 2000):

$$CT = CFC + CFO + CV \quad (8)$$

onde: CFC representa os custos relacionados aos recursos que determinam a capacidade instalada; CFO representam os custos que surgem com a decisão de utilizar em determinada proporção os recursos de capacidade instalada e CV corresponde aos custos que se relacionam ao volume de produção realizado.

4º Passo: o quarto passo consiste na classificação dos custos totais (CT) em duas categorias, custos de produção (CP) e custos de ociosidade total (COt). Assim, CP correspondem aos custos justificados pelo volume de produção alcançado no período, ou seja, NAr . COt corresponde à parcela de custos relacionada aos recursos não utilizados, representados por desvios nas variáveis, produtividade técnica (E) e tempo (T).

Para possibilitar esta classificação, inicialmente é necessário determinar o valor da taxa unitária de custos fixos de capacidade ($Tcfc$) e a taxa unitária de custos fixos de operação ($Tcfo$). Estas taxas são fornecidas a partir das equações (9) e (10), respectivamente.

$$Tcfc = \frac{CFC}{Q_m} \tag{9}$$

onde: Q_m , corresponde à capacidade máxima de produção para o período em kg,

$$Tcfo = \frac{CFO}{NA_p} \tag{10}$$

sendo: NA_p o nível de atividade prevista para o período em kg.

A Tabela 1 apresenta as fórmulas utilizadas para determinar as parcelas de custos que formam o custo de produção (CP), que é representado pela equação (11).

$$CP = CP_c + CP_o + CP_v \tag{11}$$

Tabela 1 - Fórmulas para calcular parcelas de custos que formam CP .

Custo	Custo de produção (CP)
CFC	$CP_c = NA_r \times Tcfc$, onde CP_c é o custo de produção fixo de capacidade;
CFO	$CP_o = NA_r \times Tcfo$, onde CP_o é o custo de produção fixo operacional;
CV	$CP_v = \sum_{i=1}^n NA_{r_i} \times CV_i$, onde CP_v é o custo de produção variável, NA_{r_i} é a quantidade em unidades produzida do produto i e CV_i é o custo variável unitário do produto i , para $i = 1, \dots, n$.

O custo de ociosidade total (COt) é formado pela soma dos custos classificados em custos de ociosidade planejada (COp) e custos de ociosidade operativa (COo). Aplicando-se a equação (12), é obtido o valor de COt .

$$COt = COp + COo \tag{12}$$

Na Tabela 2 são apresentadas as fórmulas utilizadas para determinar cada uma das componentes que formam COt , relacionadas aos tipos de custos CFC e CFO , bem como as variáveis, produtividade técnica (E) e tempo (T).

Tabela 2 - Fórmulas para calcular componentes de custos que formam COt .

Custo de ociosidade total COt		
Custo	var. (E)	var. (T)
CFC	$[[Tp.(Em - Ep)].Tcfc]$	$[[Ep.(Tm - Tp)].Tcfc]$
	$[[Em - Ep).(Tm - Tp)].Tcfc]$	
$COp = [[Tp.(Em - Ep)] + [Ep.(Tm - Tp)] + [(Em - Ep).(Tm - Tp)].Tcfc]$		
Custo	var. (E)	var. (T)
CFC	$[[Tr.(Ep - Er)].Tcfc]$	$[[Ep.(Tp - Tr)].Tcfc]$
CFO	$[[Tr.(Ep - Er)].Tcfo]$	$[[Ep.(Tp - Tr)].Tcfo]$
$COo = [Tr.(Ep - Er) + Ep.(Tp - Tr)].Tcfc + [Tr.(Ep - Er) + Ep.(Tp - Tr)].Tcfo$		

5º Passo: o quinto passo corresponde à alocação de custos aos produtos. Assim, somente os custos de produção (CP) farão parte do custo dos produtos. Com a equação (13) é possível calcular o custo total unitário para o produto i (CTu_i):

$$CTu_i = CFCu_i + CFOu_i + CVu_i \tag{13}$$

onde: $CFCu_i$ refere-se ao custo fixo de capacidade unitário do produto i ; $CFOu_i$ é o custo fixo de operação unitário do produto i e CVu_i é o custo variável unitário do produto i . Assim as parcelas de custos fixos alocadas aos produtos são determinadas pelas equações (14) e (15).

$$CFCu_i = Tcfc \times m_i \tag{14}$$

$$CFOu_i = Tcfo \times m_i \quad (15)$$

onde: m_i é a equivalência do produto i em sua unidade de medida.

6º Passo: o último passo visa analisar o sistema produtivo em termos de seu desempenho operacional (DO). Assim, faz-se necessário apurar as informações de receita (R) gerada pelos produtos fabricados no período, custos de produção (CP) e também os custos relacionados à capacidade ociosidade no período (COt). Primeiramente, as receitas são calculadas multiplicando os preços de venda de cada produto pela respectiva quantidade produzida, conforme a equação (16).

$$R = \sum_{i=1}^n (PV_i \times NAr_i) \quad (16)$$

onde: PV_i é o preço de venda do produto i em (R\$), e NAr_i corresponde à quantidade produzida do produto i em unidades, para $i = 1, \dots, n$.

Por fim, o desempenho operacional (DO) é obtido ao deduzir da receita (R) os custos de produção (CP) e os custos de ociosidade total (COt), conforme equação (17).

$$DO = R - CP - COt \quad (17)$$

Estudo Aplicado

O método proposto foi aplicado em uma indústria fabricante de materiais em PVC para a construção civil. Uma dificuldade observada pela empresa é a instabilidade na definição de seus preços de venda em decorrência da elevada concorrência na comercialização de seus produtos em nível nacional. Desta forma, na maioria dos períodos, os preços de vendas praticados resultam em produtos com margens de lucro reduzidas e em alguns casos até negativa. Nestas condições, o desempenho na utilização dos recursos relacionados à capacidade instalada de produção, representado pelos custos fixos, assume papel crucial para determinação do desempenho operacional do sistema produtivo. Assim, nesta seção são apresentados os resultados obtidos com a aplicação do método, que contempla a análise de nove produtos fabricados num processo produtivo composto por seis máquinas, ou seja, considera um sistema com múltiplos produtos e múltiplas máquinas.

Os dados utilizados na aplicação correspondem a um único período, denominado de período 1, que é formado por seis meses. Portanto, os dados de entrada apresentados na Tabela 3 representam o valor acumulado de seis meses, os quais constituem a execução dos dois primeiros passos do modelo. As propriedades de peso (kg) dos produtos, incluindo o detalhamento do NAr em unidades físicas e em Kg, são fornecidas pois serão utilizadas nas etapas seguintes.

Tabela 3 - Cenário planejado e realizado da utilização da capacidade produtiva.

Período 1 - (6 meses)		Composição NAr			
Dados previstos x realizado		Prod.	Peso (m_i) [kg]	NAr [unid.]	NAr [kg]
Tm (h máquina)	19.808,41	1	0,8	221.602,0	177.281,6
Qm (kg)	5.427.993,90	2	1,15	566.337,0	651.287,6
Tp (h máquina)	17.967,50	3	1,8	65.067,0	117.120,6
NAp (kg)	4.923.538,09	4	4,15	76.296,0	316.628,4
$Em = Ep$ (kg/h)	274,02	5	1,42	163.180,0	231.715,6
Tr (h máquina)	17.800,00	6	2,35	152.946,0	359.423,1
NAr (kg)	4.585.465,70	7	3,75	96.046,0	360.172,5
Er (Kg/h)	257,61	8	5,35	368.771,0	1.972.924,9
		9	11,7	34.095,0	398.911,5
					4.585.465,7

No terceiro passo do modelo são levantados os custos que formam o custo total (CT) do período. Conforme informado pela empresa, a Tabela 4 apresenta os custos registrados no período. Observa-se que os custos fixos correspondem a 25,63 % dos custos totais, nos quais são considerados salários e encargos, aluguéis, depreciação, energia elétrica e segurança. Já 74,37 % destes são classificados como custos variáveis, sendo estes predominantemente formados por custos de matéria prima.

Após a coleta dos dados, o quarto passo consiste na classificação dos custos totais (CT) em duas categorias, custos de produção (CP) e custos de ociosidade total (COt). Na Tabela 5 são apresentados os valores obtidos a

partir da aplicação das fórmulas descritas na proposição do modelo. Os custos justificados pelo volume de produção alcançado são apresentados em relação a cada tipo de custo *CFC*, *CFO* e *CVT*. Além da estratificação do tipo de custo, os valores de capacidade ociosa são apresentados em termos da classificação da ociosidade, planejada ou operacional, e também em relação a variável geradora, tempo (*T*) e produtividade técnica (*E*).

Tabela 4 - Custos totais (*CT*) do período.

Tipo de custo	Repres. sobre (<i>CT</i>)	Custo total (<i>CT</i>)
<i>CFC</i>	14,31%	R\$ 3.122.545,80
<i>CFO</i>	11,32%	R\$ 2.469.810,42
<i>CVT</i>	74,37%	R\$ 16.229.160,46
		R\$ 21.821.516,68

Os valores nulos assumidos pelo *COp* relativo a variações na produtividade (*E*) e na variação conjunta de *E* e *T* são justificadas pela premissa adotada nesta análise, onde os valores de *Em* são assumidos como iguais a *Ep*. Uma vez determinado o *mix* de produção pelo planejamento da capacidade, que representa as condições impostas pelo mercado e sistema produtivo, não faria sentido determinar um valor de *Em* o qual não fosse realmente passível de ser alcançado.

Tabela 5 - Classificação dos custos totais (*CT*) em *CP* e *COt*.

Tipo custo	Custo Produção (<i>CP</i>)	Custos de ociosidade total (<i>COt</i>)				
		<i>COp</i>			<i>COo</i>	
		var. <i>E</i>	var. <i>T</i>	var. <i>E</i> e <i>T</i>	var. <i>E</i>	var. <i>T</i>
<i>CFC</i>	R\$ 2.637.867,13	R\$ 0	R\$ 290.196,79	R\$ 0	R\$ 168.078,25	R\$ 26.403,64
<i>CFO</i>	R\$ 2.300.222,06	-	-	-	R\$ 146.564,36	R\$ 23.024,00
<i>CVT</i>	R\$16.229.160,46	-	-	-	-	-
	R\$21.167.249,65	R\$ 0	R\$ 290.196,79	R\$ 0	R\$ 314.642,61	R\$ 49.427,64

Em relação a *CT*, 97 % destes são absorvidos pela produção, restando apenas 3 % que correspondem à parcela de ociosidade do período, dentre os quais 44,35 % são classificados como *COp* e 55,65 % como *COo*. Porém, ao comparar o custo total de ociosidade com os custos de capacidade, *CFC* e *CFO*, a ociosidade do período assume uma representatividade de 11,70 %, merecendo, portanto, maior atenção.

O quinto passo consiste na alocação dos custos de produção (*CP*) aos produtos. Utilizando as fórmulas propostas anteriormente é possível determinar o custo total unitário para o produto *i* (*CTu_i*). A Tabela 6 apresenta os valores calculados referentes aos custos totais unitários (*CTu_i*), bem como os valores de *CFCu_i* e *CFOu_i* para cada produto. Os valores relativos ao custo variável unitário de cada produto (*CVu_i*) constituem informações fornecidas pela empresa.

Tabela 6 - Determinação dos custos totais unitários *CTu_i* (R\$/unid.).

Produto	<i>CFCu</i> (R\$/unid.)	<i>CFOu</i> (R\$/unid.)	<i>CVu</i> (R\$/unid.)	<i>CTu</i> (R\$/unid.)
1	R\$ 0,46	R\$ 0,40	R\$ 3,01	R\$ 3,87
2	R\$ 0,66	R\$ 0,58	R\$ 4,30	R\$ 5,54
3	R\$ 1,04	R\$ 0,90	R\$ 6,72	R\$ 8,66
4	R\$ 2,39	R\$ 2,08	R\$15,11	R\$ 19,58
5	R\$ 0,82	R\$ 0,71	R\$ 4,97	R\$ 6,50
6	R\$ 1,35	R\$ 1,18	R\$ 8,24	R\$ 10,77
7	R\$ 2,16	R\$ 1,88	R\$ 13,06	R\$ 17,10
8	R\$ 3,08	R\$ 2,68	R\$ 18,54	R\$ 24,30
9	R\$ 6,73	R\$ 5,87	R\$ 40,33	R\$ 52,93

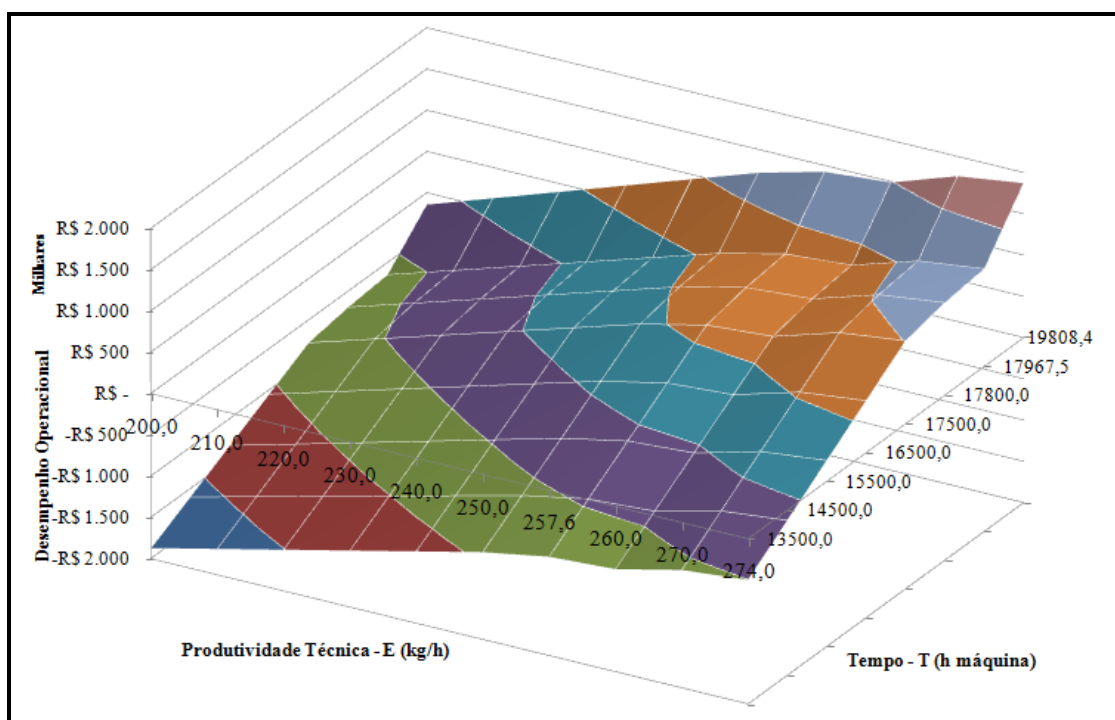
No último passo é conduzida uma análise do desempenho operacional do sistema produtivo (*DO*), evidenciando também parcelas de custos justificadas pela produção do período (*CP*) e perdas relacionadas aos recursos fixos de capacidade e operação não utilizados, que são representados pelos custos de ociosidade total (*COt*). Na Tabela 7 são apresentados os valores que determinam o desempenho operacional do período, dos quais *PV* constitui dados informados pela empresa. Já os demais valores são obtidos a partir das equações apresentadas no 6º passo.

Tabela 7 - Desempenho operacional do sistema produtivo no período.

Prod.	Preço de venda PV (R\$/unid.)	Receita R (R\$)	Custo de produção CP (R\$)	Desempenho Operacional - DO (R\$)
1	R\$ 4,56	R\$ 1.009.841,93	R\$ 857.395,91	Receita
2	R\$ 5,95	R\$ 3.371.514,02	R\$ 3.135.510,81	R\$ 22.536.851,49
3	R\$11,14	R\$ 724.784,37	R\$ 563.478,95	Custo de produção
4	R\$ 21,99	R\$ 1.677.956,43	R\$ 1.493.977,62	-R\$ 21.167.249,65
5	R\$ 7,47	R\$ 1.218.612,73	R\$ 1.060.232,41	Custo capacidade ociosa
6	R\$ 13,51	R\$ 2.066.947,95	R\$ 1.647.509,17	-R\$ 654.267,03
7	R\$ 19,98	R\$ 1.919.002,10	R\$ 1.642.388,13	
8	R\$ 22,98	R\$ 8.474.705,84	R\$ 8.961.967,38	
9	R\$ 60,81	R\$ 2.073.486,13	R\$ 1.804.789,26	
		R\$ 22.536.851,49	R\$ 21.167.249,65	R\$ 715.334,81

Portanto, o desempenho operacional (DO) obtido no período foi de R\$ 715.334,81, o qual tem uma representatividade de 3,17% se comparado à receita. Como o período analisado é formado por seis meses, isto representa um desempenho operacional médio inferior a R\$ 120.000 / mês.

Uma das justificativas para o baixo desempenho operacional alcançado pode ser a ineficiência apurada na utilização dos recursos fixos de capacidade e operação. Se neste mesmo período os custos relativos à capacidade ociosa COt pudessem ser eliminados, o valor de DO seria melhorado em 91,46 %, passando a representar 6,08 % da receita. Neste sentido, a análise é estendida de maneira a permitir comparar DO obtido com o valor assumido por NAr , para o caso de se alcançar NAp e Qm . Utilizando-se os valores médios alcançados no período para as variáveis, receita (R\$ 4,91/kg) e custos variáveis (R\$ 3,54/kg), é possível determinar o valor de DO para cada um dos casos. Assim, com NAp , combinação das variáveis Ep e Tp , DO assumiria o valor de R\$ 1.180.381,62. Para o caso de se alcançar Qm , combinação de Em e Tm , DO assumiria o valor de R\$ 1.874.302,72. Assim, pode-se dizer que o DO alcançado no período corresponde a 60,60% do cenário planejado e a 38,17% do cenário ótimo. Na Figura 2 é ilustrado o comportamento do DO em relação a diferentes combinações das variáveis produtividade (E) e tempo (T).

**Figura 2 - Análise de sensibilidade do DO em termos da produtividade (E) e tempo (T).**

Outra causa que também pode ser responsabilizada pelo baixo desempenho operacional (DO), já mencionada anteriormente, é a baixa margem de lucro proporcionada por alguns produtos. Para o período em análise,

observa-se que o produto 8, que corresponde a 43% do NAr (kg), está apresentando uma margem negativa, uma vez que a receita (R) gerada por este produto não cobre seus custos (CP). A empresa adota esta situação como estratégia, pois o produto 8 ao assumir um preço competitivo para o mercado torna-se um atrativo para a comercialização dos demais produtos. Assim, fica evidente que os preços de venda praticados seguem as condições impostas pelo mercado. Neste contexto, torna-se oportuna a investigação sobre as medidas utilizadas na atribuição dos custos fixos aos produtos, pois na ótica da empresa moderna o lucro é condicionado pela diferença entre o preço, fixado pelo mercado, e o nível de custo atingido pela organização (BORNIA, 2010). Assim, a lógica de distribuição dos custos fixos de capacidade e operacionais deve representar o mais próximo quanto possível a real utilização ou consumo destes recursos pelos produtos. Assim torna-se compreensível a contribuição de cada produto no desempenho operacional do sistema. Visando uma maior racionalidade na distribuição dos custos fixos, anteriormente realizada com base no desempenho global, é conduzida uma análise onde os custos fixos de capacidade e operação são alocados utilizando um coeficiente que representa o desempenho específico de cada produto. Este coeficiente captura as diferentes taxas de produção (kg/h) dos produtos nas diferentes máquinas, sendo calculado conforme segue:

- Inicialmente calcula-se a produtividade de cada produto (E_i), que é obtida a partir da multiplicação da produtividade do produto na máquina pela representatividade da quantidade nesta produzida em relação ao volume total de produção planejado para o produto i ;
- O passo seguinte é calcular a produtividade do sistema ($E_{sistema}$), obtida a partir do somatório da multiplicação da produtividade de cada produto (E_i) pela representatividade do produto i em relação ao volume de produção realizado (NAr).

Assim o coeficiente de custo do produto i (Cc_i) é calculado utilizando-se a equação (18).

$$Cc_i = 1 + \left[1 - \left(\frac{E_i}{E_{sistema}} \right) \right] \quad (18)$$

Portanto os novos valores de $CFCu_i$ e $CFOu_i$ são obtidos a partir da multiplicação destes pelo respectivo coeficiente Cc_i . Além destes, na Tabela 8 são apresentados os valores de E_i , $E_{sistema}$ e CTu conforme análise proposta. Também é mostrada a variação (%) do novo valor assumido por CTu em relação ao valor desta mesma variável considerado anteriormente.

Tabela 8 - Novos valores obtidos para CTu .

Prod.	Produt. E_i (kg/h)	Coeficiente Cc_i	$CFCu$ (R\$/unid.)	$CFOu$ (R\$/unid.)	CTu (R\$/unid.)	Variação
1	154,0	1,5	R\$ 0,70	R\$ 0,61	R\$ 4,32	11,62%
2	215,5	1,3	R\$ 0,88	R\$ 0,77	R\$ 5,95	7,40%
3	157,9	1,5	R\$ 1,56	R\$ 1,36	R\$ 9,65	11,41%
4	169,7	1,5	R\$ 3,52	R\$ 3,07	R\$ 21,69	10,79%
5	184,6	1,4	R\$ 1,17	R\$ 1,02	R\$ 7,15	10,04%
6	300,0	1,1	R\$ 1,44	R\$ 1,26	R\$ 10,94	1,61%
7	336,9	1,0	R\$ 2,06	R\$ 1,79	R\$ 16,91	-1,09%
8	404,1	0,7	R\$ 2,29	R\$ 2,00	R\$ 22,83	-6,04%
9	419,9	0,7	R\$ 4,68	R\$ 4,08	R\$ 49,10	-7,24%

$$E_{sistema} = 322,0 \text{ (kg/h)}$$

Mesmo com as variações de CTu ilustradas na Figura 3, o desempenho operacional para o período permanece inalterado. Porém, quando os produtos 7, 8 e 9 são avaliados, observa-se uma redução em seus CTu , visto que com a utilização de uma eficiência global para apropriação dos custos, estavam subsidiando parte dos custos fixos consumidos pelos demais produtos. Desta forma, a apropriação dos custos apresenta maior racionalidade, proporcionando assim informações fidedignas para a tomada de decisão.

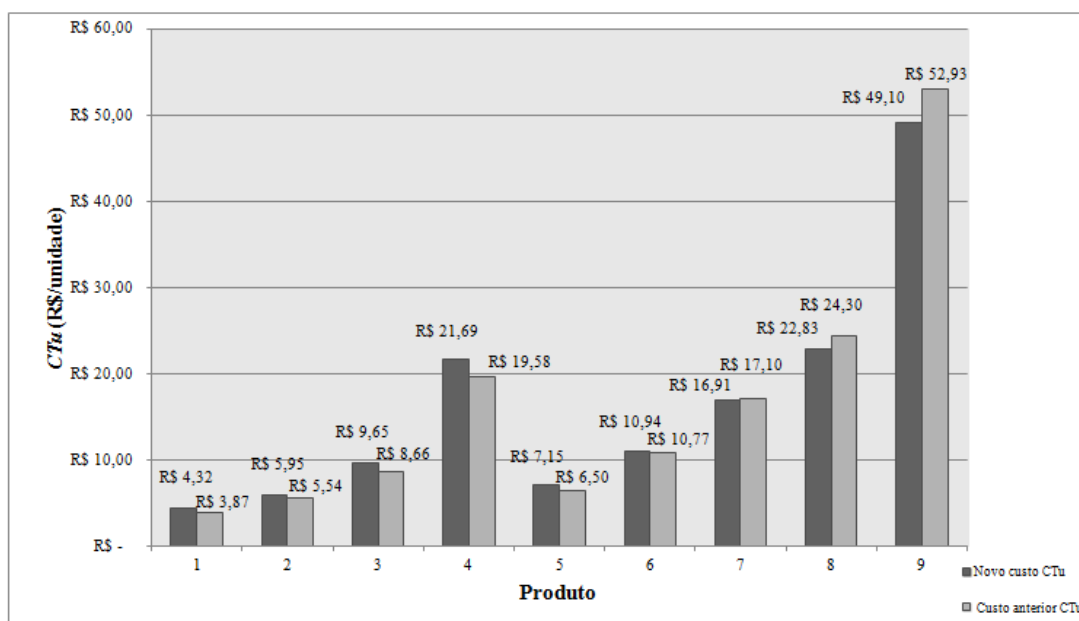


Figura 3 - Comparativo entre valores assumido pela variável *CTu*.

Conclusão

Este trabalho abordou a utilização de metodologias para controle de sistemas produtivos, integrando conceitos de avaliação de custos e planejamento da capacidade produtiva. O objetivo deste estudo foi evidenciar as parcelas de custos relativos à produção, bem como os custos originados pela ociosidade do sistema, investigando seus impactos no resultado final.

Para uma adequada avaliação do desempenho de um sistema produtivo é indispensável analisar os custos fixos relacionados à capacidade de produção disponível, bem como o nível de utilização desta (KUTAČ *et al.*, 2014; TAN e ALP, 2009). Neste contexto, inicialmente este estudo desenvolveu um modelo que visa estabelecer o controle do desempenho operacional do sistema produtivo, empregando a avaliação de custos aliada ao planejamento da capacidade de produção. Na sequência foi realizada a aplicação do modelo proposto em uma empresa de manufatura, contemplando um sistema de produção múltiplos produtos e múltiplas máquinas.

Os resultados obtidos neste estudo são de grande valia para a tomada decisão no que tange assuntos relacionados ao controle do desempenho operacional do sistema produtivo, pois estabelecem a relação entre a capacidade produtiva e os respectivos custos associados. Outra contribuição do modelo é a abordagem dos custos de ociosidade separados dos custos de produção. Isto possibilita a compreensão do impacto que gera a utilização inadequada dos recursos produtivos sobre o desempenho operacional do sistema.

A aplicação do modelo também possibilitou investigar as variações, provenientes de diferentes critérios de alocação dos custos fixos de capacidade e operação, sobre a formação do custo de cada produto. Assim, com este estudo foi possível identificar formas mais racionais de apropriação dos custos, o que conduz a informações mais condizentes com a real contribuição de cada produto no desempenho operacional do sistema.

Como oportunidade de estudos futuros sugere-se a aplicação do modelo adotando diferentes classificações de custos. Outra oportunidade consiste na aplicação deste modelo em outros segmentos da indústria, caracterizando diferentes processos produtivos.

Referências

ALMEIDA, R. A. **Planejamento da capacidade produtiva na indústria plástica: uma abordagem baseada em previsão de demanda e na capacidade de produção**. Dissertação de Mestrado Acadêmico em Engenharia de Produção, 2014.

BORNIA, A. C. **Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CHU, H.-J.; CHANG, L.-C. Optimizing Capacity-Expansion Planning of Groundwater Supply System between Cost and Subsidence. **J. Hydrol. Eng.**, v. 15, p. 632-641, 2010.

DEIF, A. M.; ELMARAGHY, W. Effect of reconfiguration costs on planning for capacity scalability in reconfigurable manufacturing systems. **International Journal Flexible Manufacturing Systems**, v. 18, p. 225–238, 2006.

DENG, S.; YANO, C. A. Joint Production and Pricing Decisions with Setup Costs and Capacity Constraints. **Management Science**, v. 52, p. 741–756, 2006.

EIAMKANCHANALAI, S.; BANERJEE, A. Production lot sizing with variable production rate and explicit idle capacity cost. **International Journal Production Economics**, v. 59, p. 251-259, 1999.

FAYARD, D.; LEE, L. S.; LEITCH, R. A.; KETTINGER, W. J. Effect of internal cost management, information systems integration, and absorptive capacity on inter-organizational cost management in supply chains. **Accounting, Organizations and Society**, v. 37, p. 168–187, 2012.

GIRI, B. C.; MOON, I. Accounting for idle capacity cost in the scheduling of economic lot sizes. **International Journal Production Research**, v. 42 (4), p. 677–691, 2004.

HORNGREN, C. T.; FOSTER, G.; DATAR, S. M. **Contabilidade de custos**. 9ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

IWATA, Y.; WOOD, S. C. Simple Cost Models of High-Process-Mix Wafer Fabs at Different Capacities. **IEEE Transactions On Semiconductor Manufacturing**, v. 15 (2), p. 267 – 273, 2002.

JOHNSON, H. T.; KAPLAN, R. S. **Contabilidade gerencial: a restauração da relevância da contabilidade nas empresas**. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

KUTAČ, J.; JANOVSKA, K.; SAMOLEJOVA, A.; BESTA, P. Innovation of costing system in metallurgical companies. **METABK**, v. 53 (2), p. 283-285, 2014.

LI, S.; QIU, J. Models for Capacity Acquisition Decisions Considering Operational Costs. **The International Journal of Flexible Manufacturing Systems**, v. 8, p. 211-231, 1996.

LINGITZ, L.; MORATEWETZ, C.; GIGLOO, D. T.; MINNER, S.; SIHN, W. Modelling of flexibility costs in a decision support system for midterm capacity planning. **Procedia CIRP 7, 46th CIRP Conference on Manufacturing Systems**, p. 539 – 544, 2013.

MARTÍN, J. C.; VOLTES-DORTA, A. The dilemma between capacity expansions and multi-airport systems: Empirical evidence from the industry's cost function. **Transportation Research, Part E**, v. 47 , p. 382–389, 2011.

MORATEWETZ, C.; SIHN, W. Model of a Decision Support System for a Least-Cost and Harmonized Capacity Adjustment in the Short- and Medium-Term Planning Horizon. **Procedia CIRP 3, 45th CIRP Conference on Manufacturing Systems**, p. 20 – 25, 2012.

OSORIO, O. M. **La Capacidad de Produccion y Los Costos**. Ediciones Macchi. Buenos Aires, Argentina, 1992.

SANTOS, R. V.; SOARES, M. A.; QUEIROZ, L. M. Evidenciação do custo de capacidade e ociosidade: métodos Absorção e ABC. **Revista Fafibe On Line**, n.3, agosto, 2007.

SIMPSON, N. C.; ERENGUC, S. S. Modeling Multiple Stage Manufacturing Systems with Generalized Costs and Capacity Issues. **Wiley InterScience - Naval Research Logistics**, v. 52, p. 560 – 570, 2005.

SOBREIRO, V. A.; ARAÚJO, P. H. S. L.; NAGANO, M. S. Aplicação de sistemas dinâmicos na previsão de custos da produção. **Rev. Eletrônica Produção & Engenharia**, v. 1, n. 1, p. 27-39, 2008.

TAN, T.; ALP, O. An integrated approach to inventory and flexible capacity management subject to fixed costs and non-stationary stochastic demand. **OR Spectrum**, v. 31, p. 337 – 360, 2009.

WOODLOCK, P. Does It Matter How Targeted Costs are Achieved? **The Journal of Corporate Accounting e Finance**, v. 11 (3), p. 43-52, 2000.

3TC-A5-Redes de Inovação: Uma Análise Bibliométrica

Paulo Renato Pakes
(paulopakes@gmail.com - PPGEP/UFSCar)

Brena Bezerra Silva
(bezerra.brena@gmail.com – PPGEP/UFSCar)

Miguel Ángel Ayres Borrás
(maborras@ufscar.br – DEP-S/UFSCar)

Ana Lúcia Vitale Torkomian
(torkomia@ufscar.br – DEP/UFSCar)

Resumo

Este artigo teve como objetivo principal realizar uma análise bibliométrica de pesquisas científicas em redes de inovação. Como objetivos específicos o artigo buscou elucidar quais as obras mais citadas, os autores mais citados e suas áreas de pesquisa bem como as palavras-chave mais citadas, no intuito de compreender tendências recentes de pesquisa sobre o tema redes de inovação. Constatou-se que grande parte das referências utilizadas em pesquisas sobre redes de inovação buscam questionar pressupostos da teoria econômica neoclássica, à medida que atentam para a necessidade de formação de redes, alianças estratégicas, coalizões ou parcerias no intuito de prover conhecimento e/ou inovação para aprimorar o desempenho da firma. Observou-se que a literatura da área de sociologia é predominante no estudo de redes de inovação. Ademais, os pesquisadores se concentram nas áreas de Administração, Economia e Engenharia Industrial.

1. Introdução

Com o fim da política de substituição de importações, no início dos anos 80, e a intensificação da globalização e da liberalização comercial, durante os anos 90, questões referentes à acumulação tecnológica tornaram-se ainda mais relevantes ao crescimento econômico e a competitividade internacional de países em desenvolvimento (FIGUEIREDO, 2011).

Para que possam competir globalmente, as empresas precisam construir e acumular suas capacidades tecnológicas, tanto para atividades de produção/operação, quanto para atividades de inovação, sejam elas incrementais (imitação, adaptação, aprimoramentos) ou atividades inovadoras mais radicais envolvendo *design* e desenvolvimento de novos produtos, processos, equipamentos à base de engenharia complexa e de estruturas formais internas e colaborativas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (FIGUEIREDO, 2011).

No que se refere a atividades de inovação, apesar do desenvolvimento de capacidade tecnológica para inovar ocorrer primariamente dentro de empresas, as demais organizações do sistema de inovação podem contribuir para o processo inovador em nível de empresas. Ao realizar parcerias para inovar, as empresas incorrem em redes de inovação (BELL; PAVITT, 1995).

Destarte, o presente artigo teve como objetivo principal realizar uma análise bibliométrica de pesquisas científicas em redes de inovação. Como objetivos específicos o artigo busca elucidar quais as obras mais citadas, os autores mais citados e suas áreas de pesquisa bem como as palavras-chave mais citadas, no intuito de compreender tendências recentes de pesquisa sobre o tema redes de inovação.

1. Método

A análise bibliométrica pode ser feita por meio de análises de citação e co-citação. Utilizando a análise de citação, pode-se examinar o crescimento das citações ao longo de um período de tempo de interesse, para ter noção de quando os principais artigos na área foram escritos, como foi a sua popularidade ao longo do período e se um artigo ainda é utilizado por pesquisadores atuais. A análise de co-citação é um complemento para

identificar as relações entre os autores, referências, temas, *journals*, palavras-chave ou métodos de pesquisa, ilustrando agrupamentos estruturais dessas relações e a forma como esses grupos se relacionam uns com os outros (PILKINGTON; MEREDITH, 2009).

A análise bibliométrica é realizada mediante *softwares* bibliométricos. Para esta pesquisa, o software utilizado para a análise de citação foi o Citespace, que apresentou o resultado de citação de referências, autores e palavras-chave. Já o software Gephi foi utilizado para co-citação e citação de referências e autores. O Citespace é uma aplicação *java* para análise e visualização de referências, seu objetivo principal é facilitar a análise das tendências emergentes em um domínio de conhecimento (CHEN, 2006). O Gephi é um software gratuito para a visualização e análise de grandes gráficos redes. Por meio deste *software* é possível explorar, manipular, analisar, construir *clusters* e exportar gráficos de rede (BASTIAN; HEYMANN; JACOMY, 2009).

Os dados de entrada para a análise bibliométrica foram obtidos por meio da pesquisa *on line* na base de dados científica *ISI Web of Knowledge*, na principal coleção do *Web of Science* (WOS). Esta base foi escolhida, pois permite o *download* da pesquisa em formato compatível com os softwares utilizados.

A palavra-chave utilizada para pesquisa foi “innovation network”.

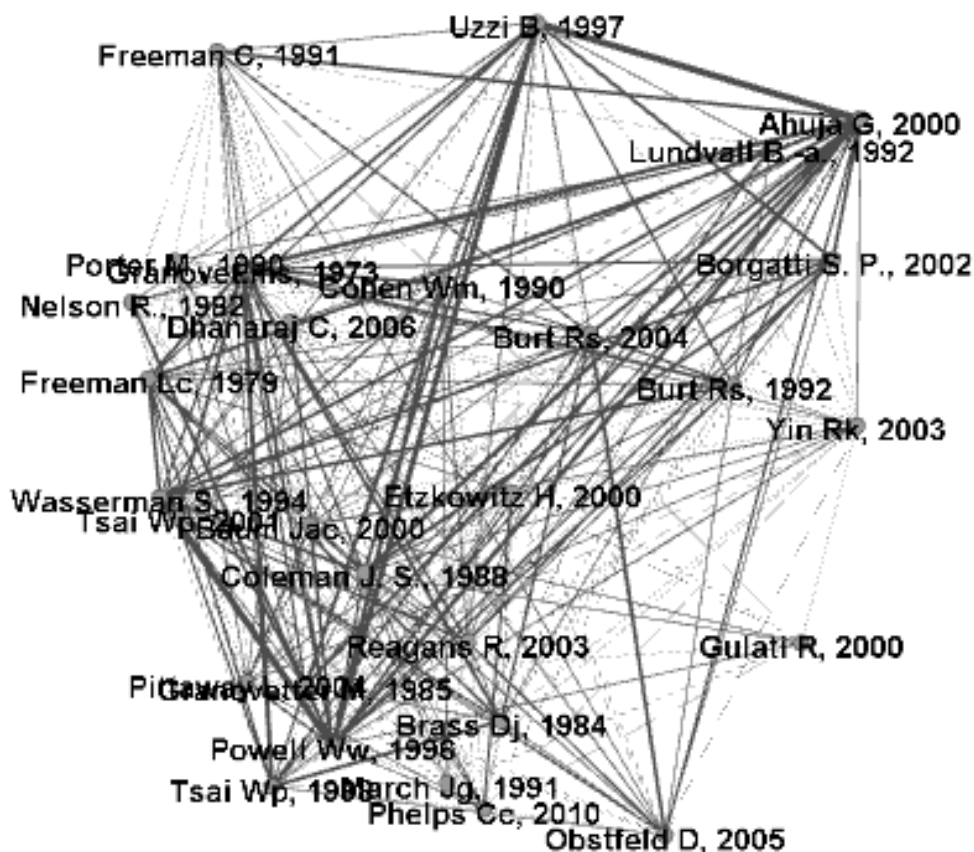
O resultado inicial na base WOS apresentou 407 referências sobre os temas, que passaram por refinamentos. Consideraram-se os artigos dos domínios “Social Sciences” e “Science Technology”, passando para 403 resultados.

Como áreas de pesquisa consideraram-se: Business Economics; Engineering; Operations research management science, public administration, sociology, social sciences other topics, science technology other topics e government Law.

Como tipo de documento, refinou-se para artigos (*article*). Ao final, restaram 108 referências. Realizou-se uma análise descritiva dos resultados.

2. Discussão dos resultados dos softwares

Figura 4: Rede de cocitação de referências



As referências resultantes da rede estão detalhadas na Tabela I.

Algumas referências foram comumente citadas, apresentando maior frequência de citação.

De acordo com a tabela I, o artigo de Powell, Koput e Smith-Doerr (1996) é a referência mais citada com 20 citações. Esta referência examinou os arranjos organizacionais que estavam surgindo em resposta ao fervor tecnológico gerado por desenvolvimentos tecnológicos em biotecnologia, com foco sobre formas de colaboração realizadas por firmas do setor.

Como segunda referência mais citada apresenta-se a obra de Wasserman (1994) com 14 citações. A obra apresenta uma abordagem abrangente para a análise de redes sociais, com foco sobre os relacionamentos dentre as entidades sociais. A obra faz uma revisão e discute métodos para a análise de redes sociais.

Em terceira posição, com 13 citações cada, apresentam-se as obras de Cohen (1990) e de Ahuja (2000).

A obra de Cohen (1990) infere que a habilidade de uma firma de reconhecer o valor de uma informação nova, proveniente de fora, assimilá-la e aplicá-la para fins comerciais é crítica para suas capacidades inovativas. O autor rotula esta capacidade como capacidade absorptiva e sugere que esta é amplamente uma função do nível da firma de conhecimento relativo acumulado.

Já a obra de Ahuja (2000) elabora um referencial teórico que caracteriza diferentes aspectos de uma rede de firmas – laços diretos, laços indiretos e buracos estruturais (desconexões entre parceiros de uma firma) – para o *output* de inovação subsequente. Postula que os laços diretos e indiretos ambos têm um impacto positivo na inovação, mas que o impacto dos laços indiretos é moderado pelo número de vínculos diretos de uma empresa.

Em quarta posição, com 11 citações, apresenta-se a referência de Granovetter (1973) cujo teor argumenta que por meio de redes interpessoais as interações de pequena escala se traduzem em padrões de grande escala e que, por sua vez, se alimentam de volta em pequenos grupos. Argumenta-se que a quantidade de sobreposição entre duas redes de contatos de indivíduos varia diretamente com a força de seu vínculo com o outro.

Como quinta obra mais citada, com 10 citações, apresenta-se o artigo de Freeman (1991), cujo conteúdo sumariza avanços teóricos no estudo da firma durante anos 60 sobre os papéis de fontes externas de conhecimento científico, técnico e de informações de mercado em empresas inovadoras de sucesso.

Em sexta posição, com 9 citações cada, encontram-se as obras de Coleman (1988), Uzzi (1997) e Lundvall (1992).

A obra de Coleman (1988) introduz e ilustra o conceito de capital social, descreve suas formas e examina as estruturas sociais das quais provêm. O capital social é inerente à estrutura das relações entre os atores. O capital social possui características de bens públicos (na medida em que beneficia todos os que fazem parte da estrutura). Ademais, o capital social é empregado na criação de capital humano, que é criado por mudanças nas pessoas que criam habilidades e capacidades que lhes permitam agir de novas maneiras.

A obra de Uzzi (1997) teve o propósito de desenvolver um entendimento sistemático da incrustação e das redes de organizações. Os resultados sugerem que a incrustação é uma lógica de troca que promove economias de tempo, acordos integrativos, melhorias de Pareto em eficiência alocativa e adaptação complexa.

Já a obra de Lundvall (1992) busca primariamente realizar uma crítica ao viés estático da teoria econômica neoclássica tradicional. Questiona o fato dos neoclássicos colocarem o foco analítico sobre conceitos tais como escassez, alocação e trocas de maneira estática. O autor busca enfatizar a importância do aprendizado interativo e da inovação, distanciando-se do equilíbrio de mercado proposto pelos neoclássicos.

Tabela 1: Análise bibliométrica de referências mais citadas em redes de inovação

Posição	Referências	Ano de publicação	Frequência de citação
1.	Powell, WW; Koput, KW; SmithDoerr, L. Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology. <i>Administrative Science Quarterly</i> . P. v. 41, Ed. 1, p. 116-145, 1996	1996	20
2.	Wasserman, S.; Faust, K. <i>Social Network Analysis: Methods and Applications</i> . New York and Cambridge, Cambridge University Press, 1994.	1994	14
3.	COHEN, W.M.; LEVINTHAL, D.A. Absorptive-Capacity: A new perspective on learning and innovation. <i>Administrative Science Quarterly</i> . V. 35, Ed. 1, p. 128-152, 1990.	1990	13
	Ahuja, G. Collaboration networks, structural holes, and innovation: A longitudinal study. <i>Administrative Science Quarterly</i> , v. 45, Ed. 3, 425-45, 2000.	2000	13
4.	GRANOVETTER, M. The Strength of weak ties. <i>American Journal of Sociology</i> . v. 78, Ed. 6, p. 1360-1380, 1973.	1973	11
5.	Freeman, C, Networks of innovators – a synthesis of research issues. <i>Research Policy</i> , v.20, Ed. 5, p. 499-514, 1991.	1991	10
6.	Coleman J. S., Social Capital in the creation of human-capital. <i>American Journal of Sociology</i> . v. 94, p. 95-120, 1988.	1988	9
	Uzzi, B, Social structure and competition in interfirm networks: The paradox of embeddedness, <i>Administrative Science Quarterly</i> , v. 42, p. 35, 1997.	1997	9
	Lundvall B.-a., <i>National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovative Interactive Learning</i> . Pinter Publishers, 1992	1992	9
7.	March, J. Exploration and exploitation in organizational learning. <i>Organization Science</i> , v. 2, ed. 1, p. 71-87, 1991	1991	8
	Porter, M. E. <i>The Competitive Advantage of Nations</i> . New York: Free Press, 1990.	1990	8
	Granovetter M, Economic action and social structure – the problem of embeddedness, <i>American Journal of Sociology</i> , v. 91, ed. 3, p. 481-510, 1985.	1985	8
	Burt, R. <i>Structural Holes: The Social Structure of Competition</i> , Harvard University Press, 1992.	1992	8
8.	Etzkowitz, H; Leydesdorff, L, The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations, <i>Research Policy</i> , v. 29, Ed. 2, p. 109-123, 2000.	2000	7
	Burt, RS, Structural holes and good ideas, <i>American Journal of Sociology</i> , v. 110, Ed. 2, p. 349-399, 2004.	2004	7
	FREEMAN, LC, Centrality in social networks conceptual clarification. <i>Social Networks</i> , v. 1, Ed. 3, p. 215-239, 1979.	1979	7
	Dhanaraj, Charles; Parkhe, Arvind, Orchestrating innovation networks. <i>Academy of management review</i> , v. 31, Ed. 3, p. 659-669, 2006.	2006	7
	Baum, JAC; Calabrese, T; Silverman, BS. Don't go it alone: Alliance network composition and startups' performance in Canadian biotechnology. <i>Strategic Management Journal</i> , v. 21, Ed. 3, p. 267-294, 2000.	2000	7
	NELSON, R. R.; WINTER, S. G. <i>An Evolutionary Theory of Economic Change</i> . 454 p. Belknap Press, 1985.	1982	7

Citespace.

Walter W. Powell é um professor e sociólogo organizacional cuja corrente de pesquisa foca a dinâmica da transferência de conhecimentos entre organizações, o papel das redes na facilitação ou dificuldade das inovações, e a maneira na qual as instituições codificam ideias e práticas (STANFORD BUSINESS GRADUATE COLLEGE, 2016; POWELL, 1990).

Em segunda posição encontram-se três autores: Philip Cooke, *Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico* e Stanley Wasserman.

Philip Cooke é professor e pesquisador na área de desenvolvimento econômico regional na Universidade Cardiff – País de Gales. Tem como foco de pesquisa a biotecnologia, sistemas regionais de inovação, economia do conhecimento, empreendedorismo, aglomerações e redes (CARDIFF UNIVERSITY, 2016).

– Stanley Wasserman é um Estatístico Aplicado do Departamento de Sociologia e Psicologia da Universidade de Indiana – Campus de Bloomington. Possui publicações relacionadas à métodos e aplicações de modelos estatísticos para redes sociais (INDIANA UNIVERSITY, 2016).

– A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) provê um fórum no qual diferentes Governos podem compartilhar experiências e soluções relacionadas aos desafios decorrentes dos ambientes econômico, social e ambiental (ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2016).

– Em terceira posição encontram-se três autores: Christopher Freeman, Gautam Ahuja e Ronald S. Burt.

– Christopher Freeman foi um economista inglês, fundador da Unidade de Pesquisa em Política Científica na Universidade de Sussex – Inglaterra (JAN FAGERBERG, 2016).

– Gautam Ahuja é professor e pesquisador do curso de Administração de Empresas da Universidade de Michigan – Estados Unidos (UNIVERSIDADE DE MICHIGAN, 2016).

– Ronald S. Burt é professor e pesquisador da área de sociologia e de estratégia da Escola de Negócios da Universidade de Chicago Booth – Estados Unidos. O autor estuda as formas pelas quais as redes sociais criam vantagem competitiva em carreiras, organizações e mercados (UNIVERSIDADE DE CHICAGO BOOTH, 2016).

– Em quarta posição encontram-se 3 autores: Mark Granovetter, Ranjay Gulati e Wesley M. Cohen.

Mark Granovetter é professor e pesquisador de Sociologia na Universidade de Stanford – Estados Unidos. O principal interesse do autor é compreender a forma com que as pessoas, redes sociais e instituições sociais interagem e moldam um ao outro (UNIVERSIDADE DE STANFORD, 2016)

Ranjay Gulati é professor e pesquisador de Comportamento Organizacional da *Harvard Business School* – Estados Unidos. Suas áreas de especialização são liderança, estratégia e questões organizacionais em firmas (RANJAY GULATI, 2016).

Wesley M. Cohen é professor e pesquisador de Economia na *Duke University* – Estados Unidos. Recentemente, tem conduzido pesquisa sobre a divisão inovativa do trabalho, em que busca investigar os laços dentre firmas, e entre firmas e outras instituições que influenciam o desempenho inovativo (DUKE UNIVERSITY, 2016).

Em quinta posição, encontram-se dois autores: Michael Porter e Brian Uzzi.

Michael Porter é professor e pesquisador da *Harvard Business School* – Estados Unidos. O autor tem como principal campo de pesquisa a estratégia competitiva. No livro *On Competition* (1998) inclui uma série de artigos em estratégia e competição (HARVARD BUSINESS SCHOOL, 2016).

Brian Uzzi é professor e pesquisador de liderança e mudança organizacional na *Northwestern University* – Estados Unidos. Seus temas de pesquisa são liderança, redes sociais e novas mídias (NORTHWESTERN UNIVERSITY, 2016).

Em sexta posição encontram-se dois autores: Henry Etzkowitz e Bart Noteboom.

Henry Etzkowitz é professor e pesquisador de estudos em inovação, proponente de conceitos voltados a interação universidade-empresa-governo como “Universidade Empreendedora” e “Hélice-tríplica” (STANFORD UNIVERSITY, 2016).

Bart Noteboom foi professor e pesquisador das áreas de filosofia e inovação da Tilburg University – Holanda (BART NOTEBOOM, 2016).

Em sétima posição encontram-se três autores: Joel A. C. Baum, Lee Fleming e James S. Coleman.

Joel A. C. Baum é professor e pesquisador da Universidade de Toronto – Canadá. O autor estuda a influência da competição e cooperação inter-firmas no comportamento e desempenho da firma nos setores bancário, de biotecnologia e serviços militares privados (UNIVERSIDADE DE TORONTO, 2016).

Lee Flemming é professor e pesquisador de Engenharia Industrial e Operações da Universidade de Berkeley - EUA. O autor estuda as influências do posicionamento na rede em relação ao sucesso da inovação. Sua obra mais citada examina a influência de diferentes estruturas sociais (intermediada e coesiva) sobre a criatividade de indivíduos (UNIVERSIDADE DE BERKELEY, 2016).

John Hagedoorn é professor de gestão estratégica da Faculdade de Economia e Administração de Empresas da Maastricht University - Holanda. Seus campos de pesquisa são alianças, fusões e aquisições, parcerias inter-firma de P&D, mudança tecnológica e inovação (JOHN HAGEDOORN, 2016).

James S. Coleman foi um professor e pesquisador da área de sociologia. O autor estudou a sociologia da educação, políticas públicas e o capital social (AMERICAN SOCIOLOGICAL ASSOCIATION, 2016).

Tabela 2: Análise bibliométrica de autores de redes de inovação

Ordem	Autor	Ano de publicação	Frequência de Citação
1.	Powell WW	1996	28
2.	Cooke P	1998	18
	OECD	2005	18
	Wasserman S	1994	18
3.	Freeman C	1991	17
	Ahuja G	2000	17
	Burt RS	1992	17
4.	Granovetter M	1973	15
	Gulati R	2000	15
	Cohen WM	1990	15
5.	Porter M	1998	14
	Uzzi B	1996	14
6.	Etzkowitz H	2000	12
	Nooteboom B	1999	12
7.	Baum JAC	2000	11
	Fleming L	2007	11
	Hagedoorn J	1995	11
	Coleman J S	1988	11
8.	Lundvall B-A	1992	10
	Owen-smith J	2002	10
	Tushman ML	1977	10
	Nelson R	1993	10
	Howells J	1990	10
	Hakansson H	1987	10
	Rothaemel FT	2001	10

Fonte: Elaborado pelo autor

Em oitava posição, encontram-se sete autores: Bengt-Åke Lundvall, Jason Owen-Smith, Richard Nelson, Hakan Hakansson, Jeremy Howells e.

– Bengt-Åke Lundvall foi professor e pesquisador emérito da área de Organizações na Aalborg University – Dinamarca. A pesquisa do autor mais citada em redes de inovação trata da economia do conhecimento e de sistemas de inovação (AALBORG UNIVERSITY, 2016).

Jason Owen-Smith é professor e pesquisador da área de Sociologia na Universidade de Michigan – Estados Unidos. O autor examina como a ciência, o comércio e a lei se convergem e conflitam na sociedade contemporânea (UNIVERSIDADE DE MICHIGAN, 2016).

– Michael L. Tushman é professor e pesquisador da Harvard Business School – Estados Unidos. Suas áreas de pesquisa são liderança, mudança organizacional, gestão da inovação e desenho organizacional (HARVARD BUSINESS SCHOOL, 2016).

Richard Nelson é professor emérito de Economia da Universidade de Columbia – Estados Unidos. Suas áreas de pesquisa remetem ao processo de mudança econômica de longo prazo, com ênfase sobre o avanço tecnológico e a evolução das instituições econômicas (COLUMBIA UNIVERSITY, 2016).

Hakan Hakansson é professor emérito do Departamento de Organização Econômica e Inovação da BI Norwegian Business School – Noruega (BI NORWEGIAN BUSINESS SCHOOL, 2016).

Jeremy Howells é professor e pesquisador da Escola de Gestão da Universidade de Southampton – Inglaterra. Suas áreas de pesquisa são inovação, troca de conhecimentos, transferência de tecnologia e gestão de P&D (SOUTHAMPTON UNIVERSITY, 2016).

Frank T. Rothaermel é professor e pesquisador de gestão estratégica na Georgia Tech – Estados Unidos. Suas áreas de pesquisa são estratégia, inovação e empreendedorismo (GEORGIA TECH, 2016).

3. Considerações Finais

Este artigo teve como objetivo principal realizar uma análise bibliométrica de pesquisas científicas em redes de inovação. Como objetivos específicos o artigo buscou elucidar quais as obras mais citadas, os autores mais citados e suas áreas de pesquisa bem como as palavras-chave mais citadas, no intuito de compreender tendências recentes de pesquisa sobre o tema redes de inovação.

No que se refere à idade das obras mais citadas, estas foram realizadas entre 1973 e 2006. A obra mais citada foi escrita há 20 anos.

Constatou-se que grande parte das referências utilizadas em pesquisas sobre redes de inovação buscam questionar pressupostos da teoria econômica neoclássica tradicional – como em Powell (1996), Cohen (1990), Freeman (1991), Uzzi (1997), Lundvall (1992), Porter (1990), Etzkowitz (2000), Dhanarak e Parke (2006), Baum, Calabrese e Silverman (2000) e Nelson (1982) - à medida que atentam para a necessidade de formação de redes, alianças estratégicas, coalizões ou parcerias no intuito de prover conhecimento e/ou inovação para aprimorar o desempenho da firma.

Observou-se que a literatura da área de sociologia é predominante no estudo de redes de inovação, tendo os sociólogos Walter Powell e Stanley Wasserman como os dois principais autores. Ademais, os pesquisadores se concentram nas áreas de Administração, Economia e Engenharia Industrial.

Atenta-se para a diferença de arcabouços teóricos utilizados para interpretação da análise de redes de inovação: os estudos adentram a teoria econômica neoinstitucional e também a teoria econômica evolucionista.

Referências

AALBORG UNIVERSITY, Bengt-Åke Lundvall Profile. Disponível em [http://vbn.aau.dk/en/persons/bengtaake-lundvall\(11cfc64f-5a0d-4006-89fd-9e40dcdd5730\).html](http://vbn.aau.dk/en/persons/bengtaake-lundvall(11cfc64f-5a0d-4006-89fd-9e40dcdd5730).html) Acesso em 4 de fevereiro de 2016.

AHUJA, G. Collaboration networks, structural holes, and innovation: A longitudinal study. *Administrative Science Quarterly*, v. 45, Ed. 3, 425-45, 2000.

AMERICAN SOCIOLOGICAL ASSOCIATION. James S. Coleman Profile. Disponível em http://www.asanet.org/about/presidents/James_Coleman.cfm Acesso em 4 de fevereiro de 2016.

BART NOTEBOOM. Disponível em: <http://www.bartnoteboom.nl/Home/> Acesso em 4 de fevereiro de 2016.

BASTIAN, M.; HEYMANN, S.; JACOMY, M. Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. *International AAAI Conference on Weblogs and Social Media*, p. 32, 2009.

- BAUM, JAC; CALABRESE, T; SILVERMAN, BS. Don't go it alone: Alliance network composition and startups' performance in Canadian biotechnology. *Strategic Management Journal*, v. 21, Ed. 3, p. 267-294, 2000.
- BELL, M.; PAVITT, K. **The development of technological capabilities**. In: HAQUE, I. U. (Ed.). *Trade, technology and international competitiveness*. Washington: The World Bank, 1995.
- BI NORWEGIAN BUSINESS SCHOOL, 2016. Hakan Hakansson Profile. Disponível em <http://www.bi.edu/about-bi/ansatte/department-of-innovation-and-economic-organisation/hakansson-hakan/> Acesso em 5 de fevereiro de 2016.
- BURT, R. *Structural Holes: The Social Structure of Competition*, Harvard University Press, 1992.
- BURT, RS, Structural holes and good ideas, *American Journal of Sociology*, v. 110, Ed. 2, p. 349-399, 2004.
- CARDIFF UNIVERSITY, Disponível em: <http://cardiff.academia.edu/PhilCooke> Acesso em 29 de janeiro de 2016.
- CARVALHO, M. M. *Inovação: estratégia e comunidades de conhecimento*. São Paulo: Ed. Atlas, 2009.
- CHEN, C. CiteSpace II : Detecting and Visualizing Emerging Trends. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 57, n. 3, p. 359–377, 2006.
- CHESBROUGH, H. W.; APPLEYARD, M. M. Open Innovation and Strategy. *California Management Review*, v. 50, n. 1, p. 57-77, 2007.
- COHEN, W.M.; LEVINTHAL, D.A. Absorptive-Capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*. V. 35, Ed. 1, p. 128-152, 1990.
- COLEMAN J. S., Social Capital in the creation of human-capital. *American Journal of Sociology*. v. 94, p. 95-120, 1988.
- COLUMBIA UNIVERSITY. Richard Nelson Profile. Disponível em <http://etss.net/nelson/> Acesso em 5 de fevereiro de 2016.
- DHANARAJ, CHARLES; PARKHE, ARVIND, Orchestrating innovation networks. *Academy of management review*, v. 31, Ed. 3, p. 659-669, 2006.
- DUKE UNIVERSITY. Wesley M. Cohen Profile. Disponível em: <https://go.fuqua.duke.edu/data/vbcvpp/wcohen/wcohen-bio.pdf> Acesso em 1 de fevereiro de 2016.
- ETZKOWITZ, H; LEYDESDORFF, L, The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations , *Research Policy*, v. 29, Ed. 2, p. 109-123, 2000.
- FIGUEIREDO, P. N. **Gestão da Inovação: Conceitos, métricas e experiências de empresas no Brasil**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- FREEMAN, C, Networks of innovators – a synthesis of research issues. *Research Policy*, v.20, Ed. 5, p. 499-514, 1991.
- FREEMAN, LC, Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks*, v. 1, Ed. 3, p. 215-239, 1979.
- GEORGIA TECH. Frank T. Rothaermel Profile. Disponível em <http://www.scheller.gatech.edu/directory/faculty/rothaermel/> Acesso em 5 de fevereiro de 2016.
- GRANOVETTER M, Economic action and social structure – the problem of embeddedness, *American Journal of Sociology*, v. 91, ed. 3, p. 481-510, 1985.
- GRANOVETTER, M. The Strength of weak ties. *American Journal of Sociology*. v. 78, Ed. 6, p. 1360-1380, 1973.
- HARVARD BUSINESS SCHOOL, Michael L. Tushman Profile. Disponível em: <http://www.hbs.edu/faculty/Pages/profile.aspx?facId=6584&facInfo=pub> Acesso em 5 de fevereiro de 2016.
- HARVARD BUSINESS SCHOOL. Michael Porter Profile. Disponível em <http://www.hbs.edu/faculty/Pages/profile.aspx?facId=6532> Acesso em 2 de fevereiro de 2016.
- INDIANA UNIVERSITY, Stanley Wasserman Profile. Disponível em: <http://www.stat.indiana.edu/people/profile.phtml?id=stanwass> Acesso em 29 de janeiro de 2016.

JAN FAGERBERG. Chris-Freeman's-contribution-to-innovation-studies – presentation. Disponível em <http://www.janfagerberg.org/wp-content/uploads/2013/08/Chris-Freeman%E2%80%99s-contribution-to-innovation-studies-1.pdf> Acesso em 27 de janeiro de 2016.

JAN FAGERBERG. Disponível em: <http://www.janfagerberg.org/wp-content/uploads/2013/08/Chris-Freeman%E2%80%99s-contribution-to-innovation-studies-1.pdf> Acesso em 30 de janeiro de 2016.

JOHN HAGEDOORN, John Hagedoorn Profile. Disponível em <http://www.johnhagedoorn.nl/books.html> Acesso em 4 de fevereiro de 2016.

LUNDEVALL B.-A., National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. Pinter Publishers, 1992

MARCH, J. Exploration and exploitation in organizational learning. *Organization Science*, v. 2, ed. 1, p. 71-87, 1991

NELSON, R. R.; WINTER, S. G. An Evolutionary Theory of Economic Change. 454 p. Belknap Press, 1985.

NORTHWESTERN UNIVERSITY. Brian Uzzi Profile. Disponível em: http://www.kellogg.northwestern.edu/faculty/directory/uzzi_brian.aspx Acesso em 2 de fevereiro de 2016.

OCDE, 2016. Disponível em <http://www.oecd.org/about/> Acesso em 27 de janeiro de 2016.

OCDE, Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Sobre. Disponível em <http://www.oecd.org/about/> Acesso em 29 de janeiro de 2016.

PILKINGTON, A.; MEREDITH, J. The evolution of the intellectual structure of operations management—1980–2006: A citation/co-citation analysis. *Journal of Operations Management*, v. 27, n. 3, p. 185–202, jun. 2009.

PORTER, M. E. *The Competitive Advantage of Nations*. New York: Free Press, 1990.

POWELL, 1990. *Neither Market Nor Hierarchy: Network Forms of Organization* Disponível em : <http://www.uvm.edu/~pdodds/files/papers/others/1990/powell1990a.pdf> Acesso em 29 de janeiro de 2016.

POWELL, WW; KOPUT, KW; SMITHDOERR, L. Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology. *Administrative Science Quarterly*. P. v. 41, Ed. 1, p. 116-145, 1996

RANJAY GULATI, Ranjay Gulati Profile. Disponível em: <http://www.ranjaygulati.com/> Ranjay Gulati . Acesso em 1 de fevereiro de 2016.

SOUTHAMPTON UNIVERSITY. Jeremy Howells Profile. Disponível em <http://www.southampton.ac.uk/smmi/about/staff/jh3c10.page> Acesso em 5 de fevereiro de 2016.

STANFORD BUSINESS GRADUATE COLLEGE, 2016. Disponível em: <https://www.gsb.stanford.edu/faculty-research/faculty/walter-w-powell> Acesso em 26 de janeiro de 2016.

STANFORD UNIVERSITY. Henry Etzkowitz profile. Disponível em: https://hstar.stanford.edu/3helix_about_us Acesso em 4 de fevereiro de 2016.

UNIVERSIDADE DE BERKELEY. Lee Fleming Profile. Disponível em <http://funginstitute.berkeley.edu/wp-content/uploads/2012/01/CurriculumVitae.pdf> Acesso em 4 de fevereiro de 2016.

UNIVERSIDADE DE CHICAGO BOOTH. Ronald Burt Profile. Disponível em: <http://faculty.chicagobooth.edu/ronald.burt/vita/vita.pdf> Acesso em 1 de fevereiro de 2015.

UNIVERSIDADE DE MICHIGAN, 2016. Jason Owen-Smith Profile. Disponível em <http://www-personal.umich.edu/~jdos/bio.html> Acesso em 4 de fevereiro de 2016.

UNIVERSIDADE DE MICHIGAN. Disponível em: <https://michiganross.umich.edu/faculty-research/faculty/gautam-ahuja> Acesso em 1 de fevereiro de 2016.

UNIVERSIDADE DE STANFORD, Mark Granovetter Profile. Disponível em <https://sociology.stanford.edu/people/mark-granovetter>. Acesso em 1 de fevereiro de 2016.

UNIVERSIDADE DE TORONTO. Joel Baum Profile. Disponível em: <https://www.rotman.utoronto.ca/FacultyAndResearch/Faculty/FacultyBios/Baum.aspx> Acesso em 4 de fevereiro de 2016.

UNIVERSITY OF INDIANA – Bloomington. Disponível em <http://psych.indiana.edu/faculty/stanwass.php>
Acesso em 27 de janeiro de 2016.

UNIVERSITY OF MICHIGAN, 2016. Disponível em: <http://www-personal.umich.edu/~jdos/bio.html> Acesso em 27 de janeiro de 2016.

UZZI, B, Social structure and competition in interfirm networks: The paradox of embeddedness, Administrative Science Quarterly, v. 42, p. 35, 1997.

WASSERMAN, S.; FAUST, K. Social Network Analysis: Methods and Applications. New York and Cambridge, Cambridge University Press, 1994.

4TC-A5-Modificación Estructural de Bentonitas por Intercalación de Polihidroxidaciones de Aluminio

Rogelio Di Santo (Dpto. Ing. Química / FCAI)

Laura Lucero (Dpto. Ing. Química / FCAI)

Irene Carbajal (Dpto. Ing. Química / FCAI)

Resumen

Mediante un proceso de intercalación seguido de radiación por microondas, se realizó la modificación estructural de una bentonita de calidad enológica. A partir de técnicas complementarias de caracterización se demostró que el proceso de pilarización induce cambios estructurales, modificando la distribución de tamaño de las partículas y su estabilidad térmica. En tal sentido a través de microscopía electrónica de barrido, se observó que las bentonitas modificadas presentaron una mayor porosidad con la presencia de cavidades y poros de mayor tamaño. A partir de ensayos de difracción laser, se observaron incrementos en el tamaño promedio final de las partículas luego del proceso de pilarización. Por otra parte, mediante difracción de rayos X, se corroboró el desplazamiento del plano basal (001) hacia ángulos menores y se observó incrementos en el espaciado interlamina de las láminas de la bentonita modificada. Finalmente por análisis termogravimétrico, se corroboró la formación de pilares a través de la observación de nuevas etapas de degradación, presentes en las bentonitas pilarizadas.

Palabras clave: Bentonita, polihidroxidaciones de aluminio, radiación de microondas, caracterización estructural.

1 Introducción

La bentonita es una arcilla que puede ser definida como un silicato de alúmina hidratado que posee iones intercambiables (principalmente calcio, sodio, magnesio y potasio). Está conformada principalmente por minerales filosilicatos, y otras sustancias incluyendo fragmentos de roca, óxidos hidratados, geles y sustancias orgánicas. Físicamente es un sistema multicomponente, de partículas pequeñas de superficie lisa, pudiendo presentar sustitución parcial o total de aluminio por magnesio, hierro y/o elementos alcalinos o alcalinotérreos, y diversas coloraciones según las impurezas que contiene. Desde el punto de vista industrial, las bentonitas son ampliamente usadas en la industria alimenticia como agente floculante durante la etapa de clarificación del vino. En farmacia se las emplea como excipiente de fármacos debido a su inocuidad y fácil purificación, además es empleada en la elaboración de papel. Debido al elevado grado de hidratación e hinchamiento que presentan en agua, son usadas como agente de sellado durante la construcción de pozos de extracción de petróleo. En tal sentido, las arcillas naturales y modificadas representan una alternativa promisoriosa para ser empleadas en la remediación de efluentes líquidos debido a su inocuidad y amplia disponibilidad, siendo atractivas tanto desde el punto de vista económico, como así también del ambiental (Tan & Ting, 2014, Zhou et al., 2014).

Por otra parte, el proceso de pilarización consiste en la intercalación de complejos catiónicos de gran tamaño que son insertados entre las láminas de la arcilla y que luego de ser sometidos a procesos de calcinación conforman estructuras estables (pilares) que mantienen separadas dichas láminas (Manohar et al 2006). En este sentido, el uso de radiación de microondas en condiciones suaves es un proceso menos investigado que podría ser usado para reemplazar la calcinación de arcillas minerales, siendo por lo tanto, una alternativa más amigable con el medio ambiente (Olaya et al 2009). Así, las arcillas pilarizadas forman estructuras porosas, donde la longitud y frecuencia de los pilares, modifican tanto el espaciado interlamina, como así también, el ancho de poro conduciendo a la formación de estructuras de mayor tamaño. En este trabajo se realizó la intercalación de polihidroxidaciones de aluminio y su posterior tratamiento térmico de microondas en condiciones suaves. La efectividad del proceso de pilarización se determinó a partir del análisis estructural de las bentonitas modificadas empleando técnicas complementarias de caracterización. En tal sentido, mediante Microscopía Electrónica de Barrido, SEM, se estudió la morfología desarrollada. A partir de ensayos de Dispersión Laser, LD se determinó el tamaño promedio final de las partículas. Finalmente mediante Difracción de Rayos X, DRX y análisis

Termogravimétrico (TGA) se estudió la estructura cristalina y la estabilidad térmica de las bentonitas con y sin tratamiento de pilarización.

2 Metodología

2.1 Materiales y métodos

Se empleó una bentonita nacional de calidad enológica (Gabriel Bouillard & Cia.), utilizada en procesos de clarificación de vinos debido a su capacidad para formar flóculos con material en suspensión. La solución pilareante usada se obtuvo a partir de la hidrólisis de una solución de AlCl_3 (0,4 M) mediante adición lenta de NaOH (0,4 M) a 60 °C manteniendo una relación molar $\text{OH}/\text{Al}= 2,2$. Finalizada la adición de la base, se realizó el envejecimiento de la solución (2 h a 80° C y 24 h a temperatura ambiente). La solución pilareante fue agregada a una dispersión de bentonita en agua destilada al 2% (m/v) a 60°C, manteniendo una relación de 12 mmoles Al/g de arcilla. Finalizada la adición del agente pilareante, se procedió al proceso de intercalación para lo cual se mantuvo la solución a 80 °C durante 2 h. Las bentonitas intercaladas fueron exhaustivamente lavadas con agua destilada para remover los agentes sin reaccionar. Finalmente, las arcillas intercaladas y secas fueron sometidas a irradiación por microondas (100 W, 10 min) como una alternativa que permita el desarrollo de los pilares reduciendo los tiempos de calcinación.

2.2 Caracterización de las bentonitas

Microscopía Electrónica de Barrido (SEM). La morfología y microestructura de las bentonitas fue observada con un microscopio electrónico de barrido (SEM515 Philips Electron Microscope).

Difracción Laser (LD). La distribución de tamaño de partícula de las muestras fue estudiada a través de un analizador de tamaño de partículas Horiba LA-950.

Difracción de Rayos X (DRX). Los ensayos de Difracción de Rayos X (XRD) se realizaron en un difractor Philips PW1710 con ánodo de cobre y monocromador curvo de grafito, operado a 45KV y 30 mA. Los difractogramas se tomaron con un paso de 0.025° y tiempo de conteo de 1s.

Análisis Termogravimétrico (TGA). Los ensayos termogravimétricos se realizaron en una balanza de la serie Discovery TGA™. Se registró la variación de masa entre 35 y 700 °C a una velocidad de calentamiento de 10 °C/min bajo atmósfera de nitrógeno.

3 Resultados y Discusión

En la figura 1 se observan las micrografías SEM de partículas de bentonita enológica (a) y bentonita enológica pilarizada (b). Para ambas partículas, en la región ampliada de las micrografías (Figuras 1 a y b) se observa una microestructura asociada a arcillas con morfologías de tipo “corn-flake” (Modabberi et al 2015, Sun et al. 2015, Choo & Bai 2015). Para BE se observaron dos poblaciones de partículas con tamaños promedio de ~3,5µm y ~13 µm (Figura 1a). En el caso particular de la bentonita pilarizada (Figura 1b), se observó una mayor cantidad de poros, intersticios, cavidades. En este sentido, aunque se evidenció una distribución de tamaño de partícula bimodal, se observó una población predominante de ~84 µm. Este aumento en el tamaño de las partículas podría estar relacionado con la conformación de pilares entre las capas de arcilla, en este sentido Sanabria et al (2008), reportó similares resultados en arcillas modificadas por intercalación y posterior calcinación.

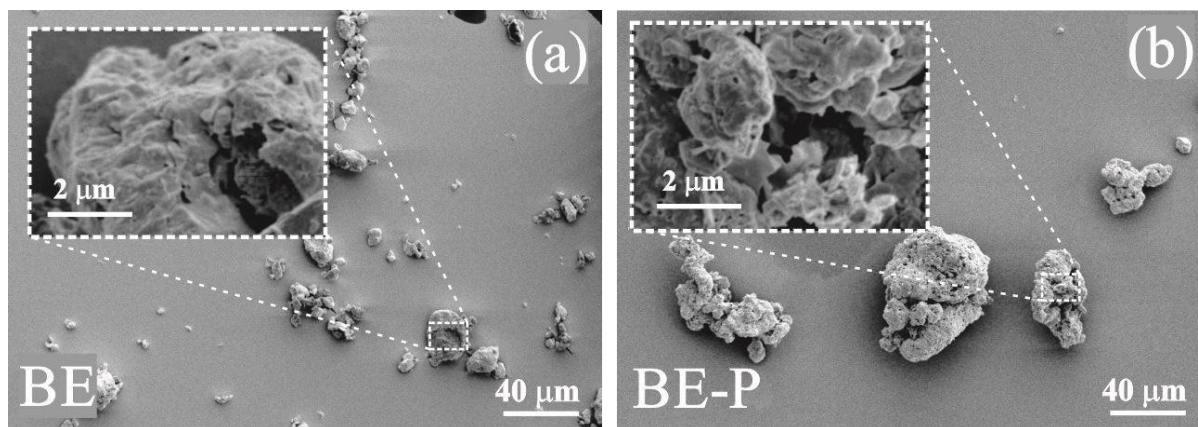


Figura 1. Micrografía SEM a 1000x de partículas de bentonita enológica (a) y bentonita enológica pilarizada (b). Región ampliada (25000x).

En la Figura 2, se muestran las distribuciones de tamaño de partículas estimadas por difracción láser (LD) de BE y BE-P. En el caso de BE se observó una distribución bimodal de partículas, con tamaños promedio de $\sim 5,8 \mu\text{m}$ y $\sim 35,2 \mu\text{m}$. En este sentido, es importante destacar que para BE, las partículas más pequeñas representaron hasta el 90% del total de muestra ensayada. Por otra parte, en las bentonitas pilarizadas se observó un incremento en el tamaño final de las partículas, alcanzando valores de $\sim 72 \mu\text{m}$ y que representaron hasta un 60% de la muestra ensayada. Así, los procesos de intercalación seguidos de radiación de microondas corroboraron la efectividad del proceso de pilarización, siendo estos resultados equivalentes a los observados por SEM.

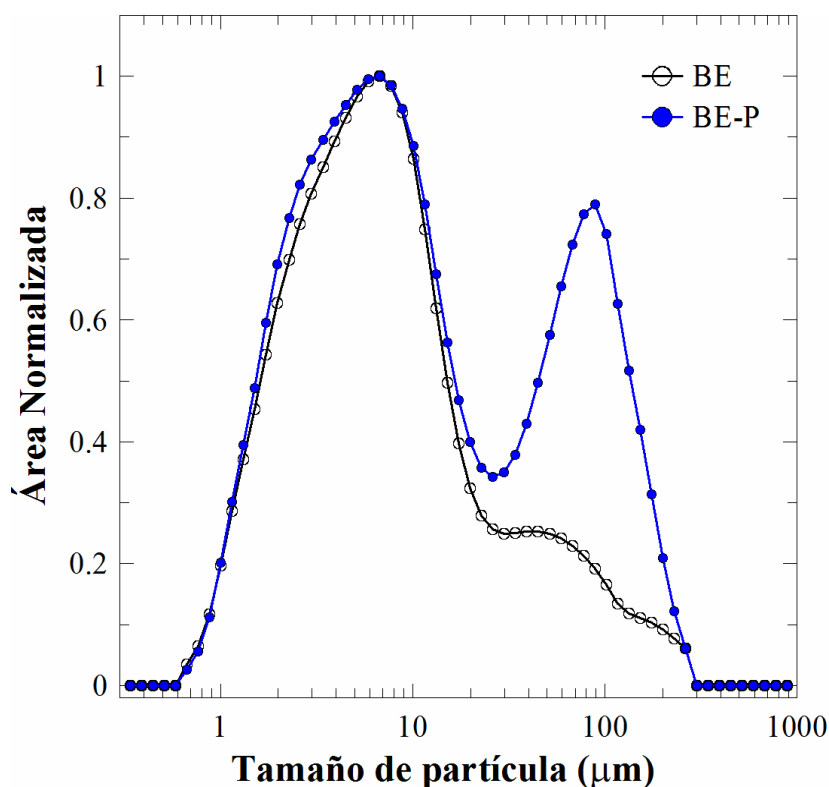


Figura 2. Distribución de tamaño de partículas de bentonita enológica (BE) y bentonita enológica pilarizada (BE-P) determinados por D.L.

En la figura 3, se muestran los patrones de difracción de bentonita enológica y bentonita pilarizada, respectivamente. A partir de este análisis se determinó que las bentonitas estudiadas están compuestas básicamente por montmorillonita. En este sentido, se detectó el reflejo del plano basal (001) en $2\theta = 7.1^\circ$ con una distancia de separación interlamilar de $d_{001} = 12,4 \text{ \AA}$. Por otra parte, en las arcillas modificadas se detectaron

minerales adicionales, tales como cuarzo y feldespato. Es importante destacar que luego del proceso de pilarización, el plano basal (001) se desplazó hacia ángulos más bajos y por consiguiente se produjo un aumento en el espaciado interlaminar $d_{001} = 17,6 \text{ \AA}$. De acuerdo a lo reportado por Bertella y Pergher (2015), este aumento en el espaciado basal respecto a la de la arcilla sin modificar indica que los cationes de la arcilla fueron intercambiados por otros polihidroxicaciones. Estos resultados demostraron la idoneidad de la utilización de radiación de microondas a baja potencia para favorecer la exfoliación de la arcilla como una alternativa a los métodos convencionales, tales como calcinación (H. Jobstmann et al. 2001, Bertella y Pergher 2015).

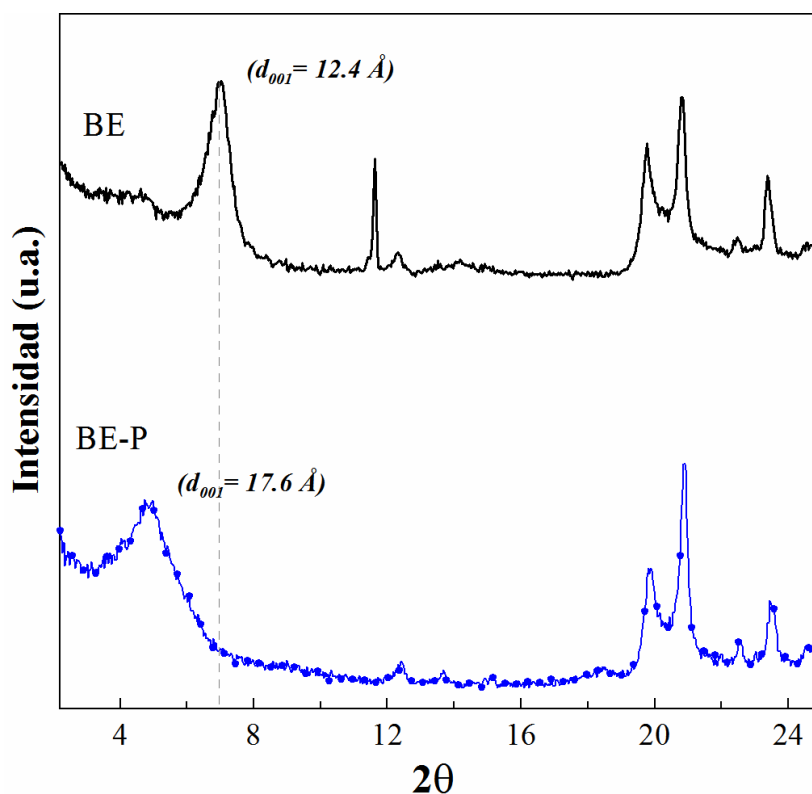


Figura 3. Espectros DRX de bentonita enológica (BE) y bentonita pilarizada (BE-P).

La figura 4 muestra las curvas de TGA de pérdida de peso de bentonita enológica y bentonita pilarizada. Como se puede observar, el perfil de descomposición térmico de la BE, presenta diferencias respecto a la BE-P. En la curva TGA se observó una pérdida inicial de peso de 5,2% para BE y 9,6% para BE-P, respectivamente. Este evento térmico, que se amplió hasta $\sim 110 \text{ }^\circ\text{C}$, es característico de las arcillas minerales y se asocia a un proceso de deshidratación por la eliminación de moléculas de agua adsorbidas entre las láminas de la arcilla (Tomul 2012). El hecho de que en la bentonita modificada se evidencie un mayor porcentaje de pérdida de agua podría estar asociada a los cambios estructurales inducidos por los procesos de intercalación y tratamientos térmico. Así, la BE-P podría adsorber físicamente una mayor cantidad de moléculas de agua que BE. Por otro lado, en ambas arcillas se observó un segundo evento de descomposición térmica a $456 \text{ }^\circ\text{C}$ para BE y $420 \text{ }^\circ\text{C}$ para BE-P, el cual podría atribuirse a la eliminación de los grupos hidroxilo presentes en las capas de silicato. En el caso de las bentonitas modificadas, esta pérdida de peso resultó más evidente debido a la deshidroxilación de los pilares que ocurre en esta etapa de degradación. En este sentido, Soliman et al (2014), reportó similares comportamientos térmicos en arcillas modificadas por procesos de pilarización.

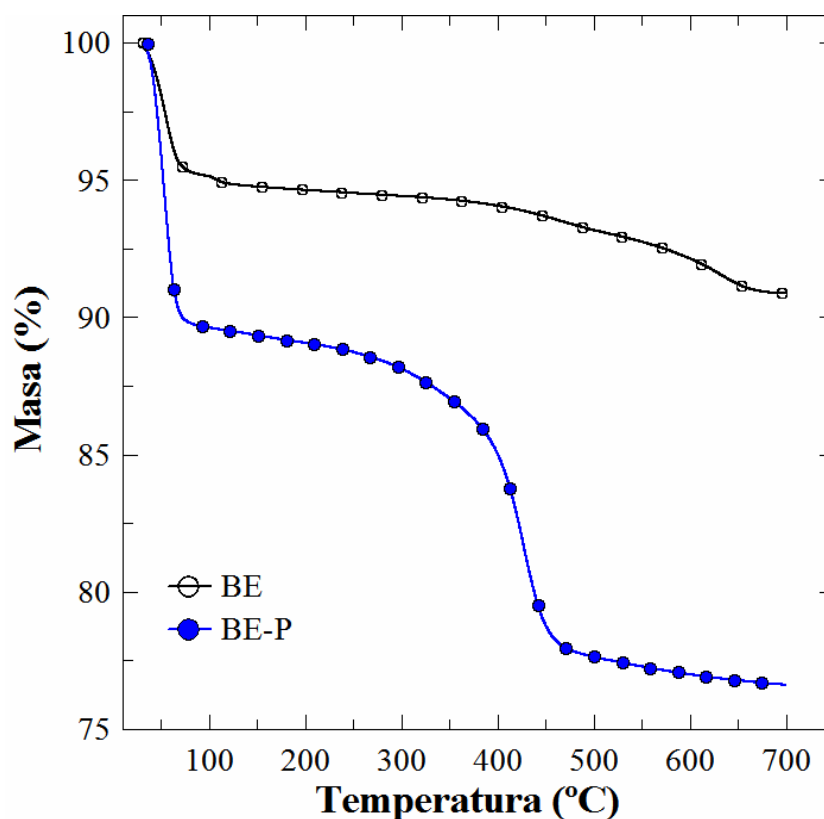


Figura 4. Curvas TGA correspondientes a bentonita enológica (BE) y bentonita enológica pilarizada (BE-P).

4 Conclusiones

A partir de procesos de intercalación seguidos de radiación de microondas, se obtuvo una bentonita modificada con pilares de aluminio. La efectividad del proceso empleado se evidenció mediante técnicas analíticas complementarias. A partir de ensayos SEM y LD se observó un incremento en el tamaño promedio de las partículas obteniéndose materiales de mayor porosidad. Por otra parte mediante DRX y TGA se corroboró la formación de pilares a través del aumento del espaciado interlamilar y la presencia de nuevos eventos de degradación en las arcillas pilarizadas.

Referencias Bibliográficas

- BERTELLA, F., PERGHER, S. B. C. 2015. Pillaring of bentonite clay with Al and Co. *Microporous and Mesoporous Materials*, Vol. 201(C), 116–123.
- CHOO, K. Y., BAI, K. 2015. Effects of bentonite concentration and solution pH on the rheological properties and long-term stabilities of bentonite suspensions. *Applied Clay Science*, Vol. 108, 182–190.
- JOBSTMANN, H., SINGH, B. 2001. Cadmium sorption by hydroxy-aluminium interlayered montmorillonite. *Water, Air, and Soil Pollution*, Vol. 131, 203–215.
- MANOHAR, D. M., NOELINE, B. F., ANIRUDHAN, T. S. 2006. Adsorption performance of Al-pillared bentonite clay for the removal of cobalt(II) from aqueous phase. *Applied Clay Science*, Vol. 31(3-4), 194–206.
- MODABBERI, S., NAMAYANDEH, A., LOPEZ-GALINDO, A., VISERAS, C., SETTI, M., RANJBARAN, M. 2015. Characterization of Iranian bentonites to be used as pharmaceutical materials. *Applied Clay Science*, Vol. 116-117, 193–201.
- OLAYA, A., MORENO, S., MOLINA, R. 2009. Synthesis of pillared clays with aluminum by means of concentrated suspensions and microwave radiation. *Catalysis Communications*, Vol. 10(5), 697–701.

SANABRIA, N., ÁLVAREZ, A., MOLINA, R., MORENO, S. 2008. Synthesis of pillared bentonite starting from the Al-Fe polymeric precursor in solid state, and its catalytic evaluation in the phenol oxidation reaction. *Catalysis Today*, Vol. 133-135, 530–533.

Soliman, E. A., & Furuta, M. (2014). Influence of Phase Behavior and Miscibility on Mechanical, Thermal and Micro-Structure of Soluble Starch-Gelatin Thermoplastic Biodegradable Blend Films. *Food and Nutrition Sciences*, 05(11), 1040–1055.

SUN, Z., QU, X., WANG, G., ZHENG, S., & FROST, R. L. 2015. Removal characteristics of ammonium nitrogen from wastewater by modified Ca-bentonites. *Applied Clay Science*, Vol. 107, 46–51.

TAN, W. S., TING, A. S. Y. 2014. Alginate-immobilized bentonite clay: Adsorption efficacy and reusability for Cu(II) removal from aqueous solution. *Bioresource Technology*, Vol. 160, 115–118.

ZHOU, K., ZHANG, Q., WANG, B., LIU, J., WEN, P., GUI, Z., HU, Y. 2014. The integrated utilization of typical clays in removal of organic dyes and polymer nanocomposites. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 1–9.

5TC-A5-Evaluación de Configuraciones Inversas en Hornos de Deshidratado de Ciruela

Delia Paola Urfalino (INTA EEA Rama Caída)

Alicia Ordoñez (UNCuyo Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria)

Jesica Worlock (INTA EEA Rama Caída)

Resumen

El deshidratado de ciruelas en la Argentina tiene gran importancia ya que es cuarto país productor en el mundo. En la actualidad hay dos configuraciones típicas de uso común para los túneles de deshidratación, la disposición en corriente paralela y la disposición en flujo contracorriente, siendo la segunda opción la más usual en Argentina. En este trabajo se presenta una comparación entre ambas posibilidades de uso de los hornos en condiciones reales de operación. La mayoría de los estudios disponibles sobre deshidratado de ciruelas han sido realizados en hornos eléctricos de laboratorio con distribuciones de flujos de aire que no se corresponden a la realidad dentro de los túneles de secado, abordando el proceso como un sistema de temperaturas y humedades constantes para simplificar el modelado. El propósito del presente trabajo fue comparar ambas disposiciones para determinar los tiempos de residencia de la fruta dentro del horno en iguales condiciones de temperatura de regulación del quemador (o sea igual gasto energético) y en la obtención de los perfiles reales de temperatura y humedad entre la fruta dentro de los túneles de configuraciones inversas. Con la finalidad de analizar si se justifica el cambio de la logística en las empresas existentes en la Argentina las cuales trabajan con el sistema a contracorriente.

Palabras clave: *Producción de ciruelas deshidratadas, corrientes paralelas, contracorriente.*

1 Introducción

Las ciruelas deshidratadas o ciruelas pasas son producidas generalmente mediante la deshidratación en túneles de secado. Las variedades de ciruelas utilizadas con este fin son d'Agen, d'Ente y Stanley. Todas ellas contienen un alto contenido de sólidos solubles y altos niveles de azúcar (Newman et al., 1996). La variedad d'Agen representa el 84 % de la producción Argentina, siendo este país el cuarto productor de ciruelas a nivel mundial. En el sur de la provincia de Mendoza, se deshidrata aproximadamente el 70 % de la ciruela d'Agen de Argentina (censo 2005 IDR). Su destino es mayormente la exportación, casi no hay consumo interno. Argentina tiene como principales competidores a Estados Unidos (California) y Chile, ya que estos son países exportadores que producen en la misma época del año, frente a los cuales presenta desventajas en competitividad y calidad, lo cual no le permite mantener estabilidad en el mercado.

La deshidratación es un proceso complejo que involucra la transferencia simultánea de calor y masa. La cantidad de energía requerida para secar un producto en particular depende de múltiples factores, tales como el contenido inicial de humedad, el contenido de humedad final deseado, la temperatura de secado, la humedad relativa y la velocidad del aire (Karim & Hawlader, 2005). En el caso del deshidratado de ciruelas, el proceso implica la eliminación de humedad hasta llevar a la fruta a un contenido de 18 – 20 % de humedad final, llevando al producto a una actividad acuosa (a_w) de 0.65 - 0.68, en este rango de a_w se evitan problemas de desarrollo microbiano, lo cual permite almacenar la fruta largos periodos de tiempo (Newman et al., 1996). El proceso de secado se lleva a cabo normalmente en túneles a gas en los cuales las temperaturas del aire de proceso rondan los 65 a 85 °C. El costo de la energía utilizada para este proceso es elevada, constituyendo aproximadamente un cuarto del costo total de producción (Sabarez & Price, 1999).

En la actualidad hay dos configuraciones típicas de uso común para los túneles de deshidratación, la disposición en corriente paralela y la disposición en flujo contracorriente, siendo la segunda opción la más usual en Argentina. En la configuración en corriente paralela el aire de admisión y la entrada de la fruta se hayan en el mismo extremo y por consiguiente las ciruelas experimentan inicialmente el contacto con aire a altas

temperaturas (por lo general 80 - 90 °C) y bajas humedades y al finalizar el proceso la temperatura del aire es menor y presenta mayor humedad. Este sistema está caracterizado por poseer condiciones de secado muy rápidas en la zona del túnel en donde la fruta se encuentra con alto contenido de humedad; el enfriamiento originado por la evaporación de la humedad superficial de la fruta permite utilizar temperaturas elevadas sin dañar el producto (Miller, 1964). Por otro lado, los secaderos a contracorriente tienen el ingreso de la fruta y la admisión del aire en los extremos opuestos, por lo cual en general la fruta queda expuesta a menores temperaturas (60 - 70 °C) y mayor humedad al inicio del proceso y a mayores temperaturas y menor humedad al finalizar el mismo. El utilizar una disposición en paralelo podría permitir un incremento del 37 % de su capacidad debido a que el proceso es más rápido, pero incrementaría el consumo de combustible en un 12 % (Millar, 1965). Sin embargo; en la actualidad sigue siendo discutida la eficiencia de estas disposiciones.

En deshidratado de ciruelas hay disponibilidad de datos sobre modelado de la cinética de secado a distintas temperaturas constantes (entre 60 y 110 °C). En 1995 Newman et al., presentaron un modelado sencillo a través de una cinética simple de primer orden. En 1997 Sabarez et al., analizaron la necesidad de contar con dos regímenes para describir dicho proceso, ellos observaron que después de un corto periodo de pre-calentamiento la ciruela experimentó una tasa constante de pérdida de masa y luego se manifestó un periodo de velocidad decreciente, la mayor discrepancia entre el modelo establecido y los resultados experimentales los hallaron con temperaturas de trabajo de 90 °C y superiores, en donde el periodo de velocidad constante es de menor duración. En 1999 Sabarez et al., desarrollaron un modelo de difusión basado en la segunda ley de Fick y manifestaron que el mismo se ajustó mejor cuando se utilizaron temperaturas de proceso elevadas, ya que aparentemente el periodo de velocidad constante fue lo suficientemente corto como para no tener un efecto tan notorio en el proceso.

La mayoría de los estudios disponibles sobre deshidratado de ciruelas han sido realizados en hornos eléctricos de laboratorio con distribuciones de flujos de aire que no se corresponden a la realidad dentro de los túneles de secado, abordando el proceso como un sistema de temperaturas y humedades constantes para simplificar el modelado, pero no se hallaron antecedentes de modelado en las condiciones reales de proceso las cuales son “dinámicas o cambiantes” a lo largo de los túneles.

El propósito del presente trabajo fue comparar ambas disposiciones para determinar los tiempos de residencia de la fruta dentro del horno en iguales condiciones de temperatura de regulación del quemador (o sea igual gasto energético) y en la obtención de los perfiles reales de temperatura y humedad entre la fruta dentro de los túneles de configuraciones inversas.

Los datos obtenidos en este trabajo sumado a los análisis comparativos de la calidad del producto obtenido según la configuración de los túneles de secado (los cuales no se presentan en este trabajo por estar aún en elaboración) constituirán herramientas para decidir si se justifican o no los cambios de logística necesarios en las empresas existentes en la Argentina para trabajar con el sistema en corriente paralela en lugar del sistema tradicional a contracorriente.

2 Métodos y materiales

2.1 Deshidratado en planta piloto, evaluación de configuraciones inversas

Los ensayos se efectuaron en el horno de la planta piloto de la EEA Rama Caída. El mismo es un túnel con una capacidad aproximada de 2 toneladas de ciruela fresca, el mismo ha sido construido en un contenedor aislado térmicamente con una capacidad cúbica interna de 33,1 m³, generando una capacidad interior máxima de 6 carros de carga con 26 bandejas cada uno, cuenta con un quemador EQA modelo 181 serie 9250, un ventilador con regulador de velocidad, y una balanza Balcopan de peso continuo (con capacidad máxima de 600kg), diseñada especialmente para soportar altas temperaturas la cual emite una señal continua a la PC permitiendo registrar el peso en forma continua.



Figura 5. Horno Piloto INTA EEA Rama Caída.

Para realizar los ensayos se utilizó una carga de 4 carros con 26 bandejas cada uno, con fruta proveniente de los montes frutales de ciruela d' Agen de la colección de INTA EEA Rama Caída, a madurez comercial (mayor a 22 °Brix). Los cajones con la fruta cosechada se dejaron bajo el tinglado de la planta piloto a temperatura ambiente por un lapso de tiempo no mayor a un día antes de iniciar su procesado.

Se efectuaron 3 repeticiones por disposición; corriente paralela (CP) y contracorriente (CC). Regulando en todos los casos el quemador a una temperatura de corte de 90°C (para asegurar una temperatura máxima entre la fruta de 85+/-1,5°C), la velocidad de viento se reguló a flujo constante de 2,5m/s.

Las ciruelas se clasificaron según su tamaño, y se tomaron para los ensayos aquellas clasificadas como de calibre mediano (calibres mayores a 30,5 cm y menores a 35 cm), se lavaron en máquina lavadora de tambor giratorio (para eliminar restos de tierra y hojas) y se distribuyeron en una sola capa sobre las bandejas, con un peso aproximado de 12,8 +/- 1 kg por bandeja.

Los carros fueron ingresando en el horno piloto hasta lograr reposición constante, momento en el cual se considera que el mismo entra en régimen. Posteriormente, se introdujo en el horno un carro en cuya base se colocó una balanza Balcopan (con capacidad máxima de 600kg), sobre ella se colocaron las 24 bandejas con fruta (ya que la balanza ocupa el lugar de las 2 bandejas inferiores). Dicha balanza fue especialmente diseñada para soportar altas temperaturas y emite una señal a la PC permitiendo registrar el peso en forma continua. El peso se registró cada media hora. Así mismo, en este carro, se colocaron sensores i-bottom de temperatura/humedad entre la fruta en las bandejas 1 y 24 (las cuales representan las condiciones más críticas, mayor temperatura y menor humedad).

El proceso se dio por finalizado cuando la fruta llegó a 1/3 del peso inicial. Además, se registraron las horas de ingreso y egreso de cada carro, con el fin de establecer los tiempos de residencia promedio en cada disposición y se tomaron muestras de los productos obtenidos. Sobre una parte de dichas muestras se realizaron determinaciones de humedad y el resto se reservó para la posterior evaluación de sus macronutrientes, contenido de fibra, color y antioxidantes totales (actividad no informada en realización).

3 Resultados y discusión

Los carros número 5, 9 y 13 son considerados en ambas disposiciones como las 3 repeticiones anteriormente mencionadas, ya que se consideran dentro del régimen ya establecido de reposición permanente. En estos carros de colocaron la balanza y los sensores para registrar peso, temperatura y humedad de forma continua.

3.1 Tiempos de residencia

Con el fin de establecer los tiempos de residencia promedio en cada disposición, se registraron las horas de ingreso y egreso de cada carro. Para este análisis no se consideran los carros del 1 al 4 (carga inicial) ni los carros del 14 al 16 (descarga), por no hallarse en régimen de reposición constante.

Tabla 3. Ensayo 1 Contracorriente.

Nºcarro	Repetición	hora entrada	hora salida	Balanza y sensores	Tiempo de residencia	
1		17:30	8:30	no	15	CARGA INICIAL
2		17:30	12:15	no	19	
3		17:30	14:30	no	21	
4		17:30	16:00	no	22,5	
5	1	8:30	4:00	si	19,5	EN REGIMEN
6		12:30	10:00	no	21,5	
7		14:30	11:00	no	20,5	
8		16:00	12:00	no	20	
9	2	4:00	2:00	si	22	
10		10:00	7:00	no	21	
11		11:00	11:00	no	24	
12		12:00	7:00	no	19	
13	3	2:30	0:30	si	22	
Promedio de los tiempos de residencia del periodo en régimen					21,06	
Desviación estándar de los tiempos de residencia del periodo en régimen					1,53	
14		7:15	4:15	no	21	DESCARGA
15		11:45	6:45	no	19	
16		8:00	2:15	no	18,25	

Tabla 4. Ensayo 2 Corrientes paralelas.

Nºcarro	Repetición	hora entrada	hora salida	Balanza y sensores	Tiempo de residencia	
1		17:30	13:30	no	20	CARGA INICIAL
2		22:30	19:30	no	21	
3		3:30	1:30	no	22	
4		7:00	3:00	no	20	
5	1	13:30	8:30	si	19	EN RÉGIMEN
6		19:30	15:00	no	19,5	
7		1:30	0:30	no	23	
8		3:00	1:30	no	22,5	
9	2	8:30	2:30	si	18	
10		15:00	7:30	no	16,5	
11		0:30	22:30	no	22	
12		1:30	0:30	no	23	
13	3	2:30	1:30	no	23	
Promedio de los tiempos de residencia del periodo en régimen					20,72	
Desviación estándar de los tiempos de residencia del periodo en régimen					2,50	
14		7:30	2:30	no	19	DESCARGA
15		22:30	16:30	no	18	
16		0:30	17:30	no	17	

Los tiempos de residencia en ambas configuraciones se analizaron con el software Infostat versión 2012, mediante un análisis de la varianza, el cual arrojó un p valor de 0,6418, lo que expresa que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias de ambos tratamientos.

3.2 Peso

El peso se registró cada 30 minutos, estas curvas se presentan en los Gráficos 1 y 2 para cada disposición ensayada. En las mismas puede apreciarse que la pérdida de peso inicial es más rápida en la disposición en corrientes paralelas. Por ejemplo, si se partiera en ambos casos de un peso inicial de 300kg por carro este se reduce a la mitad en 9,48 horas en el caso de la disposición en CP y en 12,36 horas en el caso de la disposición en CC. Sin embargo, la reducción final deseada o sea a 1/3 del peso inicial se logra en tiempos de residencia similares como se determinó en el punto anterior ya que esta velocidad disminuye en el tiempo. El hecho de que la pérdida de peso sea más rápida en el caso de CP puede influir en la calidad del producto final, debido a que la

disminución más rápida de la aw podría vincularse a un cese en las reacciones de oxidación enzimática que pudiesen estar vinculadas debido a la menor posibilidad de movilidad del sustrato hacia la enzima, pero no influyen en la economía global del proceso en las condiciones evaluadas. Para poder aseverar o no la influencia en la calidad del producto se están llevando a cabo determinaciones de actividad antioxidante total en los productos obtenidos.

En los Gráficos 3 y 4 podemos observar como es la reducción de peso en kg en el tiempo expresados como kg de agua que se pierden cada media hora. En el caso del sistema en CC puede observarse un corto periodo de pre-calentamiento, luego un periodo de una tasa constante de pérdida de masa y luego un periodo de velocidad decreciente, esto concuerda con lo informado por Sabarez et al 1997. En el caso de CP solamente se observa el periodo de velocidad decreciente vinculado por estos autores a temperaturas mayores a 90C de manera sostenida en todo el proceso, lo cual no es igual en este caso (ver a continuación informe de temperaturas entre la fruta).

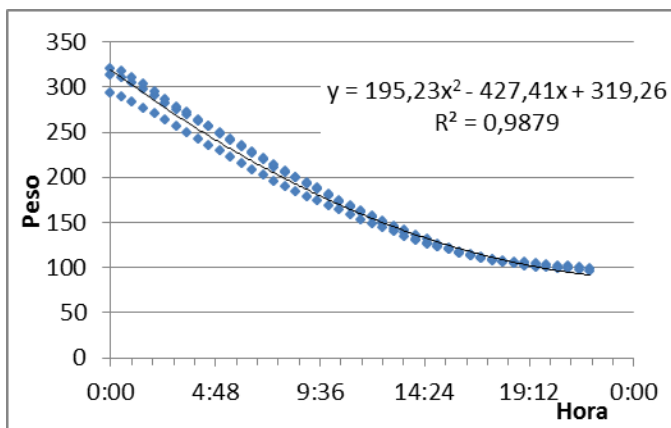


Gráfico 1. Disposición en contracorriente.
Evolución del peso en el tiempo.

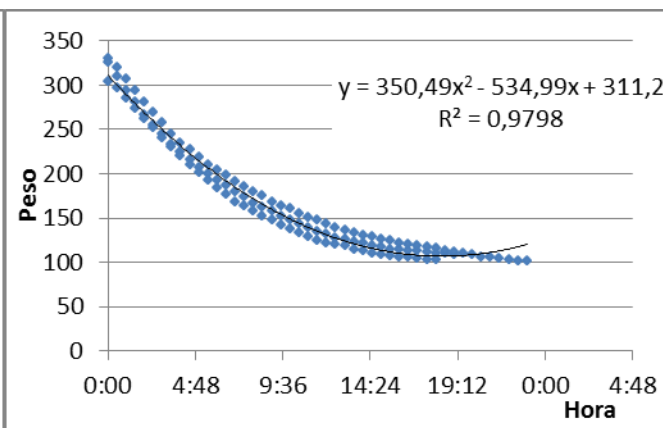


Gráfico 2. Disposición en corriente paralela.
Evolución del peso en el tiempo.

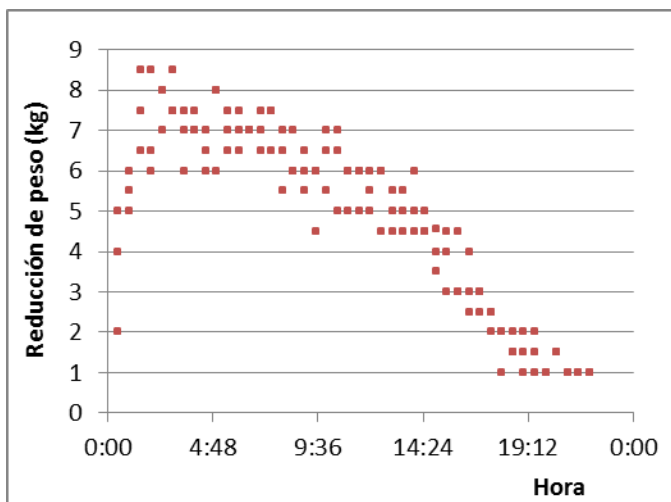


Gráfico 3. Disposición en contracorriente.
Pérdida de peso cada media hora.

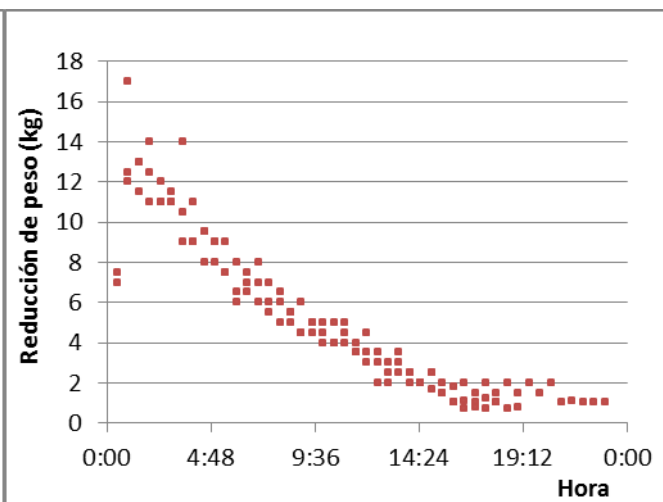


Gráfico 4. Disposición en corriente paralela.
Pérdida de peso cada media hora.

3.3 Temperatura y humedad

Los sensores i-button se colocaron entre la fruta en las bandejas 1 y 24. Se tomó y graficó un promedio de los datos obtenidos en ambas bandejas para representar las condiciones más críticas, mayor temperatura y menor humedad, por carro (R1: carro 5, R2: carro 9 y R3: carro 13, respectivamente).

En el Gráfico 5 puede observarse que el proceso en el caso del sistema CC se presenta un incremento continuo en la temperatura. A medida que la ciruela va perdiendo humedad y peso la temperatura entre la fruta va aumentando de manera sostenida. En el caso de la humedad entre la fruta se observa una disminución continua (Gráfico 7).

Por otro lado, en el caso de CP se pueden observar distintas etapas en las cuales la temperatura es alta inicialmente y baja abruptamente con el ingreso de un nuevo carro en el sistema (Gráfico 6), el cual también trae aparejado un aumento de humedad en el sistema (Gráfico 8). Lo cual trae aparejado humedades promedio entre la fruta mayores en caso de CP que en CC.

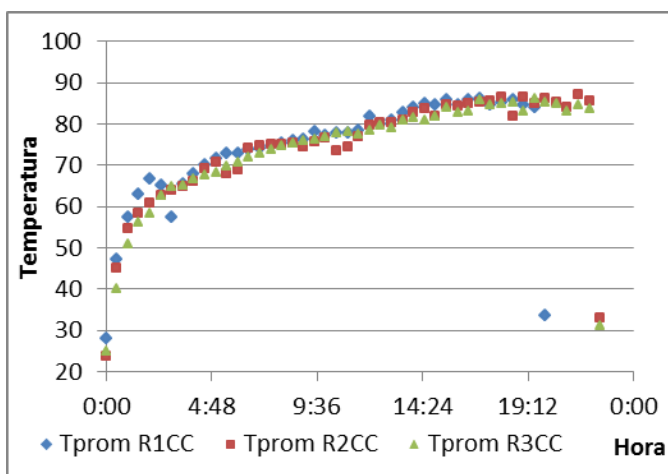


Gráfico 5. Ensayo 1 CC.
Temperaturas promedio entre la fruta.

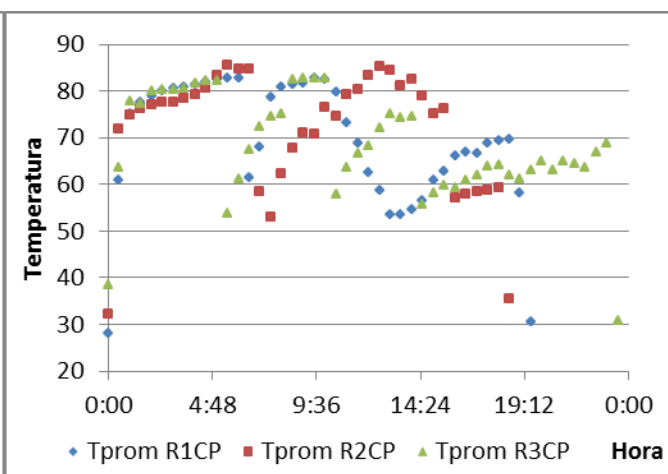


Gráfico 6. Ensayo 2 CP.
Temperaturas promedio entre la fruta

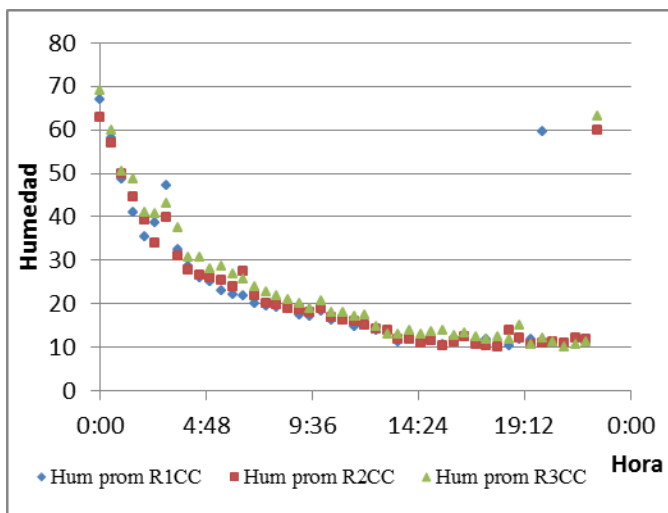


Gráfico 7. Ensayo 1 CC.
Humedades promedio entre la fruta.

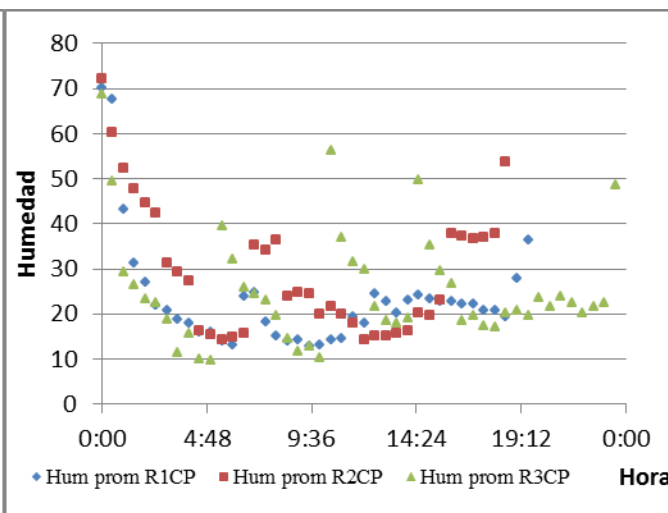


Gráfico 8. Ensayo 2 CP.
Humedades promedio entre la fruta.

3.4 Actividad acuosa (aw) y humedad final del producto

La actividad acuosa y la humedad se determinaron en el producto final como indicadores de que el proceso había sido equivalente en todos los casos. A través de un análisis de varianza se comprobó que no hubieron diferencias estadísticamente significativas en la actividad acuosa, p valor 0,9568, con un alfa de 0.05, ni entre las humedades, p valor 0,1269, con un alfa de 0.05, en ambas disposiciones ensayadas.

Tabla 5. Actividad acuosa (aw) y humedad final del producto.

Nºcarro	Repetición	CC aw	CC Temp.	CC Humedad	CP aw	CP Temp.	CP Humedad
5	1	0,631	23,62	20,0	0,684	24	22,0
5	1	0,673	23,8	22,0	0,658	22	18,0
5	1	0,659	23,5	21,0	0,625	23,7	20,0
5	1	0,662	23,7	22,0	0,691	22,6	23,0
5	1	0,618	24	20,0	0,648	22,5	21,0
9	2	0,681	23,63	23,2	0,6765	22	19,0
9	2	0,678	23,15	24,0	0,641	23	20,0
9	2	0,701	24	25,0	0,672	24	21,0
9	2	0,698	23,4	25,5	0,705	23,5	24,0
9	2	0,71	23,8	26,0	0,712	23,8	25,0
13	3	0,628	24	20	0,613	21	18
13	3	0,616	23,7	20	0,617	22	19
13	3	0,609	23,3	19	0,664	23,2	22
13	3	0,632	24,1	20	0,614	22,6	17
13	3	0,638	24,3	20	0,623	22,9	19

4 Conclusiones

Los tiempos de residencia en ambas configuraciones no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre las medias de ambos tratamientos. La pérdida de peso inicial fue más rápida en la disposición en corrientes paralelas. Sin embargo, la reducción final deseada o sea a 1/3 del peso inicial se logra en tiempos de residencia equivalentes ya que esta velocidad disminuye en el tiempo. El hecho de que la pérdida de peso sea más rápida en el caso de CP puede influir en la calidad del producto final, pero no influyen en la economía global del proceso en las condiciones evaluadas. Para poder aseverar o no la influencia en la calidad del producto se están llevando a cabo determinaciones de actividad antioxidante total en los productos obtenidos.

En el caso del sistema en CC puede observarse un corto periodo de pre-calentamiento, luego un periodo de una tasa constante de pérdida de masa y luego un periodo de velocidad decreciente. En el caso de CP solamente se observa el periodo de velocidad decreciente.

En el sistema de CC se presenta un incremento continuo en la temperatura y una disminución continua en la humedad entre la fruta. Mientras que en el caso de CP se pueden observar distintas etapas en las cuales la temperatura es alta inicialmente y baja abruptamente con el ingreso de un nuevo carro en el sistema, lo cual también trae aparejado un aumento de humedad en el sistema. El efecto de estas variaciones de la temperatura y humedad dentro del sistema deben complementarse con los estudios de calidad en el producto final.

Referencias Bibliográficas

KARIM, M. A.; HAWLADER, M. N. A. 2005. Drying characteristic of banana: theoretical, modeling and experimental validation. *Journal of Food Engineering*, 70: 35-45.

MILLAR, M. W. 1964. Progress report on parallel and counter flow dehydration of prunes. California Dried Plum Board. Research reports, 12 - 14.

NEWMAN, G. M.; PRICE, WILLIAM E.; WOOLF, LAWRENCE A. 1996. Factors influencing the drying of prunes 1. Effects of temperature upon the kinetics of moisture loss during drying. *Food chemistry*, 57(2), 241-244.

SABAREZ, H.; PRICE, W.E. 1999. A diffusion model for prune dehydration. *Journal of food engineering*, 42, 167-172.

SABAREZ, H.; PRICE, W.E.; BACK, P.J.; WOOLF, L.A. 1997. Modelling the kinetics of d'Agen plums (*prunus domestica*). *Food chemistry*, 60(3), 371-382.

6TC-A5-Measurement System Analysis (MSA): Ferramenta de Avaliação do Sistema de Medição Aplicado à Indústria Siderúrgica

Elen Nara Carpim Besteiro
(besteiro.elen@gmail.com – Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP)

Robisom Damasceno Calado
(robisomcalado@gmail.com – Universidade Federal Fluminense - UFF)

Adalberto Crespo
(adalberto.crespo@gmail.com – Universidade São Francisco - USF)

Renan Flauzino de Castro
(renan@gmail.com – Universidade São Francisco - USF)

Resumo

Além de ser um estudo obrigatório para as indústrias que estão inseridas na cadeia autmotiva, o MSA garante que os dados obtidos através de um sistema de medição são confiáveis e podem ser usados para a tomada de decisão. Primeiramente deve-se ter em mente a característica a ser medida e realizar um criterioso estudo de cenário. É necessário também identificar as fontes de variação e os estudos estatísticos a serem realizados. No presente estudo foram realizadas análises estatísticas envolvendo a Repetitividade, Reprodutibilidade, Linearidade, Tendência e Estabilidade do sistema de medição do micrômetro, presente na inspeção final do acabamento de barras e acabamento de aço fino na indústria siderúrgica estudada. As amostras a serem analisadas nesse estudo foram determinadas, considerando fatores como diâmetro, liga de aço e cliente. Posteriormente foram realizadas coletas de dados para cada análise estatística mencionada e então os dados foram avaliados através dos estudos de Média e Amplitude e ANOVA, com o auxílio do software Minitab. O objetivo do presente estudo foi alcançado, pois foi possível avaliar se o sistema de medição estudado é aceitável de acordo com os parâmetros do manual de MSA, tendo em vista os estudos estatísticos realizados. Não somente o objetivo do trabalho foi alcançado, mas também foi possível elaborar sugestões de melhoria para o sistema de medição, uma vez que o estudo de ANOVA possibilitou uma análise bastante detalhada da variação do sistema de medição dos micrômetros e a interação de seus componentes.

Palavras chave: MSA, sistema de medição, média e amplitude, ANOVA..

1 Introdução

A disputa de mercado está cada vez mais acirrada. As indústrias buscam incessantemente por redução de custos e melhoria da qualidade para se manterem competitivas em um tão ambiente concorrido. A exigência crescente dos clientes, bem como normas rigorosas e crises econômicas agravam ainda mais essa disputa, tornando a qualidade imprescindível para a sobrevivência das empresas.

No setor siderúrgico, o cenário não é diferente. Existem diversos competidores, e a conformidade com normas rigorosas é necessária para o fornecimento. O setor automotivo representa a maioria dos clientes da indústria estudada neste trabalho, e uma das normas mais relevantes exigidas pelos clientes automotivos é a ISO/TS 16949.

Segundo a International Organization for Standardization (2013), a ISO/TS 16949:2009 juntamente com a ISO 9001:2008 define os sistemas de gerenciamento da qualidade, produção, e quando relevante, instalações e serviços relacionados aos produtos fornecidos para o setor automotivo. Auditorias externas são realizadas nas empresas para manter a certificação da ISO/TS 16949, bem como auditorias internas para a

manutenção e verificação dos requisitos.

As normas da ISO/TS 16949 (2009) especificam que estudos estatísticos devem ser desenvolvidos para analisar a variação presente nos resultados dos sistemas e equipamentos de medição e ensaio. Tal requisito deve se estender aos sistemas de medição referenciados no plano de controle. Portanto, a metodologia MSA auxilia as empresas a cumprirem esse requisito, ao proporcionar diretrizes de estudos estatísticos e parâmetros de avaliação do sistema de medição.

De acordo com a quarta edição do manual de MSA desenvolvido pelo AIAG (2010, p.5): “Sistema de medição é o conjunto de instrumentos ou dispositivos de medição, padrões, operações, métodos, dispositivos de produção, software, pessoal, ambiente e premissas usadas para quantificar uma unidade de medição ou corrigir a avaliação da característica sendo medida; o processo completo utilizado para obter medições.”

A importância dos sistemas de medições está no fato de que as medidas obtidas nesse sistema são utilizadas para tomada de decisão, logo quanto mais erro houver nas medidas obtidas, mais equivocada será a decisão tomada com base nessas medidas. O propósito do MSA, ou análise dos sistemas de medição, é qualificar o sistema de medição com base na sua acurácia, precisão e estabilidade.

Ao utilizar a ferramenta MSA na avaliação dos sistemas de medições, além da conformidade com as normas vigentes da ISO/TS, a empresa zela também pela qualidade como um todo dos produtos produzidos e dos ajustes efetuados no processo produtivo.

2 Referencial Teórico

2.1 Sistema de qualidade e normalização

Gustafsson et al. (2001) afirma que o Sistema de Gestão da Qualidade cria o apoio e base para a garantia da qualidade em uma organização. O sistema deve ser documentado de acordo com a norma. Tal documentação é um suporte tanto para a melhoria dos procedimentos e produtos da organização, como uma base para a auditoria da qualidade da empresa.

Sobre a pertinência e implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), a ABNT ressalva que a adoção de um sistema de gestão da qualidade deve ser uma decisão estratégica da organização. O projeto e a implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade de uma organização são influenciados por: seu ambiente organizacional; alterações neste ambiente e os riscos associados com este ambiente; suas necessidades que se alteram; seus objetivos particulares; produtos fornecidos; processos utilizados; e seu porte e estrutura organizacional (ABNT, 2008, p.6).

A normalização surgiu com o objetivo de criar um padrão para todas as organizações, portanto quando uma organização é certificada, por exemplo na ISO 9001, sabe-se que tal organização cumpre com os requisitos desta norma (LAFUENTE et. Al, 2001).

O cenário atual de grande competitividade e exigências crescentes fazem com que sejam indispensáveis para as empresas a incorporação de novas tecnologias, produtos, processos e serviços bem como aprimoramento da capacidade produtiva e redução de custo. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (2009) afirma que a normalização é usada de forma a reduzir o custo da produção e do produto, mantendo ou melhorando sua qualidade.

Segundo a ABNT (2009), a norma ISO 9001 especifica requisitos para o Sistema de Gestão da Qualidade visando aplicação interna, certificação ou fins contratuais. Tal norma está focada na eficácia do sistema de gestão da qualidade em atender aos requisitos dos clientes.

O Sistema de Gestão da Qualidade em conformidade com a ISO 9001:2008 é composto por: sistema de qualidade, responsabilidade da direção, gestão de recursos, realização do produto e medição, análise e melhoria (CARPINETTI, MIGUEL E GEROLAMO, 2007).

De acordo com a ISO (2009), a ISO/TS 16949:2009, em conjunto com a ISO 9001:2008, define os requisitos de Sistema de Gestão da Qualidade para o design, desenvolvimento, produção, e quando aplicável, instalação e serviços dos produtos relacionados à indústria automotiva. A ISO/TS pode ser aplicada a toda cadeia de suprimento automotiva.

Segundo a British Standards Institution (2014), A ISO/TS 16949 foi desenvolvida pela Força Tarefa Automotiva Internacional (IATF), International Automotive Task Force, com o intuito de estimular a melhoria da cadeia de suprimentos e do processo de certificação. De fato, para a maior parte dos fabricantes automotivos líderes de mercado, a certificação para esta especificação é um requisito obrigatório para a comercialização. Esta especificação técnica se alinha e suplanta as normas automotivas dos sistemas de qualidade norte-americano, alemão, francês e italiano existentes, incluindo as especificações QS-9000, VDA6.1, EAQF e a ASQ.

Em suma, o grande objetivo da ISO/TS é o desenvolvimento de um Sistema de Gestão da Qualidade que providencie a melhoria contínua, enfatizando a prevenção de defeito, a redução da variação e desperdício na cadeia de suprimentos. De acordo com a British Standards Institution (2014), as principais ferramentas da ISO/TS para a prevenção de defeito e redução da variação são: FMEA (Failure Mode Effective Analysis) - Análise do Modo e Efeito de Falha; PPAP (Production Part Approval Process) - Processo de Aprovação da Peça de Produção; APQP (Advance Product Quality Plan) - Planejamento Avançado da Qualidade do Produto; SPC (Statistical Process Control) - Controle Estatístico de Processo; MSA (Measurement System Analysis) – Análise do Sistema de Medição.

2.2 Measurement System Analysis (MSA)

Segundo o IQA (2004), a função básica do MSA é verificar se o sistema de medição é adequado ou não, objetivando-se avaliar ou controlar um determinado processo ou produto, e se possível, identificar as causas da não adequação do sistema. Já o grupo AIAG (2010) salienta que a quarta edição do manual do MSA tem como propósito apresentar diretrizes para a avaliação da qualidade de um sistema de medição. O foco principal de aplicação do MSA são os sistemas de medição onde as leituras podem ser replicadas em cada peça.

A análise do sistema de medição requer o uso de ferramentas estatísticas, que permitem a avaliação do grau de confiabilidade dos dados gerados pelos sistemas de medição utilizados pela empresa. Tendo em vista que no gerenciamento de processos os dados representam a base para a tomada de decisão, é necessário determinar anteriormente a qualquer análise, se os sistemas de medição fornecem resultados aceitáveis. Desta forma, a avaliação estatística da qualidade das medidas geradas pelos sistemas de medição é um estudo indispensável para o gerenciamento de processos (ABDI, 2013).

Para a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2013), devido a importância dos dados para as atividades de gerenciamento de processos, é imprescindível que as medições realizadas para a coleta de dados sejam confiáveis, com o intuito de garantir que as ações a serem tomadas, baseadas nas análises dos dados de medição, sejam realmente adequadas. Assim como em todos os processos, o sistema de medição é impactado por ambas as fontes de variação, aleatórias e sistemáticas. Tais fontes de variação são devido a causas comuns e especiais. Para controlar a variação do sistema de medição deve-se (AIAG, 2010): Identificar as fontes de variação potenciais; Eliminar, sempre que possível, ou monitorar essas fontes de variação.

A AIAG (2010) afirma que embora as causas específicas dependam da situação, algumas fontes de variação típicas podem ser identificadas. Existem diversos métodos de apresentação e categorização dessas fontes de variação, tais como: diagrama de causa e efeito, diagrama da árvore de falhas, etc. Os principais elementos de um sistema de medição genérico para garantir que os objetivos requeridos sejam atendidos são: padrão, peça, instrumento, pessoas/procedimentos e ambiente de trabalho. Os fatores que afetam essas seis áreas devem ser compreendidos e assim, poderão ser eliminados. A Figura 1, um diagrama de causa e efeito, demonstra exemplos de variação. Desde que as fontes de variação reais afetem um sistema de medição específicos, elas serão únicas daquele sistema (AIAG, 2010).

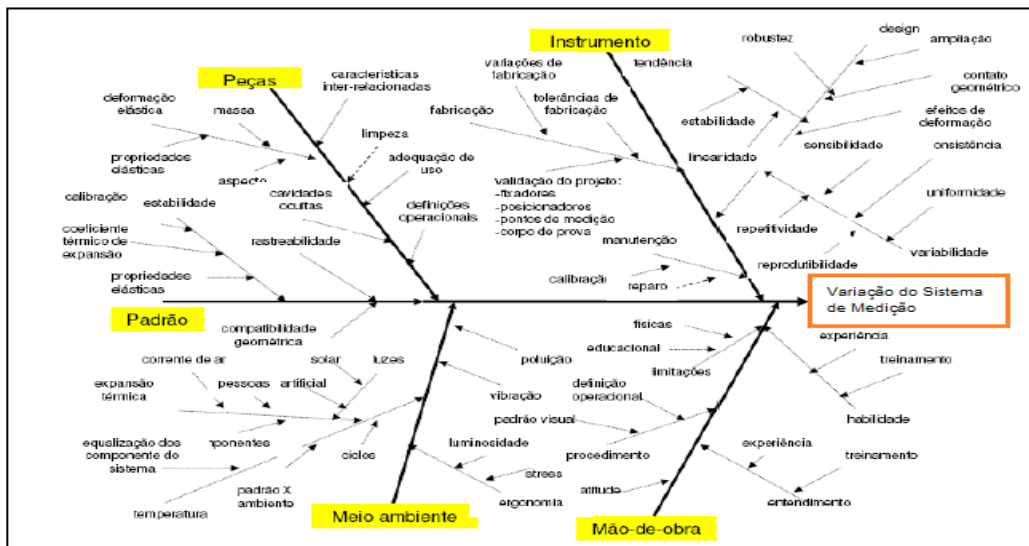


Figura 1. Variabilidade do Sistema de Medição.
 Fonte: adaptado de AIAG (2010).

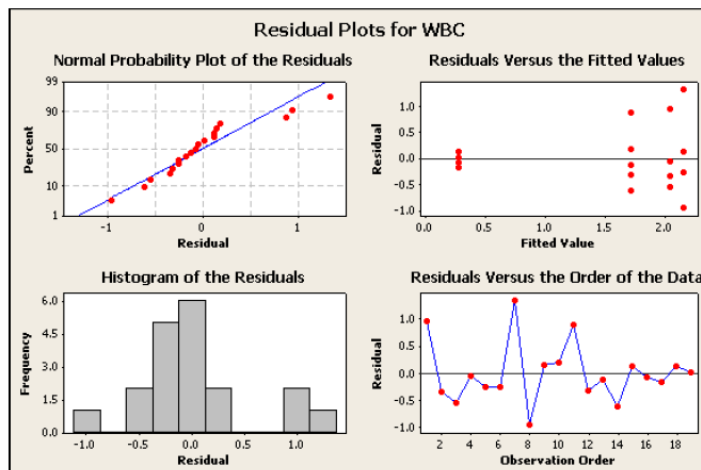
Os efeitos das várias fontes de variação sobre o sistema de medição devem ser avaliados no decorrer de um período de tempo, tanto um curto quanto um longo intervalo devem ser avaliados. Assume-se que as medições são exatas, e comumente a análises e conclusões são baseadas nessa premissa. Os envolvidos no estudo de MSA podem não se atentar ao fato de que há variação no sistema de medição que afeta individualmente as medições, o que posteriormente afetará as decisões baseadas nos dados. O erro do sistema de medição pode ser classificado em cinco categorias: tendência, repetitividade, reprodutibilidade, estabilidade e linearidade (AIAG, 2010).

2.2 O Método ANOVA

A análise de variância (ANOVA) é uma ferramenta estatística que pode ser utilizada para analisar o erro de medição e outras fontes de variabilidade dos dados num estudo de sistemas de medição (AIAG, 2010). Segundo Hogg e Ledolter (1987), as suposições da ANOVA são: os valores para cada nível seguem uma distribuição Normal; as variâncias são as mesmas para cada nível (Homogeneidade de Variância).

Segundo a AIAG (2010), a análise de variância pode ser decomposta em quatro categorias: peças, avaliadores, interação entre peças e avaliadores, e o erro de replicação devido ao dispositivo de medição. A ANOVA é capaz de tratar qualquer estrutura de um experimento, podem estimar melhor as variâncias e extraem mais informações dos dados experimentais. Os gráficos de maior interesse dessa ferramenta são os de interação e resíduos. O gráfico de interação demonstra se uma interação é significativa ou não, enquanto o gráfico de resíduos avalia os pressupostos de independência, normalidade e homocedasticidade. Se os resíduos não estiverem aleatoriamente distribuídos acima e abaixo de zero, as premissas podem estar incorretas. A Figura 2 demonstra um gráfico de resíduos.

Figura 2 - Gráfico de Resíduos.
 Fonte: Minitab 15 (2011).



3. Procedimentos Metodológicos

O trabalho caracteriza-se como uma pesquisa com abordagem qualitativa, de cunho exploratório uma vez que se descreve a metodologia adotada pela empresa investigada. Na concepção de Gil (2008), utiliza-se três técnicas de pesquisa para elaborar o referido relato, a saber: análise documental, observação direta e análise de depoimentos.

A amostra utilizada no estudo foi composta pelos conceitos de análise do sistema de medição (MSA) foram aplicados a uma indústria siderúrgica. Além disso, uma análise aprofundada será efetuada, com o objetivo de comparar os resultados obtidos (mensuráveis) com os parâmetros especificados no manual de MSA. Para tanto, as seguintes etapas serão seguidas:

Estruturação da pesquisa: Elaboração do cronograma do presente trabalho de conclusão de curso; Identificação e resumo de três artigos científicos para embasamento teórico; Identificação da área da empresa em estudo a ser abordada e qual o sistema de medição será analisado; Estudos preliminares e simulações de análise de MSA junto à equipe de metrologia; Pesquisa bibliográfica, uma vez que o conhecimento sobre o MSA, bem como as ferramentas estatísticas envolvidas, são indispensáveis para a realização deste estudo.

Esquema de aplicação prática da pesquisa: Definição do equipamento e operadores envolvidos; Estruturação da coleta de dados; Desenvolvimento da coleta de dados, na qual os dados serão analisados estatisticamente, com auxílio de software; Comparação dos resultados obtidos com os parâmetros indicados no manual de MSA e avaliação do sistema de medição da empresa em estudo; Elaboração das sugestões de melhoria; Apresentação dos resultados.

4. Resultados

A empresa estudada atua no ramo de aços e ligas especiais, oferece soluções completas para vários segmentos e indústrias. O portfólio da mesma inclui: aços rápidos, aços-ferramenta (para trabalho a quente, trabalho a frio e moldes plásticos), aços inoxidáveis, aços-válvula, ligas especiais e peças forjadas. Em 2007, a empresa contava com mais de 1552 empregos.

Sobre a importância do problema, o sistema de medição dos micrômetros, presentes em todos os acabamentos da empresa, controla o diâmetro dos produtos acabados. Tal controle é crítico para a qualidade, pois o diâmetro deve estar dentro da tolerância estabelecida pelo cliente. A variação está presente em todos os processos, e, portanto, os sistemas de medição também estão sujeitos a variações. Desta forma é fundamental para a empresa ter um sistema de medição confiável e preciso, pois decisões são tomadas com base nos dados oriundos do sistema de medição. Outro fator importante é que estudos sobre a adequabilidade e variação do sistema de medição são exigidos pela norma ISO/TS, norma esta obrigatória para fornecimento para a indústria automotiva.

Amostras do aço válvula VV56 foram utilizadas nos estudos de Repetitividade e Reprodutibilidade (R&R) e Estabilidade, sendo que 10 amostras foram utilizadas no estudo de R&R e 1 amostra no estudo de Estabilidade. Já nos estudos de Tendência e Linearidade foram utilizadas duas amostras do aço válvula VV56, 1 amostra do aço VAT751, 1 amostra do aço VV48 e por fim, 1 amostra do aço VV85.

Em posse do micrômetro analisado no presente estudo, o operador e os inspetores realizaram a etapa quatro das diretrizes para o estudo de R&R. Os dados coletados foram analisados em um estudo de Gage R&R cruzados. O método adotado pela empresa para divulgação dos resultados é o método da Média e Amplitude, porém ambos os métodos da Média e Amplitude e ANOVA serão analisados no presente estudos para o enriquecimento do trabalho (os dois métodos são os mais recomendados pelo manual de MSA da AIAG, sendo o ANOVA o mais recomendado). As Figuras 3, 4 e 5 contemplam as análises de R&R.

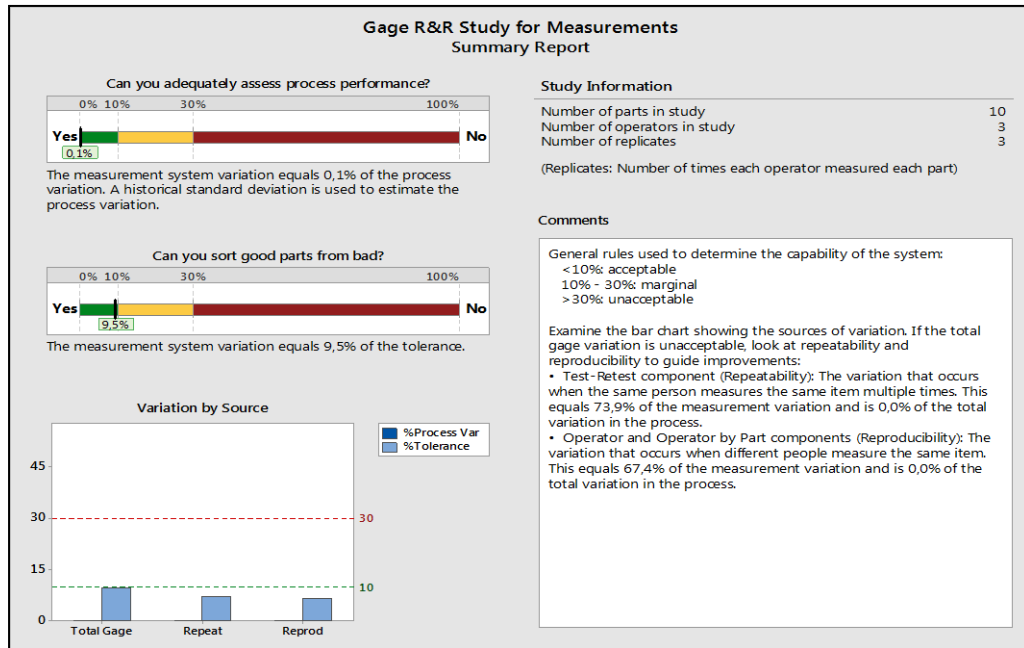


Figura 3. Análise do Estudo de R&R, com uso do software Minitab.
 Fonte: dados da pesquisa.

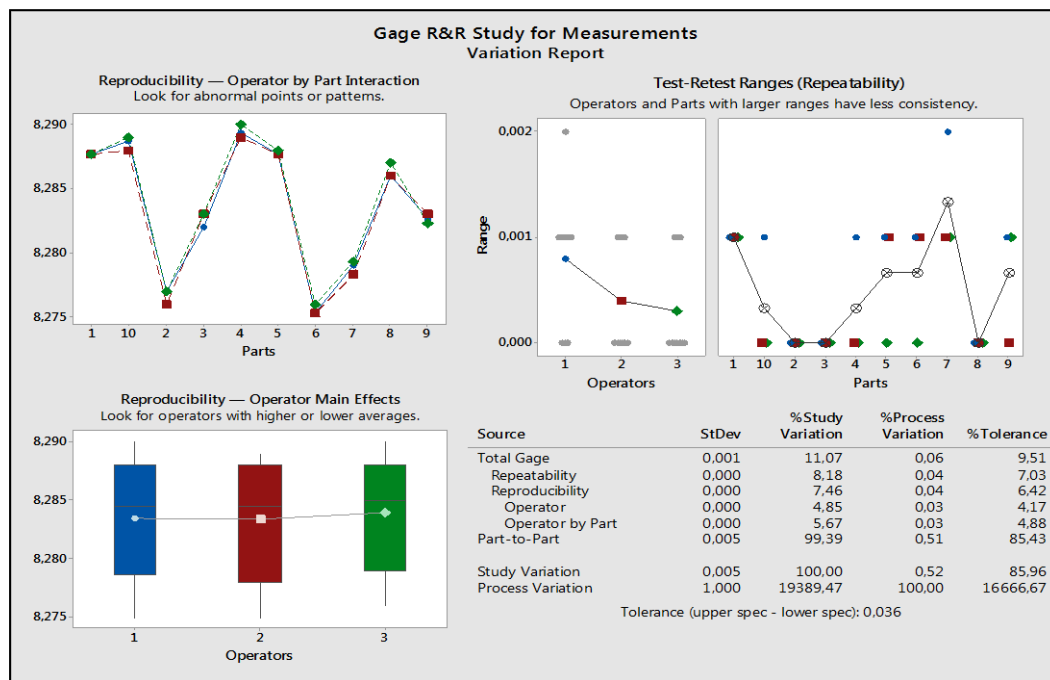


Figura 4. Análise do Estudo de R&R, Média e Amplitude com uso do software Minitab.
 Fonte: dados da pesquisa

O grupo de 5 peças escolhido compreendeu toda a faixa de trabalho (0-25mm -0,001mm) do dispositivo de medição avaliado no presente estudo, o micrômetro:

- Primeira amostra, aço VV56, diâmetro 5,50 mm, tolerância +0/ -0,030 mm.
- Segunda amostra, aço VV56, diâmetro 8,30 mm, tolerância +0 / -0,036mm.
- Terceira amostra, VAT 751, diâmetro 15,87 mm, tolerância +0 / -0,043mm.
- Quarta amostra, VV 48, diâmetro 19,05 mm, tolerância +0 / -0,052mm.
- Quinta amostra, VV 85, diâmetro 23,0mm, tolerância +0 / -0,052mm.

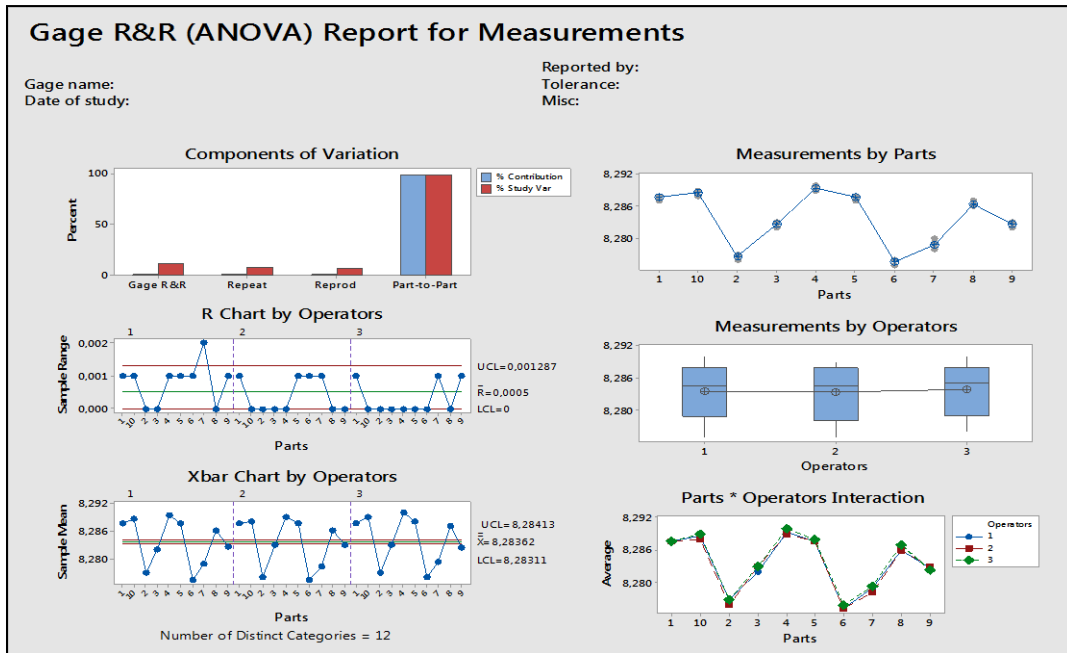


Figura 5. Análise do Estudo de R&R, ANOVA com uso do software Minitab.
 Fonte: dados da pesquisa

Definido o grupo de amostras correspondente a faixa de trabalho do micrômetro, o inspetor de qualidade mediu 12 vezes, de forma aleatória, cada amostra. Ao analisar as 12 medições de cada faixa de trabalho do micrômetro a linearidade do sistema de medição pôde ser determinada. A tendência de cada peça foi avaliada e reta de regressão foi plotada com o auxílio do software Minitab, conforme Figura 6.

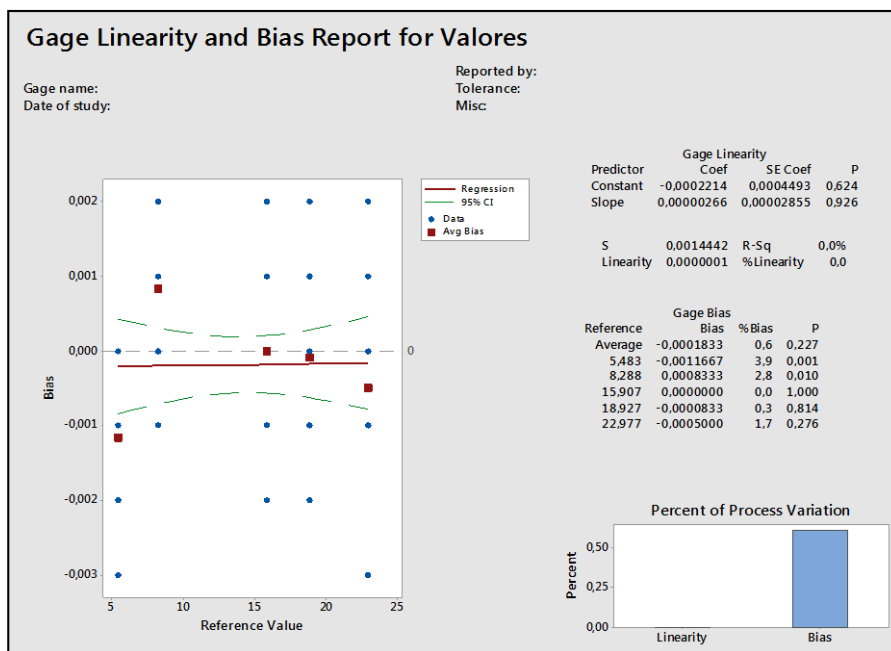


Figura 6. Análise da Linearidade com uso do software Minitab.
 Fonte: dados da pesquisa

Ao seguir as diretrizes mencionadas, a estabilidade do sistema de medição pôde ser determinada, pois ao longo de 5 meses (20 semanas) o Inspetor de Qualidade realizou semanalmente, com o auxílio do micrômetro, três leituras do diâmetro da amostra. Ao final da coleta de dados de estabilidade, havia 20 subgrupos, cada um com amplitude 3. Desta forma, uma característica única (diâmetro) foi medida no decorrer de um período de tempo prolongado, e a variação total nas medições foi avaliada. Os dados da coleta de estabilidade foram plotados em uma carta de controle I-MR com o auxílio do software Minitab, conforme Figura 7.

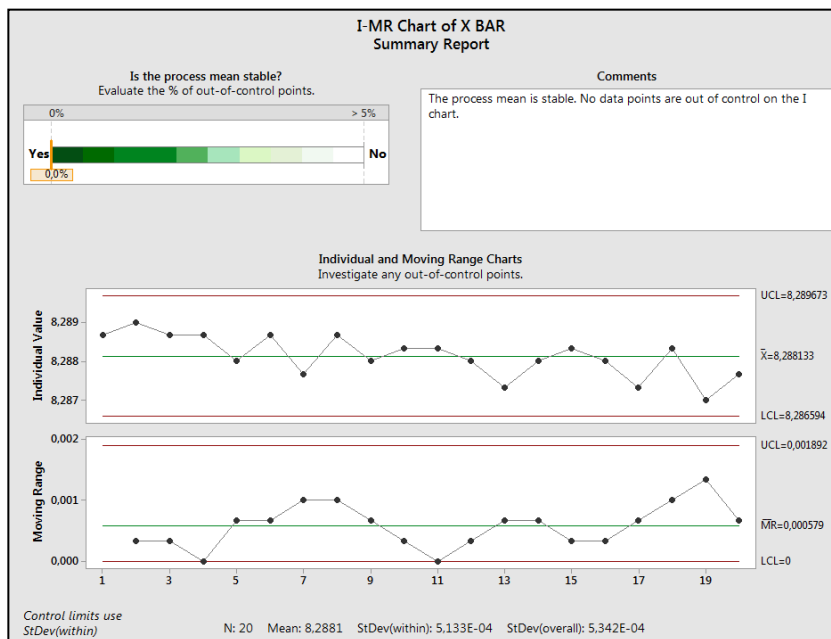


Figura 7 Carta de controle I-MR do estudo de estabilidade
 Fonte: dados da pesquisa

A análise dos resultados consiste na avaliação dos cálculos e gráficos gerados pelo software Minitab. Os dados provenientes da coleta de dados de R&R, tendência e linearidade, e estabilidade foram inseridos no Minitab, e os gráficos e cálculos gerados por esse software. No presente item cada gráfico será analisado, levando em consideração as diretrizes do manual AIAG.

5. Conclusões

A metodologia de Análise do Sistema de Medição, bem como a contribuição desta para a qualidade foram abordadas e colocadas em prática no decorrer desse estudo. A resposta ao problema da pesquisa envolveu a aplicação da metodologia MSA na avaliação do sistema de medição dos micrômetros do Acabamento de Barras e Aço Fino da empresa estudada. Com isso, os estudos de Estabilidade, Tendência, Linearidade, Repetitividade e Reprodutibilidade foram conduzidos, e os resultados de cada um desses estudos foram analisados estatisticamente.

Uma vez estabelecidos os resultados dos estudos mencionados e realizada a análise dos mesmos, pode-se então realizar a comparação entre o que foi obtido e o que é recomendado pelo manual de MSA, e assim determinar se o sistema de medição é adequado ou não. Os critérios para um sistema de medição adequado, de acordo com o MSA, são: percentual de Repetitividade e Reprodutibilidade (R&R) deve ser menor que 10%; a linha de “tendência=0” deve estar inteiramente contida na faixa de confiança da linha de melhor ajuste; cartas de controle devem demonstrar que os dados de estabilidade do processo de medição estão sob controle; A Tendência deve apresentar um P-valor $\geq 0,05$.

Comparando-se os critérios do manual de MSA e os resultados obtidos, pode-se concluir o seguinte: o R&R do presente estudo foi de 9.51%, estando assim dentro dos parâmetros de aceitabilidade (<10%). A linha de “tendência=0” está totalmente dentro dos limites da faixa de confiança para a reta de regressão, o que está de acordo com o especificado. A carta de controle de estabilidade não indicou nenhum ponto fora de controle, o que demonstra que o sistema está estável, de acordo com o exigido. O P-valor para a tendência encontrado, tanto para Slope (0,624) quanto Constant (0,92), foi maior que mínimo exigido de 0,05. Considerando a comparação estabelecida, pode-se concluir que o sistema de medição dos micrômetros, presente no Acabamento de Barras e Aço Fino da empresa estudada, é aceitável de acordo com os parâmetros do manual de MSA. Sendo assim, o problema de pesquisa foi respondido e a hipótese confirmada, pois a mesma propôs que o sistema de medição dos micrômetros é aceitável, tendo em vista o histórico do sistema de medição e a não ocorrência de alterações no mesmo.

Com relação as limitações do presente estudo, é possível destacar que o número mínimo de medições foi seguido, $n=20$, e ainda assim aproximadamente 5 meses foram necessários para coletar essa quantidade de medições para o estudo de estabilidade. Normalmente a empresa estudada buscar atingir 30 medições para o estudo de estabilidade, porém para atingir esse número seria demandado um tempo maior ainda, o que não permitiria a apresentação dos resultados a tempo.

No que se refere a sugestão de melhorias para a empresa estudada, deve-se destacar que apesar de o R&R (9,51%), estar dentro das especificações do MSA (<10%), é possível melhorá-lo com o objetivo de que o mesmo diminua para um patamar mais seguro. A oportunidade de melhoria que pode contribuir para esse objetivo foi identificada no presente estudo, ao analisar o gráfico ANOVA do R&R. O gráfico R Chart by Operators demonstrou que o operador 1 teve um ponto fora de controle, enquanto os demais não tiveram nenhum ponto além dos limites inferiores e superiores do gráfico. Recomenda-se então um treinamento focado no operador 1, pois o mesmo apresentou uma menor consistência entre as suas medições.

Ao analisar todas as informações que o estudo de MSA propiciou sobre o sistema de medição dos micrômetros, conclui-se que o mesmo é uma ferramenta indispensável para a qualidade, pois além de identificar minuciosamente os erros do sistema e fornecer toda uma metodologia para a realização dos estudos destes, ela garante que um sistema de medição dentro de seus parâmetros é um sistema que gera dados confiáveis para a tomada de decisão.

Referências

- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. Análise dos Sistemas de Medição. Brasília: ABDI, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Coletâneas de normas de sistemas da qualidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.
- AUTOMOTIVE INDUSTRY ACTION GROUP - AIAG. Measurement Systems Analysis MSA. 4ªed. Detroit: Chrysler Corporation; Ford Motor Company and General Motors Corporation, 2010.
- BRITISH STANDARDS INSTITUTION. ISO/TS 16949 Automotive Quality Management. London: BSI, 2014.
- BHUIYAN, N.; BAGHEL, A. An overview of continuous improvement: from the past to the present. Management Decision, v. 43, n. 5, p. 761-771, 2005.
- CARPINETTI, Luiz C. R; MIGUEL, Paulo Augusto C. Miguel; GEROLAMO Mateus, Cecílio. Gestão da Qualidade ISO 9001:2000: princípios e requisitos. São Paulo: Atlas, 2007.
- CARTA DE MÉDIAS E AMPLITUDE. Disponível em <http://www.ritme.com/fr>. Acesso em: 18 maio. 2015.
- CHAN, T. M. Impact of ISO 9000 certification on quality management practices: A comparative study. Total Quality Management, Vol. 13, Nº. 1, pp. 53-67, 2002.
- FEIGENBAUM, A. V. Controle da qualidade total: gestão e sistemas. São Paulo: Makron, 1994.
- FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.
- GALBINSKI, J. ISO publica nova edição da ISO 9001. Banas Qualidade, n. 199, p. 9, 2008.
- GARVIN, D. A. Gerenciando a Qualidade: A Visão Estratégica e Competitiva. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.
- GARVIN, D. A. Manufacturing Strategy Planning. California Management Review, v. 35, n. 4, p. 85-106, 1993.
- GRÁFICOS DO ESTUDO DE MSA. Disponível em <http://www.minitab.com.br>. Acesso em: 18 maio. 2015.
- GUSTAFSSON, R.; KLEFSJÖ, B.; BERGGREN, E. e GRANFORSWELLEMETS, U. Experiences from implementing ISO 9000 in small enterprises: A study of Swedish organizations. The TQM Magazine, Vol. 13, Nº. 4, pp. 232-246, 2001.
- HEUVEL, J. V. D. et al. An ISO 9001 quality management system in a hospital: bureaucracy or just benefits? International Journal of Health Care Quality Assurance, v. 18, n. 5, p. 361-36, 2005.
- HOGG, R.V., LEDOLTER, J. Applied Statistics for Engineers and Physical Scientists. Macmillan Publishing Company, NY. 1987

INSTITUTO DA QUALIDADE AUTOMOTIVA. Análise de sistemas de medição – MSA, Manual de referência Instituto da Qualidade Automotiva, 2. ed., São Paulo: IQA., 2004.

ISO. International Organization for Standardization. Disponível em: <http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=52844>. Acesso em: 11 Abril. 2015.

ISO/TS 16949:2009 Quality management systems – Particular requirements for the application of ISO 9001:2008 for automotive production and relevant service part organizations, 2009.

IVECO S.P.A. Quality Handbook: Analisi dei Sistemi di Misurazione. Brescia: IVECO, 2011.

KARAPETROVIC, S. ISO 9000, service quality and ergonomics. Managing Service Quality, Vol. 9, Nº.2, pp.81-9, 1999.

KISER, Kenneth J.; MARSHALL, Sashkin. Gestão da qualidade total na prática. 1º Ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1994.

LAGROSEN, Y. Quality management and health: a double connection. International Journal of Quality & Reliability Management, v. 24, n. 1, p. 49-61, 2007.

LAFUENTE, M. R.; MEGULHÃO, R. C.; NORA, J. A. F.; TURRIONI, J. B. e SOUZA, L.

G. M. Elementos do TQM: Um estudo de caso em empresas do Sul de Minas. Anais do IX SIMPEP, Bauru, 2001.

MELLO, P. H. C.; SILVA, C. E. S. da; TURRIORI, J. B.; SOUZA, L. G. M. de. ISO 9001:2000. 1 ed. São Paulo: Editora Atlas S/A, 2002.

NATIONAL QUALITY ASSURANCE. Automotive Industry Quality Standards. Acton: NQA, 2010.

NBR ISO 9001:2000. Sistema de gestão da qualidade – requisitos. Associação Brasileira de Normas Técnicas – Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

OAKLAND, John S. Gerenciamento da Qualidade Total (TQM). São Paulo: Nobel, 1994.

PALADINI, E. P. Avaliação estratégica da qualidade. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2011.

PALADINI, E. P. Gestão da qualidade: teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2004.

ZENG, S. X.; TIAN, P.; SHI, J. J. Implementing integration of ISO 9001 and ISO 14001 for construction. Managerial Auditing Journal, v. 20, n. 4, p. 394-407, 2005.

7TC-A5-Aplicações Lean na Área da Saúde: Revisão Bibliográfica

Jessica Werner Boschetto
(je.boschetto@gmail.com - PPGEP/UFPR)

Rosangela Rosa Luciane da Silva
(rosangelarl.dasilva@gmail.com - PPGEP/UFPR)

Izabel Cristina Zattar
(izabel.zattar@gmail.com - PPGEP/UFPR)

Resumo

A filosofia lean é uma estratégia de gestão que tem sido utilizada em diversos setores. O setor dos serviços é um dos que mais tem apostado nesta filosofia, nomeadamente os serviços de saúde. A filosofia lean aplicada a hospitais tem trazido ganhos principalmente nos EUA, pioneiros na aplicação dessa prática. E por este ser um tema relativamente recente e com diversos casos de sucesso, este trabalho tem como objetivo contribuir para a descrição do estado atual da implementação das ferramentas lean nos serviços de saúde. Através de uma pesquisa sistemática nas bases de dados bibliográficas, foram selecionados 69 trabalhos relacionados a aplicação de ferramentas lean na área da saúde. Dados como a data do estudo, países que implantam esta filosofia, as principais práticas e ferramentas lean utilizadas foram analisados. A partir destas análises, chegou-se a conclusão de que o Brasil e os Estados Unidos detêm o maior número de casos de aplicação da filosofia lean e suas ferramentas. Constatou-se também um aumento gradual do número de publicações e estudos envolvendo a filosofia lean no Brasil a partir do ano de 2011, o que representa uma maior preocupação do país com a melhoria do setor da saúde. Concluiu-se ainda que dentre as diversas ferramentas lean encontradas, algumas são utilizadas com maior frequência, podendo-se citar o mapa de fluxo de valor, trabalho padronizado e 5S. Realizou-se também um levantamento dos principais benefícios obtidos através destas práticas, sendo os mais citados: melhoria nos resultados operacionais, melhor atendimento e satisfação dos clientes, aumento significativo na qualidade dos serviços prestados, redução no tempo de espera, de custos, desperdícios e movimentações.

Palavras chave: Áreas da saúde, Lean, Ferramentas.

1 Introdução

Os hospitais devem ser administrados como uma empresa, principalmente no que corresponde à busca da eficiência, porém este não pode ser considerado como uma empresa qualquer. O hospital, por exemplo, é uma das organizações mais difíceis de administrar, pois além do seu caráter de valores humanos e, portanto de grande sensibilidade, possui uma variada gama de atividades: hotelaria, transportes, lavanderia, engenharia, distribuição, dentre outros (SILVA, 2005). Ou seja, os hospitais precisam de uma boa gestão para conciliar a eficiência de todas essas atividades.

Segundo Battaglia (2010), os hospitais dos Estados Unidos estão melhorando seus indicadores de gestão ao aplicar a filosofia lean. Toussaint et al (2013) identifica a filosofia lean como um sistema operacional composto de seis princípios que constituem a dinâmica essencial da gestão baseada na filosofia lean. Não seguir qualquer desses princípios significa não aproveitar todo o potencial da ferramenta para beneficiar as partes interessadas (pacientes, funcionários, acionistas, entre outros) da organização.

Presume-se então, que as áreas da saúde são empresas de serviços e dentro dessas organizações têm-se vários setores que podem apresentar uma baixa eficiência e conseqüentemente um alto custo pelo fato de uma má gestão, que é o que encontramos atualmente no Brasil. De acordo com John Toussaint, no Livro Hospitais Lean de Graban (2013), os Estados Unidos começou a utilizar as ferramentas baseadas na filosofia lean para sanar este problema enfrentado pelo Brasil atualmente.

Segundo Toussaint (2013) o pensamento *lean* muda toda a “mentalidade convencional da assistência à saúde”, o que é muito bom, pois o que os hospitais precisam é justamente de uma completa transformação se quiserem manter qualquer tipo de esperança em melhorar o valor oferecido ao paciente.

2 Referencial Teórico

O setor de saúde é um mercado em expansão, mas que está sofrendo pressões para aumento da qualidade do serviço prestado, atrelado a redução de custos (BERTANI, 2012). Segundo Souza (apud BERTANI, 2012), *lean healthcare*, ou Produção Enxuta aplicada à saúde, aparece como uma solução eficaz para gerar melhorias em organizações hospitalares. Souza (apud BERTANI, 2012) ainda afirma que diversos autores têm atribuído sucesso a filosofia *lean*, pelo fato de esta levar a resultados expressivos e, principalmente, sustentáveis. Esta filosofia tem por princípio identificar todas as atividades que fazem parte do fluxo de valor, fazendo a distinção entre as atividades que agregam e não agregam valor e, a partir de então, eliminar as atividades que não agregam valor, também conhecidas como desperdícios (WOMACK et al, 2005).

A partir das atividades que não agregam valor, Taiichi Ohno desenvolveu o que pode ser chamado de categorias de desperdícios, também conhecidas como os sete tipos de desperdícios da produção enxuta. Latas e Robert (2000) e Bushell *et al.* (2002) citam alguns exemplos de desperdícios que são comumente encontrados nos ambientes hospitalares, tais como:

1) Superprodução: realização de testes além do necessário; duplicação de exames por desconfiança, complementaridade ou falta de coordenação entre os diferentes responsáveis, realização de exames desnecessários por falta de preparo da equipe de saúde.

2) Estoque Excessivo: insumos e produtos em excesso ou desnecessários.

3) Transporte Excessivo: transporte excessivo de pacientes, equipamentos e medicamentos.

4) Movimentação excessiva: excesso de movimentação pelo hospital dos profissionais da saúde, como médicos e enfermeiros.

5) Espera: espera de pacientes por diagnósticos, tratamentos e cirurgias; acúmulo de pacientes em sala de espera.

6) Processamento Inapropriado: tempo excessivo de tratamento por dificuldade de estabelecer padrões de procedimentos; excesso de correções, retrabalhos e inspeções.

7) Defeitos: erros de medicação; infecções dos pacientes no hospital; informação errada ou não disponível; comunicação ineficiente.

Além dos sete tipos de desperdícios supracitados, Amirahmadi (2007) sugere ainda duas novas categorias de desperdícios: A re-priorização, ou seja, iniciar uma tarefa e mudar para outra antes de concluir a primeira; e a pouca utilização do potencial humano, que seria a utilização de enfermeiros, médicos e outros profissionais da saúde como operadores e não como trabalhadores especialistas em processos.

2.2 As Ferramentas Lean

Para auxiliar na implementação da filosofia *lean* uma série de ferramentas e técnicas baseadas nesta filosofia são utilizadas para a redução ou eliminação de desperdícios ou atividades que não agregam valor (LEXICO LEAN, 2003). Entre as principais podem ser citadas:

2.2.1 Mapa de Fluxo de Valor

Para Toussaint e Berry (2013), mapa do fluxo de valor é utilizado para distinguir entre etapas em um processo que geram ou não valor. Uma equipe de trabalho cria um mapa visual de cada fase de um processo existente para melhor entendê-lo. Entender claramente o estado atual é essencial para melhorá-lo, e criar uma representação detalhada do processo facilita o entendimento. Um mapa de fluxo de valor difere de outros mapas ao combinar fluxo de informação com fluxo de materiais e pessoas; isso permite à equipe enxergar, mais claramente, o estado atual de um sistema complexo e oferece diretrizes para melhoria. Ao estudar um mapa de fluxo de valor, a equipe pode fazer perguntas como: “Por que fazemos esta etapa?”, “O paciente estaria disposto a pagar por esta parte do processo se tivesse escolha?”, “Existe uma alternativa mais eficiente ou efetiva?”, “Quais fases do processo são mais vulneráveis a erros?”.

2.2.2 Gestão Visual

Exposição visual de todas as ferramentas, peças, atividades de produção e indicadores de desempenho do sistema de produção, de modo que a situação real possa ser entendida rapidamente por todos os envolvidos (EIRO e TORRES, 2013).

Centros de acompanhamento visual, que são visualizações de informações montadas em paredes de áreas reservadas a colaboradores, existem em vários lugares em um hospital ou clínica *lean*. Eles possuem o objetivo de apresentar dados de desenvolvimento diário e servir de local para que qualquer membro da equipe possa comunicar um problema que precisa de atenção, ou uma ideia de melhoria. Uma visão comum em uma instalação *lean* da área da saúde é reunião do pessoal em frente a um centro de monitoramento com o líder da reunião, continuamente, referindo-se à informação postada (TOUSSAINT e BERRY, 2013).

2.2.3 5S

Cinco termos que começam com a letra S, que descrevem práticas úteis para a organização do ambiente de trabalho. Em um ambiente onde existam apenas os equipamentos e materiais necessários; organizado seguindo padrões pré-estabelecidos; onde é possível encontrar materiais com facilidade; limpo; torna a vida das pessoas mais fáceis, produtivas, segura e torna as pessoas auto motivadas para o trabalho (BERTANI, 2012).

- a) *Seiri* – Separar claramente o necessário do desnecessário. Remover todos os itens que não são necessários;
- b) *Seiton* – Aquilo que é necessário deve ser deixado de forma arrumada e ordenada. Cada coisa deve ter o seu lugar e ser mantida nesse lugar. Qualquer um deve encontrar;
- c) *Seiso* – Limpar sempre tudo e manter bem limpo;
- d) *Seiketsu* – Desenvolver sistemas e procedimentos de forma a manter o estado de arrumação, limpeza e ordem;
- e) *Shitsuke* – Disciplinar e habituar a obedecer ao que foi determinado.

2.2.4 Trabalho Padronizado

É o estabelecimento de procedimentos precisos para o trabalho de cada um dos operadores em um processo de produção. De acordo com Ohno (1988), onde não tem padrão, não tem melhoria. Ou seja, a melhoria contínua depende da padronização dos trabalhos.

Segundo Picchi (2002), para se ter certeza que uma determinada tarefa será executada sempre da mesma forma, deve-se existir o trabalho padronizado, que é o melhor arranjo entre recursos como colaboradores e equipamentos. Esta combinação significa discutir, estabelecer, documentar e padronizar, por meio de um procedimento, o melhor resultado, com o melhor método. A padronização nos ambientes gera um fluxo de atividades contínuo, que reduz os gaps na qualidade do serviço.

2.2.5 Kaizen

A palavra *kaizen* significa mudança boa, ou melhoria contínua. Assim, melhorias baseadas no bom senso, esforço e ferramentas de baixo custo são denominadas por *kaizen*. A rápida implantação de melhorias pode ser feita por uma ferramenta extremamente poderosa, um evento *kaizen*. Trata-se de um projeto de curto prazo focado para melhorar um processo, com o objetivo de agregar mais valor com menos desperdícios. Esta ferramenta enfatiza a utilização de esforços humanos trabalhando em equipe, envolvendo treinamento e dedicação, sendo uma abordagem de baixo custo a melhoria (HANASHIRO, 2007).

3 Procedimentos Metodológicos

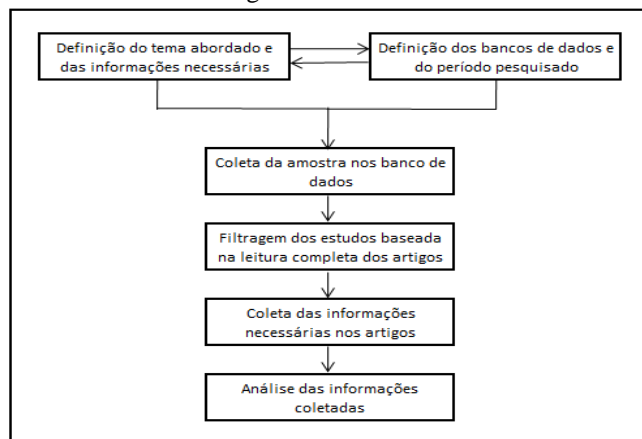
Este artigo trata-se de uma revisão bibliográfica, e para dar início a esta revisão foi necessário o desenvolvimento de um *framework* que é apresentado detalhadamente na Figura 1.

O tema abordado, como se pode observar, é referente às aplicações das ferramentas *lean* na área da saúde. A partir deste tema, baseados em outros trabalhos e títulos de artigos referentes ao tema abordado, determinou-se que as palavras chaves utilizadas, sendo estas: Sistema enxuto na área da saúde, Sistema enxuto em hospitais e *Lean hospitals*. A partir das palavras chaves, iniciou-se a seleção dos artigos, onde as principais fontes de pesquisa foram o Google Acadêmico, Portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o *Lean Institute Brasil*. Porém para a pesquisa do tema no site do *Lean Institute Brasil* foram filtrados todos os artigos relacionados à aplicação *lean* na área da saúde. A seleção de todos os artigos ocorreu

entre os períodos de maio/2014 a setembro/2014 e fev/2016 a mar/2016.

Em um primeiro momento, foram identificados 108 trabalhos referentes à filosofia *lean* na área da saúde. Destes, 69 foram selecionados e procedeu-se uma análise de dados, utilizando-se como critérios: o ano do artigo, países que implantam a filosofia *lean* na gestão dos setores da saúde, as principais técnicas e ferramentas utilizadas nos exemplos encontrados e ainda, os principais resultados e benefícios obtidos com a aplicação desta filosofia. Após a coleta dos dados, os resultados foram compilados em gráficos e análises que auxiliam em uma melhor visualização da situação atual do tema abordado neste artigo, os quais serão apresentados na próxima seção.

Figura 1: framework

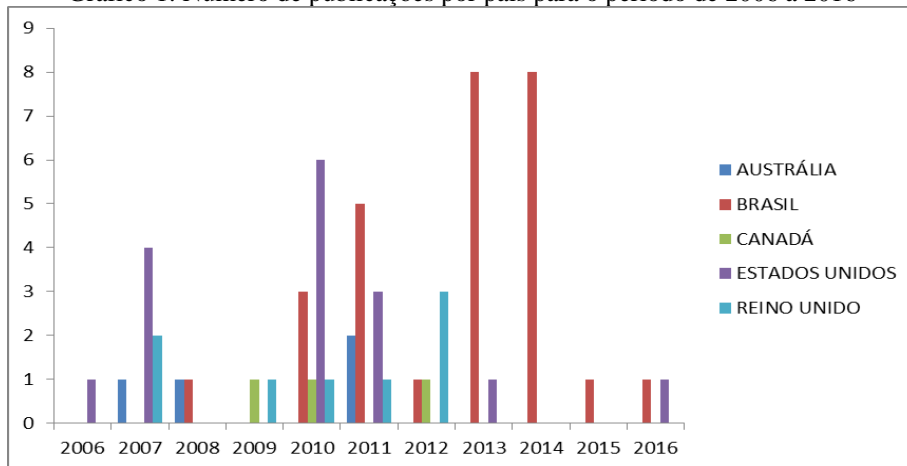


Fonte: as autoras, 2016.

4 Resultados

Com os artigos selecionados, foram identificados trabalhos de diferentes países. De acordo com este método apresenta-se abaixo, no gráfico 1, a origem dos artigos utilizados neste estudo e o ano de publicação.

Gráfico 1: Número de publicações por país para o período de 2006 a 2016



Fonte: as autoras, 2016.

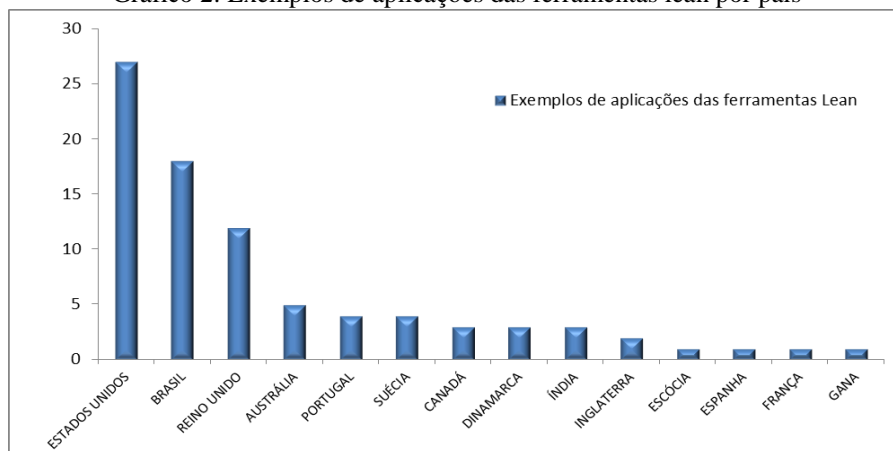
Neste gráfico, constata-se que no Brasil a filosofia *lean*, apesar de ser recente, começa gradualmente a ter mais visibilidade, o que se pode verificar pelo crescimento do número de estudos a partir de 2011.

Nos exemplos das publicações levantadas, foram observados relatos em países da América do Norte, América do Sul, Europa e Oceania, demonstrando que a filosofia *lean* e suas ferramentas podem ser aplicadas em sistemas de saúde distintos. Porém observa-se uma dinâmica, em alguns casos, em que a origem do artigo estudado não corresponde à mesma origem do exemplo apresentado. Por exemplo, um artigo com origem no Brasil cita exemplos práticos de aplicação das ferramentas *lean* realizados em hospitais e clínicas nos Estados Unidos.

Com isso, fez-se um levantamento do total de exemplos citados nos 69 artigos por país de aplicação, como pode ser observado no gráfico 2.

Analisando a pesquisa bibliográfica contida neste estudo, pode-se observar o desenvolvimento de trabalhos em diversos países do mundo, mas, tendo os Estados Unidos, Brasil e Reino Unido a maior parcela dos exemplos de aplicações das ferramentas *lean* na área da saúde de acordo com o período e fontes utilizados nesta pesquisa.

Gráfico 2: Exemplos de aplicações das ferramentas lean por país



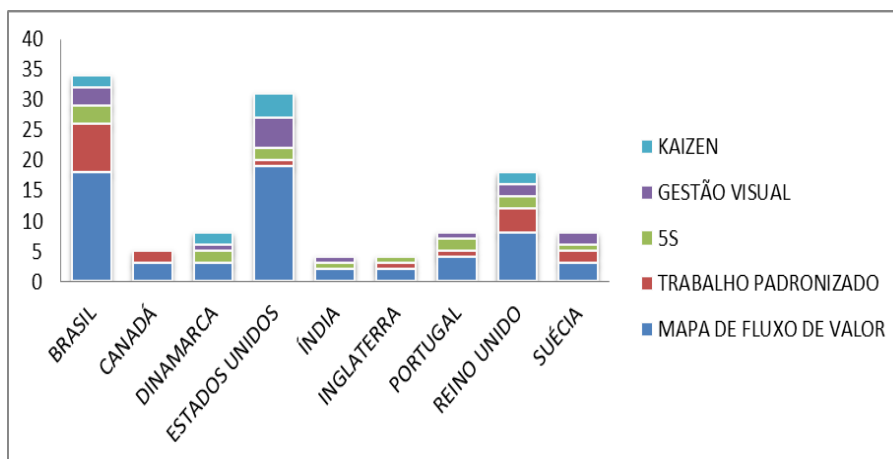
Fonte: as autoras, 2016.

4.1 Ferramentas *Lean* aplicadas na área da saúde

Como citado anteriormente, as ferramentas *lean* tem como objetivo a eliminação de perdas, ou seja, para que as atividades que não agregam valor não estejam contidas no fluxo do processo. O quadro 1 compila os autores que fizeram referência a aplicações ou possíveis usos das ferramentas *lean* em áreas da saúde. Vale ressaltar que o uso de várias ferramentas pode ter sido feito por diferentes autores.

Para verificar se o uso de uma determinada ferramenta esta associada a um determinado país em particular, foi realizado o cruzamento dos dados países de aplicação da filosofia *lean* com as respectivas ferramentas utilizadas, gráfico 3.

Gráfico 3: As ferramentas lean mais citadas por país de aplicação



Fonte: as autoras, 2016.

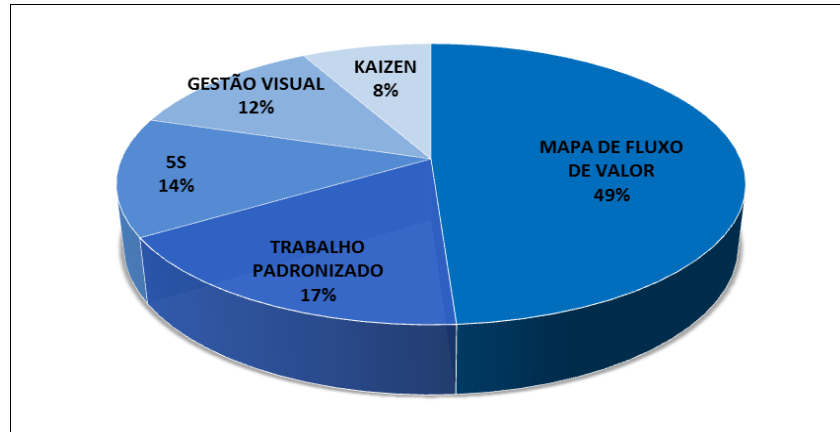
A partir desta análise foi possível identificar um perfil preliminar das principais ferramentas *lean* mais utilizadas para se obter melhorias na área da saúde. Desta foram mapeadas ao todo 34 ferramentas baseadas na filosofia *lean*, porém como se pode observar no gráfico 4, algumas ferramentas aparecem com mais frequência do que outras nos 69 artigos analisados.

É importante ressaltar que a ferramenta Kaizen não apareceu com relevância no país da Inglaterra pelo fato deste assunto ser muito comentado nos anos anteriores do período de análise, visto que a Inglaterra foi um dos primeiros países que implantaram esta prática com instalação da fábrica Nissan no país.

A partir de 2002, alguns hospitais americanos e ingleses iniciaram a adoção da filosofia *lean* adequando-a ao ambiente hospitalar. Eles verificaram o poder das técnicas ao constatar uma redução dos tempos de fila e de espera dos pacientes, uma maior quantidade de pacientes atendidos e uma redução drástica dos custos hospitalares (Morilhas *et al*,2013). Foi neste período então, que foram iniciados os trabalhos nos países dos Estados Unidos e da Inglaterra referentes a este assunto.

É de suma importância destacar, também, que este gráfico contempla as ferramentas identificadas no período de análise, ou seja, pode ser que o país já realizou vários estudos sobre as ferramentas que não apareceram.

Gráfico 4: Ferramentas lean mais utilizadas



Fonte: as autoras, 2016.

Através do levantamento realizado percebe-se que grande parte das ferramentas *Lean* são adaptáveis aos ambientes hospitalares, desde as mais elaboradas até as mais simples. No entanto é possível perceber que uma ferramenta comum nas melhorias implementadas é o mapeamento do fluxo de valor, que em muitos casos é usado como ferramenta base que pode impulsionar a aplicação de outras ferramentas. Isto explica-se pelo fato de a ferramenta mapa de fluxo de valor conseguir mostrar uma visão de curto-médio prazo que facilita o engajamento dos colaboradores e permite utilizar táticas diferenciadas para atingir os objetivos estabelecidos, de forma que consiga, em um nível tático e/ou operacional, garantir um alinhamento com a visão de longo prazo. O quadro 1 apresenta a relação entre os autores dos trabalhos analisados e as ferramentas citadas.

Quadro 1: Levantamento das ferramentas *lean* aplicadas na área saúde e os autores

FERRAMENTAS LEAN APLICADAS À ÁREA DA SAÚDE	
FERRAMENTAS	AUTORES
MAPA DE FLUXO DE VALOR	AMIRAHMADI et al (2007) / FILLINGHAM (2007) / TOVIM et al (2007) / TOVIM et al (2008) / VAIL et al (2009) / FINE et al (2009) / GROVE et al (2009) / DUNDAS (2010) / STAATS; BRUNNER; UPTON (2010) / VAIL et al (2010) / SERAPHIM; SILVA; AGOSTINHO (2010) / MONTEIRO et al (2010) / GROVE et al (2010) / MACHADO; LEITNER (2010) / ARAIDAHO (2010) / HYDES; HANSI; TREBBLE (2010) / MURRELL; OFFERMAN; KAUFFMAN (2010) / CUNHA; CAMPOS (2011) / LAGANGA (2011) / CIMA et al (2011) / HYDES; HANSI; TREBBLE (2011) / JONES et al (2011) / KARSTOFT; TARP (2011) / YOUSRI et al (2011) / NEILL et al (2011) / CHADHA; SINGH; KALRA (2012) / ROBINSON (2012) / PESTANA et al (2012) / MAZZOCATO et al (2012) / SIMON; CANACARI (2012) / CHADHA; SINGH; KALRA (2012) / BLAIS (2013) / MARCHWINSKI (2013) / TOUSSAINT; BERRY (2013) / TORRES et al (2013) / WEIGEL; SUEN; GUPTA (2013) / FAVERI (2013) / MORILHAS et al (2013) / JUNIOR, EIRO (2013) / OLIVEIRA (2014) / PINTO; BATTAGLIA (2014) / TORRES (2014) / KARSTOFT; TAP (2011) / MATOS (2011) / SILVA (2012) / BENDITO (2009) / HOLDEN et al (2014) / RADNOR et al (2006) / CASEY (2007) / HENRIQUE (2014) / NETO et al (2015) / FURUKAWAL et al (2016)
TRABALHO PADRONIZADO	AMIRAHMADI et al (2007) / BALLÉ; RÉGNIER (2007) / FILLINGHAM (2007) / TOVIM et al (2008) / GROVE et al (2009) / VAIL et al (2009) / SERAPHIM; SILVA; AGOSTINHO (2010) / MONTEIRO et al (2010) / DUNDAS et al (2010) / VAIL et al (2010) / NEILL et al (2011) / CUNHA; CAMPOS (2011) / JONES (2011) / NEILL et al (2011) / JUNIOR, EIRO (2013) / TORRES (2014) / OLIVEIRA (2014) / MATOS (2011) / MAZZOCATO et al (2012) / NETO et al (2015)
GESTÃO VISUAL	AMIRAHMADI et al (2007) / FILLINGHAM (2007) / TOUSSAINT; BERRY (2013) / TORRES (2014) / MARCHWINSKI (2013) / MONTEIRO et al (2010) / STAATS; BRUNNER; UPTON (2010) / MACHADO; LEITNER (2010) / JONES (2011) / NEILL et al (2011) / NEILL et al (2011) / MAZZOCATO et al (2012) / SIMON; CANACARI (2012) / CHADHA; SINGH; KALRA (2012) / KARSTOFT; TAP (2011) / MATOS (2011) / MAZZOCATO et al (2012)
5S	SERAPHIM; SILVA; AGOSTINHO (2010) / MONTEIRO et al (2010) / KARSTOFT; TARP (2011) / MACHADO; LEITNER (2010) / NEILL et al (2011) / ARAIDAHO (2010) / CHADHA; SINGH; KALRA (2012) / FILLINGHAM (2007) / NEILL et al (2011) / BALLÉ; RÉGNIER (2007) / TOVIM et al (2008) / STAATS; BRUNNER; UPTON (2010) / VAIL et al (2010) / KARSTOFT; TAP (2011) / MATOS (2011) / SILVA (2012) / NETO et al (2015)
KAIZEN	FILLINGHAM (2007) / AMIRAHMADI et al (2007) / JONES (2011) / KARSTOFT; TARP (2011) / DART (2011) / CARTER et al (2012) / TOUSSAINT; BERRY (2013) / OLIVEIRA (2014) / KARSTOFT; TAP (2011) / NETO et al (2015)
PDCA	FINE et al (2009) / MACHADO; LEITNER (2010) / TOUSSAINT; BERRY (2013) / MARCHWINSKI (2013)
REUNIÕES	TOVIM et al (2008) / VAIL et al (2009) / TOUSSAINT; BERRY (2013)
DIAGRAMAS	MACHADO; LEITNER (2010) / SIMON; CANACARI (2012) / WEIGEL; SUEN; GUPTA (2013) / FAVERI (2013)
SIMLEAN	FILLINGHAM (2007) / STAATS; BRUNNER; UPTON (2010) / ROBISSON et al (2011) / ROBISSON et al (2012) / PESTANA et al (2012)
5 WHYS	MACHADO; LEITNER (2010) / FAVERI (2013) / OLIVEIRA (2014)
GEMBA	TOUSSAINT; BERRY (2013) / TORRES (2014)
JUST IN TIME	MONTEIRO et al (2010) / VAIL et al (2010) / SILVA (2012)
DMAIC	ARAIDAHO (2010) / CARBONEAU (2010)
FERRAMENTAS	AUTORES
3P	MACHADO; LEITNER (2010)
ANOVA	MAZZOCATO (2012) / MAZZOCATO et al (2012)
ATENDIMENTO PONTUAL	TOUSSAINT; BERRY (2013)
CATCHBALL	TOUSSAINT; BERRY (2013)
TQM	DAS (2011)
SMED	KARSTOFT; TARP (2011)
TPM	PESTANA et al (2012)
SETUP	PESTANA et al (2012)
TREINAMENTO	PESTANA et al (2012)
ANÁLISE OPERACIONAL	DUNDAS (2010)
LAYOUT	VAIL et al (2009)
KANBAN	VAIL et al (2009) / MATOS (2011) / SILVA (2012)
GRÁFICO DE GANTT	NEILL S (2011)
TEORIA DAS FILAS	CHADHA; SINGH; KALRA (2012)
A3	FINE et al (2009)
NIVELAMENTO DO TRABALHO	AMIRAHMADI et al (2007)
POKA YOKE	AMIRAHMADI et al (2007)
FLUXO CONTÍNUO	AMIRAHMADI et al (2007) / MAZZOCATO et al (2012)
CHECK LIST	BALLÉ; RÉGNIER (2007)
CICLO DE DEMING	FINE et al (2009)
HEIJUNKA	STAATS; BRUNNER; UPTON (2010) / NETO et al (2015)

Fonte: as autoras, 2016.

4.2 Benefícios da filosofia *Lean* na área da saúde

Quanto aos resultados, os que mais se destacam são: a melhoria dos processos, a melhoria da satisfação do cliente, a eliminação e redução de desperdícios, a melhoria da qualidade e da segurança, a redução das necessidades a nível de espaço, a melhoria dos *layouts* e a redução de custos são alguns dos resultados das implementações que se repetem mais ao longo dos artigos analisados.

O quadro 2 apresenta alguns exemplos de aplicações e os benefícios obtidos através das ferramentas lean. Foram selecionados exemplos de modo a apresentar exemplos ao longo dos anos e também apresentar as principais ferramentas analisadas e seus benefícios. Estão apresentados alguns dos resultados mais comuns, o que não implica que nos casos estudados não sejam referenciados mais benefícios.

Quadro 2: Casos de implementação da filosofia lean e os principais benefícios obtidos

Título	Autor	Ano	Ferramenta	Benefício
Evaluation of the Lean Approach to Business Management and its Use in the Public Sector	Radnor, Z.; Walley, P.; Stephen, A.; Bucci, G.	2006	Mapa de fluxo de valor	Redução do tempo de espera para consultas de 23 para 12 dias, redução do lead time de atendimento completo do paciente em 48%
Innovations in the Clinical Laboratory: An Overview of Lean Principles in the Laboratory	Amirahmadi, F.; Dalbello, A.; Gronseth, D.; McCarthy, J.	2007	Mapa de fluxo de valor, nivelamento de trabalho, trabalho padronizado, gestão visual, pokayokes, fluxo contínuo e kaizen	Redução do tempo do processo, melhoria da gestão operacional, melhoria da satisfação dos funcionários e pacientes, redução nos erros dos testes realizados.
Redesigning care at the Flinders Medical Centre: clinical process redesign using "lean thinking"	Ben-Tovim, D. I.; Bassham, J. E.; Bennett, D. M.; Dougherty, M. L.; Martin, M. A.; O'neill, S. J.; Sincock, J. L.; Szwarcbord, M. G.	2008	Mapa de fluxo de valor; Reuniões, Trabalho padronizado; 5S	Redução do tempo de espera e maior satisfação dos pacientes.
Lean implementation in primary care health visiting services in National Health Service UK.	Grove, A. L.; Meredith, J. O.; Macintyre, M.; Angelis, J.; Neailey, K.	2009	Mapa de fluxo de valor, trabalho padronizado	Redução de desperdícios, simplificação de tarefas, redução na burocracia, padronização dos processos e redução de custos.
Applying the Lean principles of the Toyota Production System to reduce wait times in the emergency department	Ng, D.; Vail, G.; Thomas, S.; Schmidt N.	2010	Mapa de fluxo de valor, layout, trabalho padronizado, reuniões, kanban	Melhoria no fluxo do processo, maior satisfação dos clientes, redução no tempo de espera e no tempo total do processo
Nursing Works - The application of lean thinking to nursing processes	O'Neill, S.; Jones, T.; Bennett, D.; Lewis, M.	2011	Mapa de Fluxo de Valor, Trabalho Padrão, Gestão Visual, 5S	Melhoria na comunicação das equipes, melhoria no atendimento, maior tempo dos enfermeiros para atendimento aos pacientes
Lean and queuing integration for the transformation of health care processes	Chadha, R.; Singh, A.; Kalra, J.	2012	Mapa de fluxo de valor, Gestão visual, 5S	Melhor fluxo e aumento da capacidade do processo, otimização dos recursos, melhoria da segurança e qualidade do atendimento
Análise para a melhoria da gestão de operações na área hospitalar: um estudo a partir da utilização da filosofia leanhealthcare	Morilhas, L. J.; Nascimento, P. T. S.; Fedichina, M. A. H.	2013	Mapa de Fluxo de valor	Redução do nível dos estoques, aumento de produtividade, redução dos tempos de setup, redução dos tempos de internação dos pacientes, redução dos erros médicos, redução dos tempos de espera dos pacientes, entre outros, e consequentemente, redução dos custos e aumento das margens operacionais
Modelo de Mapeamento de Fluxo de Valor para Implantações de Lean em Ambientes Hospitalares: proposta e aplicação	Henrique, D. B.	2014	Mapa de fluxo de valor	Identificação de diversas atividades que não agregam valor para o tratamento do paciente e identificação dos desperdícios
Utilizando o pensamento enxuto em um laboratório de controle biológico	Neto, D. A. C.; Faria, A. C.; Silva I. B.	2015	Heijunka, trabalho padrão, mapa de fluxo de valor, kaizen, 5S	Aumento da produtividade, melhor aproveitamento dos recursos físicos e de mão de obra disponível, nivelamento da produção sobre a quantidade de trabalho, maior eficácia no gerenciamento dos processos mediante a introdução do trabalho padronizado e do fluxo das amostras
Avaliação de ações ecologicamente sustentáveis no processo de medicação	Furukawa PO, Cunha ICKO, Pedreira MLG.	2016	Mapa de fluxo de valor, Brainstorming, 5Why's, Matriz esforço impacto e Matriz causa efeito	Redução de resíduos químicos, infectantes e perfurocortantes

– Fonte: as autoras, 2016.

5 Conclusões

Ao longo deste artigo foram apresentados alguns dos principais conceitos relacionados as ferramentas baseadas em *lean* e como estas estão inseridas na área da saúde. Através de exemplos práticos encontrados nos 69 trabalhos selecionados pode-se concluir que esta filosofia está cada vez mais presente na área hospitalar.

Dentre as ferramentas utilizadas, observou-se que o mapa de fluxo de valor é o que mais se destaca devido a sua importância na aplicação da filosofia *lean* em áreas hospitalares, pois sua aplicação é o principal caminho para que haja a identificação das falhas nos processos e também para que se identifique qual a próxima ferramenta que será utilizada e que terá melhor êxito naquele determinado momento da atividade, ou no processo em si.

Os exemplos encontrados nestes artigos demonstraram a eficácia e eficiência da aplicação do pensamento enxuto na área da saúde. E os principais resultados observados da aplicação das ferramentas *lean* são melhorias nos resultados operacionais, um aumento significativo na qualidade dos serviços prestados, reduções nos tempos de espera, uma melhor comunicação e participação de colaboradores internos, trabalho em equipe, satisfação dos clientes, redução dos custos, organização de estoques, redução de desperdícios e movimentações, eliminação de retrabalhos e maior segurança nos processos internos.

Conclui-se também que a maior parte dos exemplos da aplicação das ferramentas *lean* em setores hospitalares obtém melhorias em apenas uma parte dos processos, deste modo, para melhor utilizar todo o potencial da filosofia *lean*, as organizações de saúde devem envolver a alta administração e ter uma visão de longo prazo de melhoria contínua.

Outro resultado constatado foi o aumento gradual do número de publicações e estudos envolvendo a filosofia *lean* no Brasil a partir do ano de 2011, o que representa uma maior preocupação do país com a melhoria do setor da saúde.

Sugere-se para trabalhos futuros um aumento no número de artigos pesquisados, um aprofundamento sobre a ferramenta mapa de fluxo de valor e suas aplicações e ainda estudos relacionados à filosofia *lean* nos setores de serviços.

Referências

- AL-ARAI DAH, O.; MOMANI, A.; KHASAWNEH, M.; MOMANI, M. Lead-Time Reduction Utilizing Lean Tools Applied to Healthcare: The Inpatient Pharmacy at a Local Hospital. *Journal for Healthcare Quality*, v. 32, n.1, 2010.
- AMIRAHMADI, F.; DALBELLO, A.; GRONSETH, D.; MCCARTHY, J. Innovations in the Clinical Laboratory: An Overview of Lean Principles in the Laboratory. EUA: Mayo Clinic, 2007.
- BALLÉ, M.; RÉGNIER, A. Lean as a Learning System in a Hospital Ward. Workingpaper nº8, *ProjetLeanEntreprise*, 2007.
- BATTAGLIA, F. Hospitais dos EUA melhoram indicadores de gestão com Sistema Lean. Lean Institute Brasil. São Paulo, 2010.
- BENDITO, S. S. Aplicação do lean management ao processo de aquisição de produtos farmacêuticos – um caso de estudo. Dissertação (Mestrado em Gestão de Serviços de Saúde) - Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa, 2009.
- BEN-TOVIM, D. I.; BASSHAM, J. E.; BENNETT, D. M.; DOUGHERTY, M. L.; MARTIN, M. A.; O'NEILL, S. J.; SINCOCK, J. L.; SZWARCBORD, M. G. Redesigning care at the Flinders Medical Centre: clinical process redesign using “lean thinking”. *The Medical Journal of Australia*, 2008.
- BEN-TOVIM, D. I.; BASSHAM, J. E.; BOLCH, D.; MARTIN, M. A.; DOUGHERTY, M.; SZWARCBORD, M. Lean thinking across a hospital: Redesigning care at the Flinders Medical Centre. *Australian Health Review*, 2007.
- BERTANI, T.M. Lean Healthcare: Recomendações para implantações dos conceitos de produção enxuta em ambientes hospitalares. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- BLAIS, D. *Projetando Hospitais com a Colaboração de Pacientes e Famílias*. LeanInstitute Brasil, 2013.
- BURGESS, N.; RADNOR, Z. Evaluating Lean in healthcare. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, v.26, n. 3, 2013.
- BUSHELL, S.; MOBLEY, J.; SHELEST, B. Discovering lean thinking at progressive healthcare. *The Journal for Quality and Participation*, Vol. 25, No.2, p. 20-25, June 2002.
- BUZZI, D. e PLYTIUK, C. F. Pensamento enxuto e sistemas de saúde: um estudo da aplicabilidade de conceitos e ferramentas lean em contexto hospitalar. *Revista Qualidade Emergente*, v.2, n.2, 2011.
- CARBONEAU, C.; BENGÉ, E.; JACO, M. T.; ROBINSON, M.A Lean Six Sigma Team Increases Hand Hygiene Compliance and Reduces Hospital-Acquired MRSA Infections by 51%. *Journal for Healthcare Quality*, v. 32, n. 4, 2010.
- CARVALHO, J. C.; RAMOS, M.; PAIXÃO, C. A lean case study in an oncological hospital: implementation of a telephone triage system in the emergency service. *Risk Management and Healthcare Policy*, 2014.
- CARVALHO, J. C.; RAMOS, M.; PAIXÃO, C. A lean case study in an oncological hospital: implementation of a telephone triage system in the emergency service. *Journal of Risk management and Healthcare Policy*, 2014.

- CASEY, J. A Lean Enterprise Approach to Process Improvement in a Health Care Organization. Master of Science in Engineering and Management at the Massachusetts Institute of Technology June, 2007.
- CHADHA, R.; SINGH, A.; KALRA, J. Lean and queuing integration for the transformation of health care processes. *Clinical Governance: An International Journal*, v.17, n.3, 2012.
- CIMA, R. R.; BROWN, M.; HEBL, J. R.; MOORE, R.; ROGERS, J. C.; KOLLENGODE, A.; AMSTUTZ, G. J.; WEISBROD, C. A.; NARR, B. J.; DESCHAMPS, C. Use of Lean and Six Sigma Methodology to Improve Operating Room Efficiency in a High-Volume Tertiary-Care Academic Medical Center. *Lean Methodology to Improve OR Efficiency*, v. 213, n.1, 2011.
- CUNHA, A. M. C. A.; CAMPOS, C. E.; RIFARACHI, H. H. C. Aplicabilidade da metodologia Lean em uma lavanderia hospitalar. *O Mundo da Saúde*, São Paulo: 2011.
- DART, R. C. Can Lean Thinking Transform American Health Care?. *Annals of Emergency Medicine*, vol. 57, no. 3, 2011.
- DUNDAS, N. E.; ZIADIE, M. S.; REVELL, P. A.; BROCK, E.; MITUI, M.; LEOS, N. K.; ROGERS, B. B. A LeanLaboratory. *O Jornal de Diagnóstico Molecular*, Vol. 13, No. 2, 2011.
- EIRO, N. Y., TORRES, A. S. Comparação entre modelos da qualidade total e leanproduction aplicados à área da saúde – Estudo de Caso em serviço de medicina diagnóstica. *Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações*. São Paulo, 2013.
- FAVERI, F. Identificação dos desperdícios de um serviço de emergência com a utilização da metodologia leanthinking. *Dissertação de Mestrado em Enfermagem*. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Porto Alegre, 2013.
- FERRO, M. Sistema Lean na reorganização de Pronto Socorro hospitalar. 2011.
- FILLINGHAM, D. Can lean save lives?. *Leadership in Health Services*, Vol. 20, No. 4, 2007.
- FINE, B. A.; GOLDEN, B.; HANNAM, A.; MORRA, D. *Leading Lean: A Canadian Healthcare Leader's Guide*. US National Library of Medicine National Institutes of Health, 2009.
- GOUVÊA, P. H. R. Análise do Mapa da Cadeia de Valor em um Hospital do Vale do Paraíba. *Trabalho de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica*. Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.
- GRABAN, M. *Lean Hospitals: improving quality, patient safety, and employee satisfaction*. CRC Press, 2013.
- GROVE, A. L.; MEREDITH, J. O.; MACINTYRE, M.; ANGELIS, J.; NEAILEY, K. Lean implementation in primary care health visiting services in National Health Service UK. *The International Journal of Healthcare Improvement*, 2010.
- HANASHIRO, A. P. Proposta de Modelo de Gestão do Conhecimento no piso de Fábrica: Estudo de caso de kaizen em empresa do setor automotivo. *Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba*, 2007.
- HASLE, P. *Lean Production - An Evaluation of the Possibilities for an Employee Supportive Lean Practice*. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries, 2014.
- HENRIQUE, D. B. Modelo de mapeamento de fluxo de valor para implantações de lean em ambientes hospitalares: proposta e aplicação. *Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos*, 2014.
- HOLDEN, R.J.; ERIKSSON, A.; ANDREASSON, J.; WILLIAMSSON, A.; DELLVE, L. Healthcare workers' perceptions of lean: A context-sensitive, mixed methods study in three Swedish hospitals. *Applied Ergonomics*, Elsevier, 2014.
- HYDES, T.; HANSI, N.; TREBBLE, T. M. Lean thinking transformation of the unsedated upper gastrointestinal endoscopy pathway improves efficiency and is associated with high levels of patient satisfaction. *The International Journal of Healthcare Improvement*, 2012.
- JIMMERSON, C.; WEBER, D.; SOBEK, D. K. Reducing Waste and Errors: Piloting Lean Principles at IHC. *Joint Commission Journal on Quality and Safety*, 2006.
- JONES, D. Eliminando a Lacuna de Desempenho Área da saúde. *Lean Institute Brasil*, 2011.
- JOOSTEN, T.; BONGERS, I.; JANSSEN, R. Application of lean thinking to health care: issues and observations. *International Journal for Quality in Health Care*, 2009.
- KARSTOFT, J.; TAP, L. Is Lean Management implementable in a department of radiology?. *Insights Imaging*, 2011.
- LAGANGA, L. R. Lean service operations: Reflections and new directions for capacity expansion in outpatient clinics. *Journal of Operations Management*, 2010.
- LATAS, J., ROBERT, C. O Hospital do século XXI. Nota técnica publicada pela División de Investigación del Instituto de la Empresa, Madrid. Vol. 16 no. 2, p. 24-41; 2000.
- LEVY, P. Quem precisa de uma sala de espera?. *Lean Institute Brasil*, 2013.
- LÉXICO LEAN. Glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean. *The Lean Enterprise Institute*, 2003.

- LUZ, A. P.; CARVALHO, L.; MONTEIRO, V. L. Aplicação do sistema em hospitais lean brasileiros. FATECLog Anais.
- LUZES, C. S. A. Implementação da Filosofia Lean na Gestão dos Serviços de Saúde: O Caso Português. Dissertação de Mestrado em Gestão das Organizações, Instituto Politécnico do Porto, Porto, 2013.
- MARCHWINSKI, C. Prontos-Socorros utilizam os princípioslean em um esforço para aperfeiçoar a jornada do paciente. LeanInstitute Brasil, 2013.
- MATOS, I. A. P. C. O. Aplicação de técnicas Lean Services no bloco operatório de um hospital. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial) - Universidade do Minho – Escola de Engenharia, Porto, 2011.
- MAZZOCATO, P.; HOLDEN, R. J.; BROMMELS, M.; ARONSSON H.; BACKMAN, U.; ELG, M.; THOR, J. How does lean work in emergency care? A case study of a lean-inspired intervention at the Astrid Lindgren Children's hospital, Stockholm, Sweden. BMC Health Services Research, 2012.
- MAZZOCATO, P.; HOLDEN, R. J.; BROMMELS, M.; AROSSON, H.; BÄCKMAN, U.; ELG, M.; THOR, J. How does lean work in emergency care? A case study of a lean-inspired intervention at the Astrid Lindgren Children's hospital, Stockholm, Sweden. BMC Health Services Research, 2012.
- MONTEIRO, V. L. Aplicação de Técnicas do LeanThinking às atividades Logísticas dos Transplantes de Órgãos Sólidos. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2011.
- MONTEIRO, V. L.; ZAMBELLI, H. J. L.; BOIN, I. F. S. F.; LIMA Junior, O. F. Técnicas do LeanThinking aplicadas aos Processos Logísticos de um Transplante de Fígado. *Jornal Brasileiro de Transplantes*, v.12, n. 4, 2010.
- MORGAN, J. Foco no produto = foco no cliente. LeanInstitute Brasil, 2014.
- MORILHAS, L. J.; NASCIMENTO, P. T. S.; FEDICHINA, M. A. H. Análise para a Melhoria da Gestão de Operações na Área Hospitalar: Um Estudo a partir da Utilização da Filosofia LeanHealthcare. Simpoi, 2013.
- NETO, D. A. C.; FARIA, A. C.; SILVA, I. B. Proposta de utilização do pensamento enxuto em um laboratório de controle biológico. SIMPOI, 2015, ANAIS.
- NG, D.; VAIL, G.; THOMAS, S.; SCHMIDT N. Applying the Lean principles of the Toyota Production System to reduce wait times in the emergency department. *Canadian Journal of Emergency Medicine*, 2010.
- O'NEILL, S.; JONES, T.; BENNETT, D.; LEWIS, M. Nursing Works - The Application of Lean Thinking to Nursing Processes. *The Journal of Nursing Administration*, v.41, n.12, 2011.
- OHNO, T. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. NY: Productivity Press, 1988.
- OLIVEIRA, T. S. Proposta de aplicação das ferramentas do leanhealthcare à logística hospitalar. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- PAPADOPOULOS, T.; RADNOR, Z.; MERALI, Y. The role of actor associations in understanding the implementation of Lean thinking in healthcare. *InternationalJournalofOperations&Production Management*, v. 31, n.2, 2011.
- PESTANA, A. L.; SANTOS, J. L. G.; ERDMANN R. H.; SILVA, E. L.; ERDMANN A. L. Pensamento Lean e cuidado do paciente em morte encefálica no processo de doação de órgãos. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, 2012.
- PICCHI, F. A. Lean na administração. In: LEAN SUMMIT BRASIL, 2002, Gramado. Apresentações. Gramado: LeanInstitute Brasil, 2002.
- PINTO, C. F. e BATTAGLIA, F. Aplicando Lean na Saúde. LeanInstitute Brasil, 2014.
- RADNOR, Z. J.; HOLWEG, M.; WARING, J. Lean in healthcare: The unfilled promise?. *Social Science & Medicine*, 2011.
- RADNOR, Z.; WALLEY, P.; STEPHEN, A.; BUCCI, G. Evaluation of the lean approach to business management and its use in the public sector. Warwick Business School, 2006.
- ROBINSON, S.; RADNOR, Z. J.; BURGESS, N.; WORTHINGTON, C. SimLean: Utilising simulation in the implementation of lean in healthcare. *EuropeanJournalofOperationalResearch*, 2012.
- RODRIGUES, C. R. B.; MORÓZ, G.; FERREIRA, L. C.; ZOLDAN, M. A.; OLIVEIRA, I. L. Proposal for utilization of the principles of the lean management applied to the administration of the health care service residues. XIV International Conference on Industrial Engineering and operations management. ICIEOM, 2008.
- ROTHER M.; SHOOK J. Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agragar valor e eliminar o desperdício: manual de trabalho de uma ferramenta enxuta. São Paulo: LeanInsitute Brasil, 2003.
- SERAPHIM E. C.; SILVA, I. B.; AGOSTINHO, O. L. Lean Office em organizações militares de saúde: estudo de caso do Posto Médico da Guarnição Militar de Campinas. *Revista Gest. Prod.*, São Carlos, v. 17, n. 2, 2010.
- SILVA, B. M. R. V. Lean Healthcare no Serviço de Urgência Geral do Hospital Pêro Da Covilhã. Dissertação (Mestrado em Medicina) – Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2012.

- SILVA, S. F. Marketing de Serviço: fundamentos, análises e prática no setor de saúde. Maceio: Edufal, 2005. 327p.
- SIMON, R. W.; CANACARI, E. G. A Practical Guide to Applying Lean Tools and Management Principles to Health Care Improvement Projects. *AORN Journal*, v. 95, n. 1, 2012.
- SOUZA apud BERTANI, T.M. Lean Healthcare: Recomendações para implantações dos conceitos de produção enxuta em ambientes hospitalares. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- STAATS, B. R.; BRUNNER, D. J.; UPTON, D. M. Lean principles, learning, and knowledge work: Evidence from a software services provider. *Journal of Operations Management*, 2010.
- TORRES Junior, N.; GELAPE, C. L.; MELLO, F. P.; SOUZA Junior, W. C. Análise e Mapeamento de Processos no Setor de Saúde sob a Ótica da Tríade de Serviços. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos, São Paulo, 2010.
- TORRES, A. S. No Gemba do Hospital, acompanhando um paciente. LeanInstitute Brasil, 2014.
- TOUSSAINT, J. S.; BERRY, L. L. The Promise of Lean in Health Care. Mayo Foundation for Medical Education and Research, 2013.
- TOUSSAINT, J. Transformar a área da saúde é complexo: comece com uma célula modelo. LeanInstitute Brasil, 2014.
- WEIGEL, C.; SUEN, W.; GUPTE, G. Using Lean Methodology to Teach Quality Improvement to Internal Medicine Residents at a Safety Net Hospital. *American Journal of Medical Quality*, 2013.
- WOMACK, J.P.; BYRNE, A.P.; FIUME, O.J.; KAPLAN, G.S.; TOUSSANT, J.; MILLER, D. Going lean in healthcare. Innovation Series 2005, Institute for Healthcare Improvement, 2005.
- YOUSRI, T. A.; KHAN, Z.; CHAKRABARTI, D.; FERNANDES, R.; WAHAB, K. Lean thinking: Can it improve the outcome of fracture neck of femur patients in a district general hospital?. *Injury*, 2010.

8TC-A5-Electrodeposición de Aleación de Wolframio-Cobalto: Optimización de Dureza a través del Diseño Experimental

Silvia Clavijo (FCAI/UNCUYO)

Gabriela Tudela (FCAI/UNCUYO)

Alejandro Cavagnola (FCAI/UNCUYO)

María José Santillán (FING-FCAI/UNCUYO)

Francisco Membrives (FCAI/UNCUYO)

Resumen

Se realizó la electrodeposición de películas delgadas de aleación de wolframio-cobalto sobre sustratos metálicos planos. El objetivo principal del trabajo es estudiar la posibilidad de sustituir recubrimientos de cromo duro por películas de aleaciones basadas en wolframio como protección contra la corrosión. Se estudiaron las condiciones óptimas de proceso de recubrimiento incluyendo temperatura, densidad de corriente, tiempo de deposición y pH del baño. Se aplicó el método robusto de Taguchi a fin de diseñar la combinación óptima de parámetros que permitan obtener la máxima dureza del material. Las morfologías superficiales de depósitos de aleación de cobalto-tungsteno fueron evaluadas antes y después del tratamiento térmico mediante microscopía óptica. Propiedades de las aleaciones como microdureza y resistencia a la corrosión también se examinaron y compararon con depósitos de cromo duro sobre idéntico sustrato obtenidos por deposición electrolítica. Se ha llegado a la conclusión que los efectos más significativos sobre la dureza de los recubrimientos de wolframio-cobalto están relacionados con la temperatura y la concentración de sales de cobalto.

Palabras clave: *Taguchi, deposición electrolítica, aleaciones, wolframio.*

1 Introducción

El recubrimiento de objetos ferrosos tales como chapas de acero y tubos utilizados en muchas aplicaciones industriales se realiza comúnmente mediante deposición electrolítica, con el objetivo de formar una película protectora de un determinado material como cobre, níquel o cromo de manera uniforme, firmemente adherida y resistente a la corrosión (Obradovic *et al.* 2006). El cromado es el recubrimiento de piezas mediante una película de cromo, generalmente de tonalidad azulada. En general se aplica posterior al niquelado y puede servir con fines decorativos o industriales. En el primer caso es necesario que la película lograda sea de aspecto brillante y de reducido espesor (0,00025 – 0,0005 mm), obtenida al aplicar el proceso durante 2 a 5 minutos, el cual se conoce como cromado decorativo o brillante. Cuando las películas son de mayor espesor, ésta adquiere características mecánicas que permiten a la pieza soportar grandes esfuerzos sin experimentar desgastes apreciables (Tsyntsar *et al.* 2014).

Aunque las prestaciones y aplicaciones del cromado realizado sobre aceros o chapa de hierro permite obtener productos con características excelentes desde el punto de vista de la dureza alcanzada y la belleza exterior, la manipulación por parte de los trabajadores de los subproductos de cromo generados por los baños electrolíticos durante las etapas de deposición electrolítica y lavado de piezas, ha hecho de la deposición de cromo una tarea altamente peligrosa. No solo para el medio ambiente, sino también y en forma muy especial para el hombre puesto que los cromatos han sido reconocidos como carcinógenos químicos altamente tóxicos (Obradovic *et al.* 2006).

Debido a las razones expuestas se ha puesto la atención en los últimos años en desarrollar recubrimientos protectores que posean las mismas propiedades que el cromado pero que no sean nocivos para el ambiente o las personas (Hosseini, 2012).

Una de las aleaciones más prometedoras en cuanto a sus excelentes propiedades mecánicas y tribológicas es la de wolframio-cobalto (Bacal *et al.* 2015). El wolframio forma aleaciones de elevada dureza con el cobalto que conserva algunas propiedades inusuales tales como atracción magnética, elevada resistencia a la tracción, propiedades electroquímicas y una elevada resistencia a la corrosión (Bacal *et al.* 2015). Debido al elevado interés en obtener depósitos de wolframio-cobalto se han desarrollado muchos baños electrolíticos con diferentes tipos de condiciones operacionales y con muchos aditivos orgánicos e inorgánicos cuya función es mejorar la composición y propiedades de la aleación (Tsyttsaru *et al.* 2014).

El propósito del presente trabajo consiste en obtener depósitos de wolframio-cobalto sobre sustratos metálicos planos de acero al carbono, empleando baños electrolíticos con pH cercano a la neutralidad. Los depósitos obtenidos deberán ser uniformes, homogéneos y se espera que posean valores de dureza semejantes a los depósitos de cromo duro. Con este fin se estudiarán en detalle la influencia de los parámetros de operación en la calidad de los recubrimientos obtenidos a la vez que se investiga la resistencia a la corrosión.

A fin de eliminar variaciones durante el diseño experimental se utilizó el método de Taguchi. Este método utiliza un conjunto de matrices ortogonales que estipulan la forma de llevar a cabo un número mínimo de experimentos y que brindan información completa acerca de cómo los parámetros operacionales influyen en las características de los depósitos obtenidos (Song *et al.*, 2016; Balak *et al.*, 2015). Mediante la aplicación del método de Taguchi evaluaremos el efecto de cinco parámetros operacionales (temperatura, pH del baño, densidad de corriente, contenido de $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ y $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) sobre la dureza de los depósitos obtenidos. Finalmente se concluirá cuáles son las condiciones operativas óptimas para obtener depósitos de calidad similar a los recubrimientos de cromo duro.

2. Metodología Empleada

Un proceso electrolítico se basa en los cambios químicos producidos por el paso de la corriente eléctrica a través de un baño contenido en una celda electrolítica, lo cual implica: una fuente generadora de corriente continua, una cuba o reactor electrolítico, el electrolito, un ánodo y el cátodo que es el objeto a recubrir. Los pasos necesarios para realizar el recubrimiento del sustrato metálico son los siguientes:

- 1) Preparación de la superficie: consiste en la limpieza adecuada del objeto con acetona y posterior decapado electrolítico mediante el empleo de un electrolito ácido que contiene H_2SO_4 principalmente (Mantell, 1963). La temperatura de operación empleada es de 40 °C. Los objetos son extraídos del baño y lavados con agua destilada.
- 2) Una vez que la superficie se encuentra en condiciones óptimas para el recubrimiento, se coloca el objeto como cátodo en el interior de una cuba electrolítica que contiene el baño electroquímico a emplear. En nuestro caso empleamos un ánodo (constituido por acero inoxidable) y un cátodo (pieza a recubrir) de acero de bajo contenido de carbono ($\text{C} < 0,3 \%$) de dureza 26 HRB de dimensiones 20 mm x 30 mm separados por una distancia de 15 mm. Ambos electrodos se conectaron a una fuente de corriente continua PASCO SE-9721A (PASCO Instrument, Roseville, USA).
- 3) Al concluir el proceso de electrodeposición, se extrajo el sustrato metálico del baño y se introdujo en un desecador. Posteriormente se realizó la medición de dureza de los depósitos obtenidos mediante durómetro Petri F26. Las características microestructurales de las películas obtenidas fueron analizadas mediante microscopio metalográfico.

3. Diseño Experimental

En el presente trabajo, se estudió el efecto de los parámetros de proceso sobre la dureza de los depósitos de W-Co obtenidos por electrodeposición utilizando el diseño de experimentos según el enfoque de Taguchi (Balak, 2015). En los diseños experimentales la etapa más importante es la selección de los factores de control, por lo que la matriz ortogonal de Taguchi se eligió de acuerdo a cinco factores de control (temperatura, pH del baño empleado, densidad de corriente, concentración de $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ y concentración de $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) que podrían influir en la dureza de las películas delgadas obtenidas por electrodeposición. El método utiliza un índice, denominado relación señal ruido (S/N) que mide la calidad de un producto o proceso de fabricación

(Zhang et al., 2015). El diseño de parámetros busca maximizar la relación S/N optimizando los niveles de los parámetros de control asociados con el diseño del producto.

La Tabla 1 muestra los parámetros y niveles usados en este estudio.

Tabla 1. Factores de control y niveles de variables usados en este estudio: matriz de base ortogonal Taguchi L16

Número de Experiencia	Densidad de Corriente (mA/cm ²)	Concentración de CoSO ₄ ·7.H ₂ O (mol/L)	Concentración Na ₂ WO ₄ ·2H ₂ O (mol/L)	pH del electrolito	Temperatura (°C)
1	1	0,05	0,05	3	20
2	1	0,10	0,10	5	40
3	1	0,15	0,15	7	70
4	1	0,20	0,20	9	100
5	3	0,05	0,10	7	100
6	3	0,10	0,05	9	70
7	3	0,15	0,20	3	40
8	3	0,20	0,15	5	20
9	4	0,05	0,15	9	40
10	4	0,10	0,20	7	20
11	4	0,15	0,05	5	100
12	4	0,20	0,10	3	70
13	5	0,05	0,20	5	70
14	5	0,10	0,15	3	100
15	5	0,15	0,10	9	20
16	5	0,20	0,05	7	40

4. Resultados y Discusión

Los análisis estadísticos se llevaron a cabo mediante el uso del software estadístico MINITAB 17. Los resultados de los experimentos para optimizar la dureza de los recubrimientos de W-Co bajo diversas condiciones, junto con la desviación estándar se presentan en la Tabla 3. La relación señal-ruido (S/N) se ha reportado teniendo en cuenta que es deseable obtener valores altos de dureza con una baja desviación estándar. El espesor promedio de los recubrimientos es de $10 \pm 0,05 \mu\text{m}$.

Tabla 3. Valores experimentales de dureza y desviación estándar de recubrimientos de W-Co y relación S/N (Taguchi L16 matriz ortogonal).

Exp. N°	Densidad de Corriente (mA/cm ²)	CoSO ₄ ·7.H ₂ O (mol/L)	Na ₂ WO ₄ ·2H ₂ O (mol/L)	pH	Temp. (°C)	Dureza (HRb)		Desviación estándar	
						Valor HRb	Relación S/N (dB)	±HRb	Relación S/N (dB)
1	1	0,05	0,05	3	20	34,00	30,58	2,83	-30,64
2	1	0,10	0,10	5	40	37,50	31,29	6,36	-31,54
3	1	0,15	0,15	7	70	84,50	38,54	0,71	-38,54
4	1	0,20	0,20	9	100	61,50	35,76	3,54	-35,78
5	3	0,05	0,10	7	100	79,40	38,00	0,85	-38,00
6	3	0,10	0,05	9	70	71,50	37,07	3,54	-37,09
7	3	0,15	0,20	3	40	42,00	32,35	5,66	-32,50
8	3	0,20	0,15	5	20	36,50	31,18	3,54	-31,27
9	4	0,05	0,15	9	40	47,50	33,52	2,12	-33,54
10	4	0,10	0,20	7	20	29,00	29,19	2,83	-29,27
11	4	0,15	0,05	5	100	46,00	33,23	2,83	-33,26
12	4	0,20	0,10	3	70	62,00	35,84	1,41	-35,85
13	5	0,05	0,20	5	70	73,00	37,26	1,41	-37,27
14	5	0,10	0,15	3	100	50,50	34,00	4,95	-34,09
15	5	0,15	0,10	9	20	35,25	30,89	3,18	-30,96
16	5	0,20	0,05	7	40	51,50	34,23	0,71	-34,24

Los resultados para la variable respuesta (dureza) y la desviación estándar se resumen en la Tabla 4.

Podemos ver que el máximo valor corresponde a la variable A, la temperatura, de esta forma comprobamos estadísticamente que éste es el parámetro más importante que influye sobre la obtención de depósitos de W-Co de elevada dureza, mientras que el parámetro E (contenido de sales de wolframio) es el menos influyente. El efecto de los factores de control sobre la dureza de los recubrimientos obtenidos se muestra en la Figura 1. La figura indica que la mayor dureza de la película se producirá cuando se utilice una densidad de corriente de 3 mA/cm², un contenido de sales de cobalto de 0,05 mol/L, un contenido de sales de wolframio de 0,15 mol/L, un pH cercano a 7 y una temperatura de 70°C, lo cual es coincidente con otras investigaciones (Obradovic, 2006; Iwasaki, 2004).

Tabla 4. Respuesta S/N (dB) para la variable respuesta (dureza) y desviación estándar

Parámetro	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Máximo-Mínimo	
Temperatura °C (A)	30,46	32,85	37,18	35,25	6,72	
CoSO ₄ .7.H ₂ O (mol/L) (B)	34,84	32,89	33,75	34,26	1,95	
pH del electrolito	33,19	33,24	34,99	34,31	1,79	
Densidad de Corriente (mA/cm ²) (D)	34,04	34,65	32,95	34,10	1,70	
Na ₂ WO ₄ .2H ₂ O (mol/L) (C)	33,78	34,01	34,31	33,64	0,67	
Desviación estándar	A	-30,54	-32,96	-37,19	-35,28	6,65
	B	-34,86	-33,00	-33,82	-34,28	1,86
	C	-33,27	-33,33	-35,01	-34,34	1,74
	D	-34,13	-34,71	-32,98	-34,14	1,73
	E	-33,81	-34,09	-34,36	-33,71	0,65

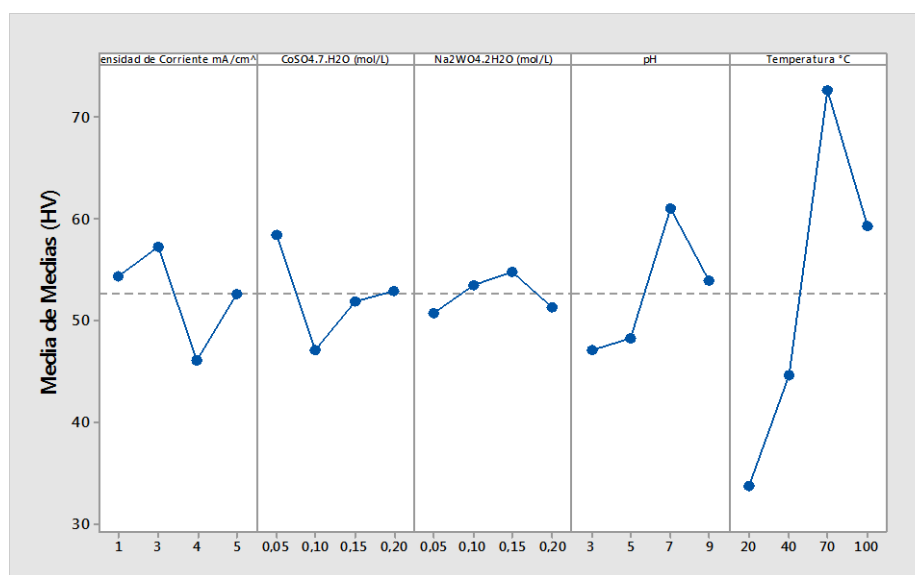


Figura 1. Efecto de los factores de control sobre la dureza de depósitos de W-Co: gráfico de medias

El análisis de los resultados sobre la base de la desviación estándar (Tabla 4) revela que la variación de los datos es muy sensible a la variación de la temperatura.

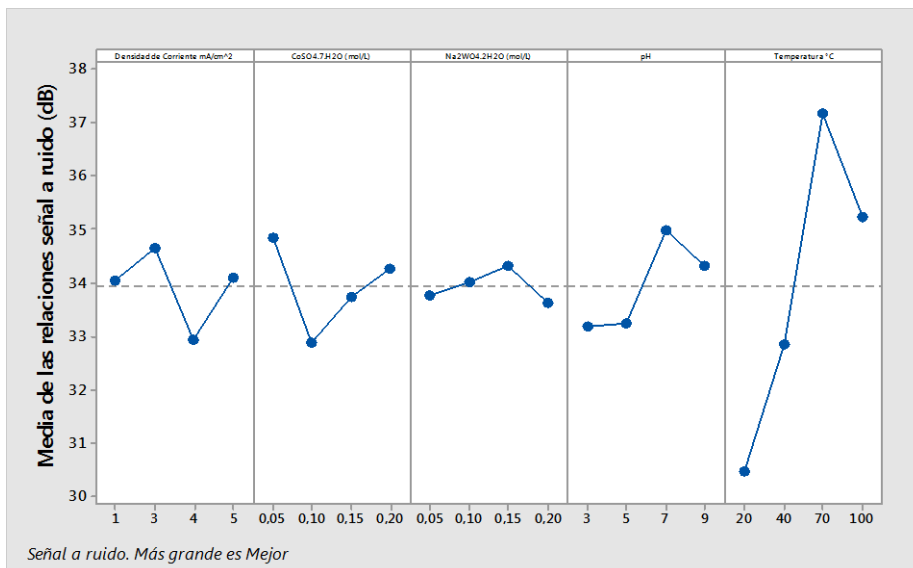


Figura 2. Efecto de los factores de control sobre la dureza de depósitos de W-Co obtenidos por electrodeposición: gráfico de las relaciones señal a ruido

En las figuras 1 y 2 se puede notar que la influencia de la temperatura y el contenido de las sales de cobalto en el electrolito son muy significativos, mientras que la concentración de las sales de wolframio es el factor que menos influye en el proceso dentro de los niveles en que se ha utilizado en los experimentos.

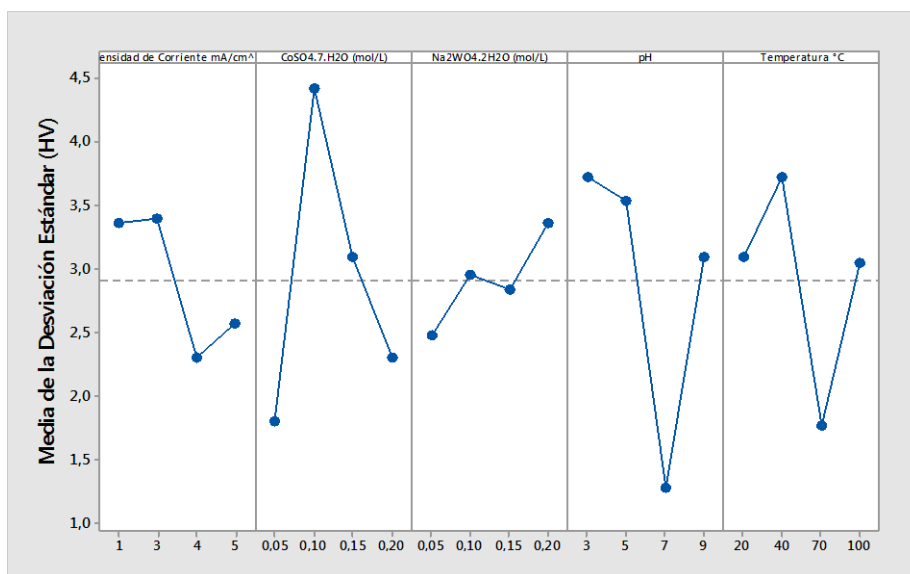
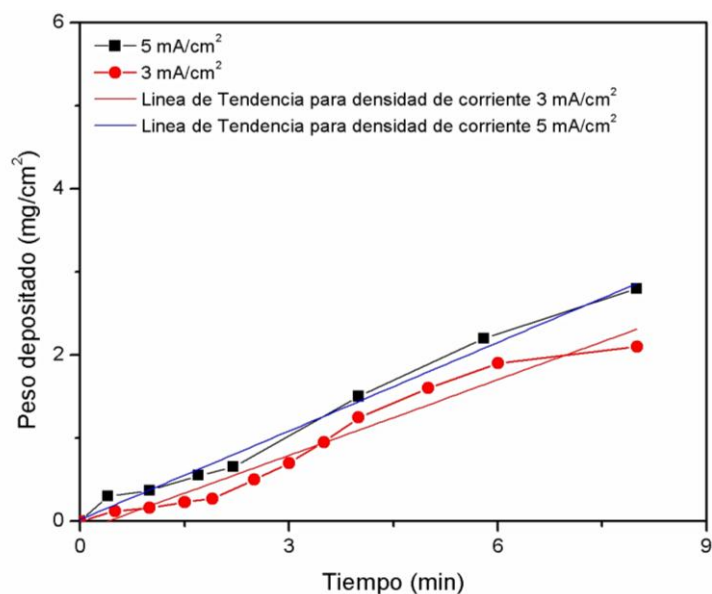


Figura 3. Gráfica de medias para desviación estándar

La gráfica de medias de la desviación estándar comparada con las gráficas de relaciones S/N y media de medias permite seleccionar la combinación de niveles de parámetros que optimizan la dureza de los recubrimientos con la menor variación. Esto ocurre cuando se obtiene la siguiente combinación de parámetros: concentración de sales de cobalto de 0,05 mol/L, densidad de corriente 5 mA/cm², concentración de sales de wolframio 0,15 a 0,20 mol/L, pH neutro y T en 70°C. Los resultados experimentales de los depósitos obtenidos al combinar las condiciones establecidas en el diseño de parámetros de Taguchi se muestran en la figura 4.

Figura 4. Peso depositado en función del tiempo en la obtención de recubrimientos de W-Co por electrodeposición cuando se ha empleado una temperatura de 70 °C; pH 7,6. La composición del baño empleado se muestra en la tabla 5.



Con el fin de conocer la significación estadística de diferentes factores en la dureza, se realizó un análisis multivariado de varianza (MANOVA), que es un procedimiento para probar la igualdad de los vectores de medios de múltiples respuestas. La Tabla 6 muestra los resultados de MANOVA. Los valores de P reportados en la última columna de la tabla corroboran que la temperatura es altamente significativa ($P < 0,1$), al igual que el pH del electrolito. La figura 5 muestra los gráficos de interacción para los factores de control. Los resultados determinan que la interacción entre la temperatura empleada en el proceso y la concentración de sales de cobalto es altamente significativa.

Tabla 5: Composición de baño electrolítico empleado en la electrodeposición de recubrimientos de W-Co correspondientes a figura 4

Sulfato de cobalto ($\text{CoSO}_4 \cdot 7 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	0,05 mol/l
Ácido Cítrico ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	0,50 mol/l
Tungstato de Sodio ($\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	0,15 mol/l
Cloruro de amonio (NH_4Cl)	0,60 mol/l
Bromuro de sodio (NaBr)	0,15 mol/l
Sacarina	0,60 g/l
Dodecilbenceno sulfonato de sodio ($\text{C}_{18}\text{H}_{29}\text{NaO}_3\text{S}$)	0,60 g/l
pH	7,6

Tabla 6: Análisis MANOVA

Fuente	GL ^a	SC Sec ^b	Sc. Ajust ^c	Mc Ajust ^d	F ^e	P ^f
Temperatura °C (A)	3	17742	17771	5923	6,93	0,022
$\text{CoSO}_4 \cdot 7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (mol/L) (B)	3	2422	2228	5923	0,87	0,5
pH del electrolito	3	3996	3383	1127	3,70	0,081
Densidad de Corriente (mA/cm^2) (D)	3	21358	15365	5122	0,86	0,495
$\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (mol/L) (C)	3	797	797	266	0,03	0,992
Error Residual	6	5130	5130	855		
Total	21	25375				

a GL: Grado de libertad.

b Sc SEC: Sumas secuenciales de los cuadrados (mide la reducción de las sumas de cuadrados residuales proporcionados por cada factor de control adicional en el modelo).

c Sc Ajust: Sumas de cuadrados ajustadas (mide la reducción de las sumas de cuadrados residuales proporcionados por cada factor de control en relación con un modelo que contiene todos los otros factores de control).

d Mc Ajust: Media ajustada de suma de cuadrados

e F: Prueba estadística F.

f P: Valor probable

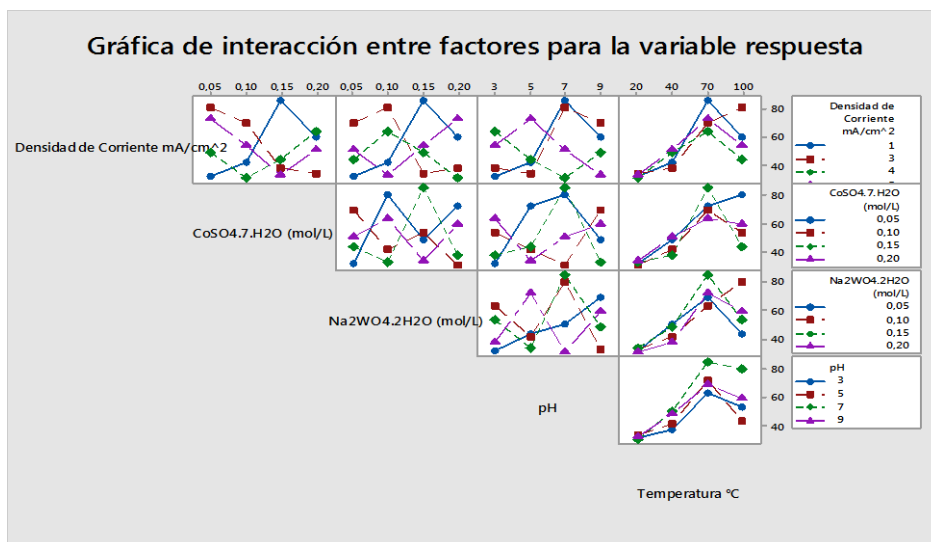


Figura 5. Gráfica de interacción entre factores de control para la electrodeposición de recubrimientos de W-Co cuando la variable respuesta es la dureza.

El aspecto de las películas de W-Co obtenidas sobre acero observadas en microscopio metalográfico puede observarse en la figura 6.

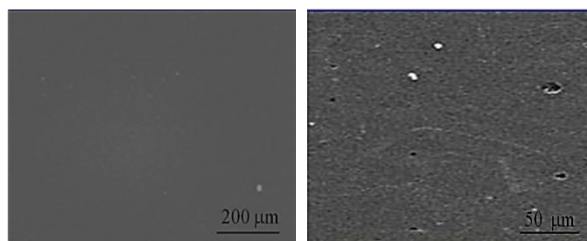


Figura 6. Micrografía de recubrimiento de aleación de Co-W obtenido por electrodeposición a una temperatura de 70 °, densidad de corriente de 5 mA/cm², pH = 7,6

A fin de poder realizar una comparación entre los valores de dureza y la resistencia a la corrosión de recubrimientos de W-Co y recubrimientos de cromo duro, se obtuvieron películas de 10 µm de espesor de cromo sobre sustratos planos de acero de bajo contenido de carbono. Se realizó la medición de dureza de dichos recubrimientos de los cuales se registró un valor promedio de 80 HRb, valor similar al obtenido en recubrimientos de W-Co. La composición del electrolito empleado en la obtención de depósitos de cromo duro sobre acero de bajo contenido de carbono se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7: Condiciones de trabajo y composición de baño electrolítico empleado en la deposición de recubrimientos de Cromo duro

Trióxido de Cromo (CrO ₃)	250 g/l
Ácido Sulfúrico (H ₂ SO ₄)	2 g/l
Temperatura	50 °C
Densidad de Corriente (A/dm ²)	40
Sacarina	0,60 g/l
Dodecibenceno sulfonato de sodio (C ₁₈ H ₂₉ NaO ₃ S)	0,60 g/l
pH	3

La figura 7 muestra micrografías obtenidas mediante microscopía metalográfica de la vista superficial del sustrato metálico empleado (Figura 7 a) y el mismo luego de haber sido recubierto con una capa de cromo duro obtenida por electrodeposición.

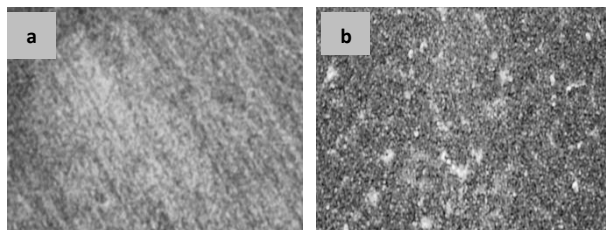


Figura 7. a) Vista superficial del sustrato metálico empleado en este trabajo obtenida por medio de microscopio metalográfico. b) Vista superficial del sustrato recubierto con una capa de cromo duro de acuerdo a las condiciones de trabajo establecidas por la tabla 7. Los resultados experimentales obtenidos al emplear las condiciones establecidas en la Tabla 7 para obtener depósitos de cromo duro (Fig. 7 b) se muestran en la figura 8. Tanto los recubrimientos de cromo duro como los de W-Co fueron sometidos a estudios de pérdida de peso de recubrimiento en HCl (ac) al 25 % p/p, observándose en ambos tipos de depósitos una alta resistencia a la corrosión al producirse en ambos productos una pérdida del 1 al 5 % de peso de recubrimiento luego de estar sometidos a la solución de ácido clorhídrico durante un período de 15 días.

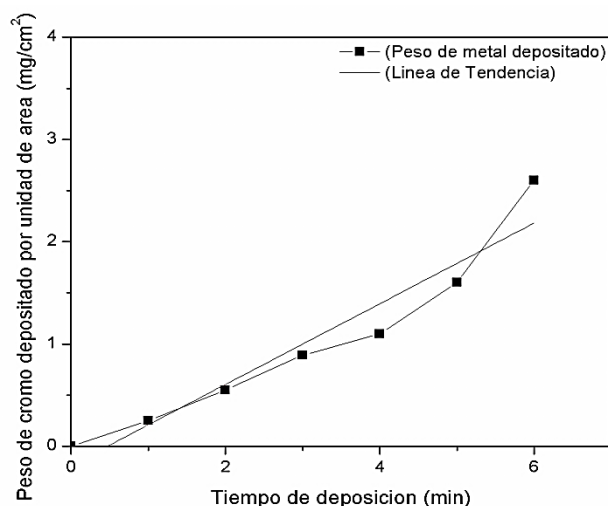


Figura 8. Peso depositado en función del tiempo en el proceso de cromado bajo condiciones expresadas en la Tabla 7.

5. Descripción del Proceso Innovador

El proceso innovador consiste en el desarrollo de un tipo de recubrimiento similar al cromo duro que sea factible de utilizar en piezas industriales y tuberías como protector frente a la corrosión. A tal fin se ha realizado la electrodeposición de aleación de W-Co desde electrolitos con pH cercano a la neutralidad (pH = 7,6) y libre de cromatos. Se ha utilizado el diseño experimental de Taguchi a fin de determinar la condición óptima para obtener recubrimientos de aleación de Wolframio-Cobalto desde baños electroquímicos amigables con el medioambiente a los que se ha agregado como agente tensioactivo dodecibenceno sulfonato de sodio.

Tabla 8. Comparación de procesos con el proceso electroquímico desarrollado

VARIABLES OPERATIVAS	Proceso electroquímico de Cromado	Proceso electroquímico innovador de obtención de películas delgadas de W-Co
Temperatura	50 °C	70 °C
Tiempo	20 min (*)	8 minutos
Reactivos químicos	Ácido crómico Ácido Sulfúrico Sulfato de Cobre Sulfato de Níquel	Sulfato de Cobalto Ácido Cítrico Tungstato de Sodio Cloruro de Amonio Bromuro de Sodio Sacarina Dodecibenceno sulfonato de sodio
Dureza HRb para películas de 10 µm de espesor	80	78
Densidad de Corriente empleada (mA/cm ²)	15 a 50 A/dm ²	5

(*) A diferencia de los recubrimientos de W-Co que pueden ser obtenidos en un solo paso, los depósitos de cromo requieren según el sustrato una electrodeposición inicial de cobre, seguida de la electrodeposición de una capa de níquel para finalmente proceder a la deposición de cromo.

6 Conclusiones

Para obtener depósitos resistentes a la corrosión, el recubrimiento clásico es el de cromo. Los recubrimientos de cromo duro se consiguen al recubrir la chapa de acero primeramente con cobre, luego con níquel y finalmente con cromo empleando como electrolito baños con presencia de cromo hexavalente. Los depósitos así obtenidos son altamente resistentes a la corrosión. No obstante los baños empleados para conseguir estos depósitos contienen cromatos, altamente perjudiciales para la salud de quienes operan con este tipo de electrolitos. Como alternativa se propone realizar el recubrimiento de objetos ferrosos con capas de aleación de Wolframio-Cobalto. Este tipo de aleación produce resultados similares a los obtenidos con cromo. El diseño experimental de Taguchi puede ser aplicado para optimizar la dureza de las películas de W-Co obtenidas por electrodeposición. Se ha determinado experimentalmente y estadísticamente que la combinación de parámetros óptimos para alcanzar películas de W-Co de alta dureza implica el empleo de temperaturas cercanas a 70°C, una concentración de 0,05 mol/L de sulfato de cobalto en el electrolito, valores de pH cercanos a la neutralidad y la presencia de agentes tensioactivos en el baño electroquímico.

Referencias Bibliográficas

- BACAL, P., INDYKA P., STOJEK Z., DONTEN M. Unusual example of induced codeposition of tungsten. Galvanic formation of Cu-W alloy. *Electrochemistry Communications* 54 (2015) 28–31.
- BALAK Z. ZAKERI, M. RAHIMIPOUR, M. SALAHI, E. Taguchi design and hardness optimization of ZrB₂-based composites reinforced with chopped carbon fiber and different additives and prepared by SPS. *Journal of Alloys and Compounds* 639 (2015) 617–625
- HOSSEINI, J., BODAGHI A. Corrosion Behavior of Electrodeposited Cobalt-Tungsten Alloy Coatings in NaCl Aqueous Solution. *Int. J. Electrochem. Sci.*, 7 (2012) 2584 – 2595
- IWASAKI H., HIGASHI K., NIEH T. Tensile deformation and microstructure of a nanocrystalline Ni-W alloy produced by electrodeposition. *Scripta Materialia* 50 (2004) 395–399
- MANTELL, E. *Electroquímica* 1963; 46:73-84.

OBRADOVIC, M, BONSNJAVOK, G., STEVANOVIC R., MAKSIMOVIC, M. Pulse and direct current plating of Ni–W alloys from ammonia–citrate electrolyte. *Surface & Coatings Technology* 200 (2006) 4201–4207.

SONG, G., XU G., QUAN Y., YUAN Q., DAVIES, P. Uniform design for the optimization of Al₂O₃ nanofilms produced by electrophoretic deposition.

TSYNTSARU, N., CESILIUS H., PELLICER E., CELIS J., SORT J. Structural, magnetic, and mechanical properties of electrodeposited cobalt–tungsten alloys: Intrinsic and extrinsic interdependencies. *Electrochimica Acta* 104 (2014) 94– 103.

ZHANG, F. WANG, Z. YANG M. Assessing the applicability of the Taguchi design method to an interrill erosion study. *Journal of Hydrology* 521 (2015) 65–73

9TC-A5-Evaluación de la Bioactividad in vitro de Recubrimientos Compuestos de Chitosan/Bioglass®/TiO₂

Silvia Clavijo (FCAI/UNCUYO)

Paola Torres (FCAI/UNCUYO)

Sofía Elena Santillán (FCM/UNCUYO)

María José Santillán (FING-FCAI/UNCUYO)

Resumen

Desde el descubrimiento de Bioglass®, una gran cantidad de materiales cerámicos han sido investigados para uso potencial en el campo de la ingeniería de tejidos. En este ámbito es bien conocida la habilidad que exhiben los materiales bioactivos para unirse al tejido óseo a través de la formación de una capa de hidroxiapatita cristalina, al ponerlos en contacto con fluidos fisiológicos simulados o reales. En el área de materiales bioactivos, los recubrimientos compuestos representan una opción muy atractiva para promover propiedades funcionales diferentes a las que presentan los materiales individualmente.

Con el propósito de obtener recubrimientos compuestos con alta bioactividad se fabricaron por deposición electroforética (EPD) recubrimientos de chitosan/Bioglass®/TiO₂. Se desarrolló una serie de experimentos para optimizar la calidad de las películas depositadas por EPD teniendo en cuenta la densidad y adherencia de los depósitos al sustrato, donde se incluyó la evaluación de parámetros tales como tiempo de deposición, voltaje aplicado, pH de la suspensión, y conductividad. Posteriormente, los depósitos obtenidos fueron sumergidos en fluido fisiológico simulado (SBF) a pH de 7.25 y una temperatura de 37°C por un periodo de 14 y 21 días. Los cambios microestructurales generados durante la reacción ocurrida en la superficie del material compuesto fueron caracterizados empleando microscopía electrónica de barrido (MEB).

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo se demostró la formación de una capa densa y homogénea de hidroxiapatita cristalina sobre la superficie de todos los depósitos compuestos obtenidos. Los resultados obtenidos indican que los materiales compuestos conformados a partir de chitosan y Bioglass® son materiales altamente potenciales para la regeneración de tejido óseo.

Palabras clave: deposición electroforética, materiales bioactivos, chitosan, vidrio bioactivo.

1 Introducción

Desde la década de 1970 hasta la actualidad, los materiales cerámicos bioactivos han sido utilizados para la regeneración o remplazo total de tejido óseo dañado. La aplicación de tales materiales, promueve la unión entre la prótesis y el tejido circundante a partir de la formación de una capa de hidroxiapatita similar a la ósea, originando una continuidad fisicoquímica, reduciendo de este modo el rechazo del tejido al material implantado (Hutmacher *et al.* 2007). Los materiales más estudiados en el área de biocerámicos incluyen diferentes tipos de vidrios bioactivos principalmente: vidrios silicatos (Yao, *et al.* 2015) fosfatos (Ahmed *et al.* 2008) y boratos (ElBatal *et al.* 2016). Los vidrios bioactivos, en particular los vidrios en base sílice como el Bioglass®, presentan una alta bioactividad y por ende son materiales potenciales para diversas aplicaciones de reemplazo óseo.

El Bioglass® (45S5) tiene la siguiente composición en peso: 45% óxido de silicio (II) SiO₂, 24.5% óxido de calcio (CaO), 24.5% óxido de sodio (Na₂O), y 6% de pentóxido fosforoso (P₂O₅) porcentaje en peso. El material Bioglass® está compuesto de minerales que se encuentran naturalmente en el cuerpo (SiO₂, Ca, Na₂O, H, and P), y las proporciones moleculares de óxidos de calcio y fósforo son similares a las encontradas en los huesos (Krishnan *et al.* 2013). Recubrimientos de chitosan/Bioglass® se han obtenido anteriormente por deposición electroforética (EPD) sobre sustratos metálicos (Pishbin *et al.* 2011).

En este trabajo se empleó la técnica de EPD para obtener recubrimientos de chitosan/Bioglass®/TiO₂ sobre sustratos de acero inoxidable. La EPD es una técnica ampliamente utilizada para el procesado de biomateriales debido a su buena relación costo-efectividad y versatilidad. En los últimos años, la EPD ha despertado interés en

el campo biomédico, debido a la posibilidad de producir novedosas micro y nanoestructuras, así como combinaciones de materiales de gran interés para aplicaciones biomédicas (Corni *et al.* 2009). La deposición electroforética (EPD) implica la deposición sobre un sustrato conductor de carga opuesta (electrodo de deposición) de partículas cargadas que se encuentran suspendidas en un medio líquido cuando se aplica un campo eléctrico (Zheng *et al.* 2014).

El módulo de Young y la resistencia a la compresión son parámetros importantes para caracterizar las propiedades mecánicas en los materiales compuestos que van a ser utilizados en sustitución ósea. El Módulo de Young, que es la pendiente de la curva tensión-deformación en la región elástica, proporciona información sobre la rigidez del compuesto. Teniendo en cuenta que la carga sobre los huesos en el cuerpo es por lo general a la compresión, es importante estudiar el límite de elasticidad. La tenacidad a la fractura da información importante acerca de la energía que se absorbe hasta la fractura. Ante esto, el objetivo de este trabajo consistió en la fabricación de recubrimientos aptos para ser utilizados en ingeniería de tejidos por lo cual se realizó la medición del módulo de Young y resistencia a la compresión de los mismos, a la vez que se investigó la biocompatibilidad de estos materiales sintéticos utilizando simulador de fluido corporal (SBF) acelular.

2. Metodología Empleada

La EPD consta de dos etapas. La primera etapa es la migración de partículas cargadas suspendidas en el medio líquido hacia el electrodo de deposición; la segunda etapa es la deposición de partículas en el electrodo de deposición formando un depósito o película compacto denso y homogéneo (Figura 1).

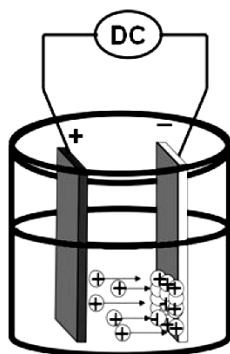


Figura 1 – Esquema de una celda de EPD. Las partículas con carga superficial positiva se depositan sobre el electrodo de deposición para formar un depósito denso y compacto.

La deposición electroforética se puede clasificar en dos tipos de acuerdo a cuál sea el electrodo de deposición (ánodo o cátodo). Cuando las partículas en suspensión tienen carga positiva, la deposición se lleva a cabo en el cátodo y el proceso se llama deposición electroforética catódica (ver Figura 1). Si las partículas en suspensión se cargan negativamente la deposición tiene lugar en el ánodo y el proceso se llama deposición electroforética anódica. Por lo tanto por modificación adecuada de la carga superficial de las partículas, se puede lograr cualquiera de los dos modos de deposición. Los pasos necesarios para realizar el recubrimiento del sustrato metálico son los siguientes:

- 1) Preparación de la superficie: consiste en la limpieza adecuada del objeto con acetona y posterior enjuague con agua destilada.
- 2) La preparación de una suspensión estable a ser utilizada en deposición electroforética implica colocar los reactivos chitosan (MW=80 kDa) con grado de deacetilación de 85% (Sigma-Aldrich), Bioglass® en polvo 45S5 y nanopartículas de dióxido de titanio (TiO₂-P25) (80% anatasa y 20% rutilo con área superficial de cerca de 50 m².g⁻¹ y tamaño medio de partícula de 21 nm, Degussa Co, Germany) en solución acuosa de ácido acético 0,01 M. Dicha suspensión se coloca en agitador magnético durante 30 minutos y luego 2 horas en ultrasonido.
- 3) Una placa de acero AISI 316L con dimensiones de 20 mm x 30 mm se elige como sustrato y se lo emplea como cátodo en el interior de una cuba que contiene la suspensión. Se utilizó un ánodo de acero inoxidable, ambos separados por una distancia de 15 mm. Los electrodos se conectaron a una fuente de corriente continua PASCO SE-9721A (PASCO Instrument, Roseville, USA). Al concluir el proceso de EPD, se extrajo el sustrato recubierto del baño y se introdujo en un desecador.

4) Las muestras se sometieron a pruebas de bioactividad *in vitro* por medio de la inmersión de las mismas durante diferentes periodos de tiempo (14 y 21 días), manteniendo constantes las condiciones fisiológicas (pH= 7.25 y 37°C). Se utilizó una solución de fluido corporal simulada (SBF). Dicha solución SBF se preparó por disolución de los siguientes reactivos en agua desionizada: NaCl, NaHCO₃, KCl, K₂HPO₄·4H₂O, MgCl₂·6H₂O, CaCl₂·2H₂O, (CH₂OH)₃CNH₂ y Na₂SO₄, de acuerdo al procedimiento descrito por Kokubo (Kokubo, 1991). El pH de la solución se ajustó a 7.25 con tris-hidroximetil-aminometano y HCl 1N y se realizó a 36.5±0.5°C. El SBF utilizado posee una concentración iónica inorgánica similar a la del plasma sanguíneo humano, ver Tabla 1.

Tabla 1. Concentración iónica del fluido fisiológico simulado (SBF) y del plasma sanguíneo humano.

	Concentración iónica (nM)							
	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	HPO ₄ ²⁻	SO ₄ ²⁻
Plasma sanguíneo humano	142	5	2.5	1.5	103	27	1	0.5
SBF	142	5	2.5	1.5	147.8	4.2	1	0,5

5) Medición de propiedades mecánicas: La resistencia a la compresión y la elongación porcentual (%) se determinaron en un texturómetro TA.XT2i – Stable Micro Systems (Inglaterra) mediante ensayos según la norma ASTM D638-01 (2001). Para los ensayos se utilizaron probetas circulares de 6 cm de longitud y diferentes espesores producidas por EPD. Las curvas de fuerza (N) en función de la deformación (mm) fueron registradas por el software Texture Expert Exceed.

6) Caracterización de recubrimientos: Se utilizó Microscopía Electrónica de Barrido MEB (JEOL JSM-7000F) para caracterizar la uniformidad de la microestructura de recubrimientos, porosidad residual, así como para evaluar la presencia de bioactividad en los recubrimientos.

3. Resultados y Discusión

3.1 Deposición Electroforética (EPD)

Debido a que el quitosán es un polication, se estimó que el proceso electroforético catódico se podía emplear para preparar películas de quitosán. El quitosán no se disuelve adecuadamente en agua pura y precipita cuando se emplean valores altos de pH (Pishbin, *et al.* 2011), por lo que se utilizó una solución acuosa de ácido acético 0,01 M para obtener una suspensión con 0,16 g/l de quitosán, 20 g/l de Bioglass® y 15 g/l de TiO₂. Trabajando a temperatura ambiente, se aplicó un voltaje continuo de 2 V y se observó la formación de un depósito sobre el cátodo durante el proceso de EPD.

Se desarrollaron varias series de experimentos a fin de optimizar los parámetros de EPD. Una de ellas involucró el proceso de deposición a concentración de sólidos constante variando el voltaje entre 0 y 3 V (Figura 2).

En la Figura 3 podemos observar el peso depositado por unidad de área de recubrimiento cuando se han seleccionado dos suspensiones de composición diferente y se han realizado deposiciones a diferentes tiempos de control.

En la Figura 4 es posible observar las características microestructurales por medio de microscopía SEM de los depósitos chit-BG-TiO₂ sobre sustratos metálicos planos obtenidos por deposición electroforética (EPD) operando a temperatura ambiente.

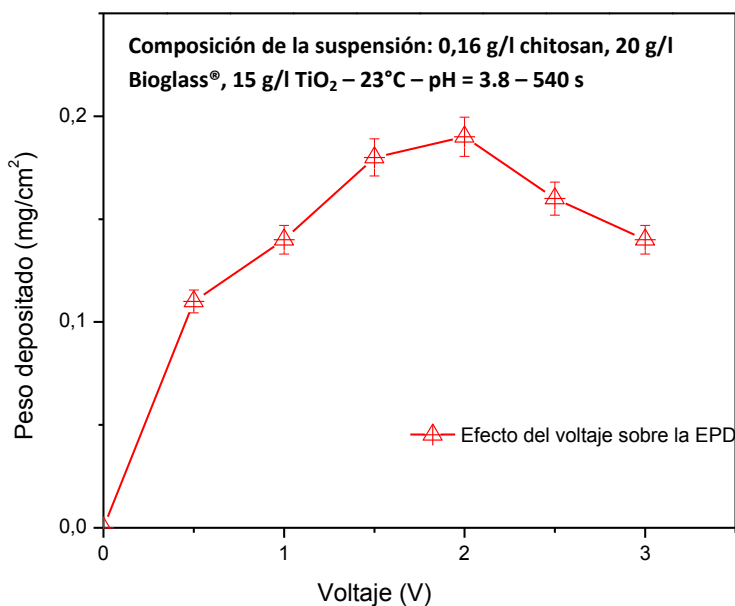


Figura 2. Efecto del voltaje sobre el peso de recubrimiento de Chit-BG-TiO₂ depositado por EPD

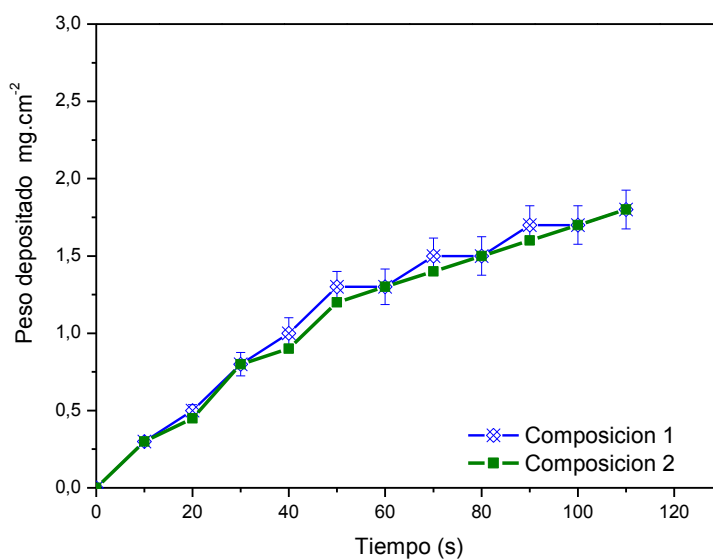


Figura 3. Peso depositado vs. tiempo para suspensiones de Chit-BG-TiO₂: 2 V

A bajas magnificaciones (Fig. 4 a y b) las partículas de vidrio bioactivo y nanopartículas de TiO₂ están incrustados en la matriz de chitosan pero su distribución no es uniforme. Se pueden observar, aglomeraciones de partículas que pueden ser atribuidas posiblemente a Bioglass®. La figura 5 muestra el espectro EDS correspondiente a la muestra observada en la Figura 4.

Los picos corresponden a C, Si, Na, O, Ca y Ti (C: 68%; Si: 2%; O: 19%; Ca:9%). El espectro de EDS obtenido de la muestra es consistente con los elementos presentes en los recubrimientos compuestos de Ch-BG-Ti.

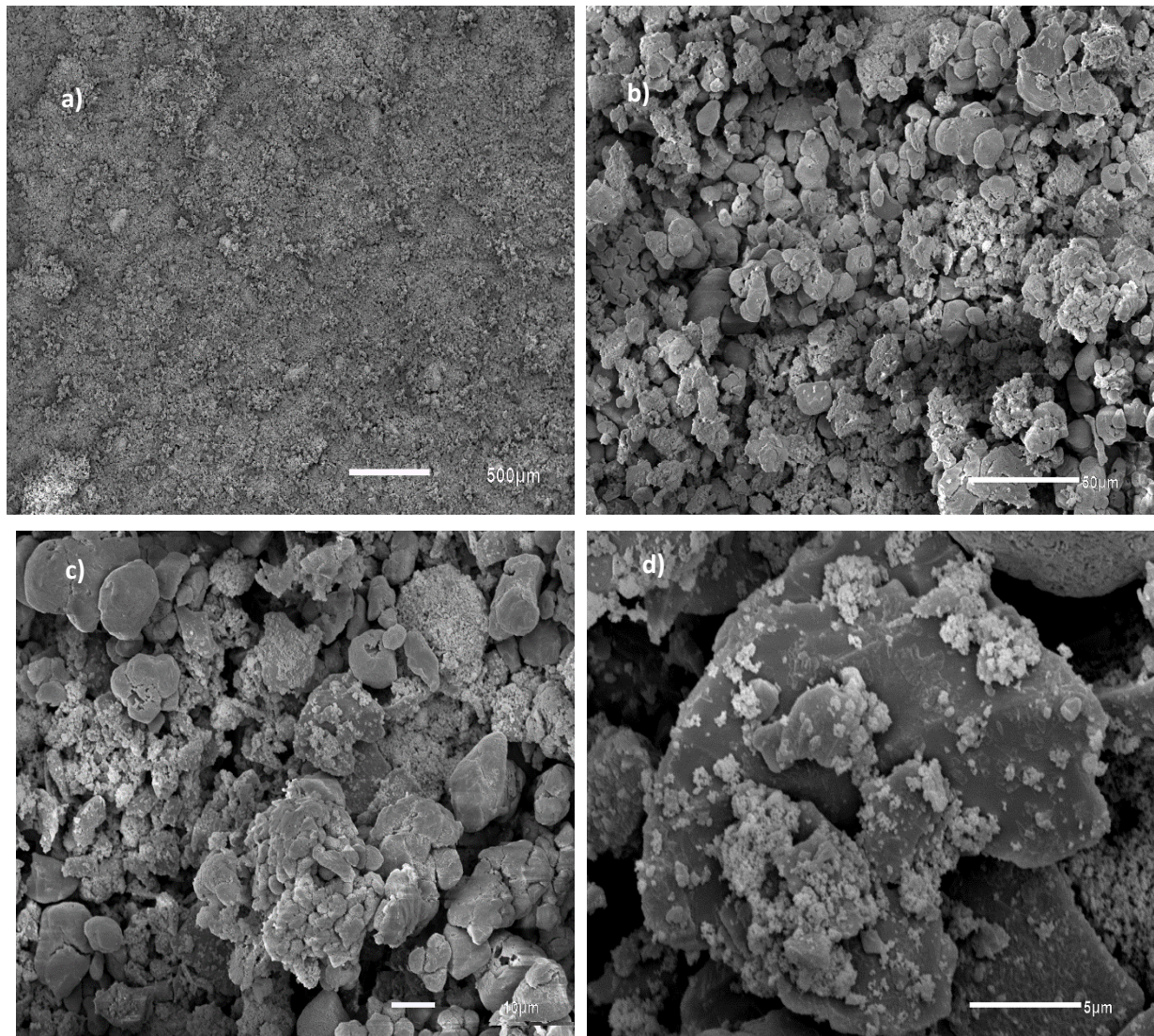


Figura 4. Morfología superficial de recubrimientos de Chit-BG-TiO₂ obtenidos por EPD a 2 V DC (Composición 1 fig. 3)

3.2 Propiedades mecánicas

3.2.1 Medición de la resistencia a la compresión y Módulo de Young

El Módulo de Young y la resistencia a la compresión del hueso humano están en el rango de 1-20 GPa y 1-200 MPa (Hench, 1998), respectivamente. Con el aumento de la densidad ósea tanto el Módulo de Young como la resistencia a la compresión aumentan significativamente. Dado que el objetivo de realizar recubrimientos bioactivos de chit-BG-TiO₂ sobre sustratos metálicos se centra en estudiar su posible aplicación como material para ingeniería de tejidos, el estudio de la resistencia a la compresión y módulo de Young permite establecer si el material tendrá un comportamiento similar al hueso.

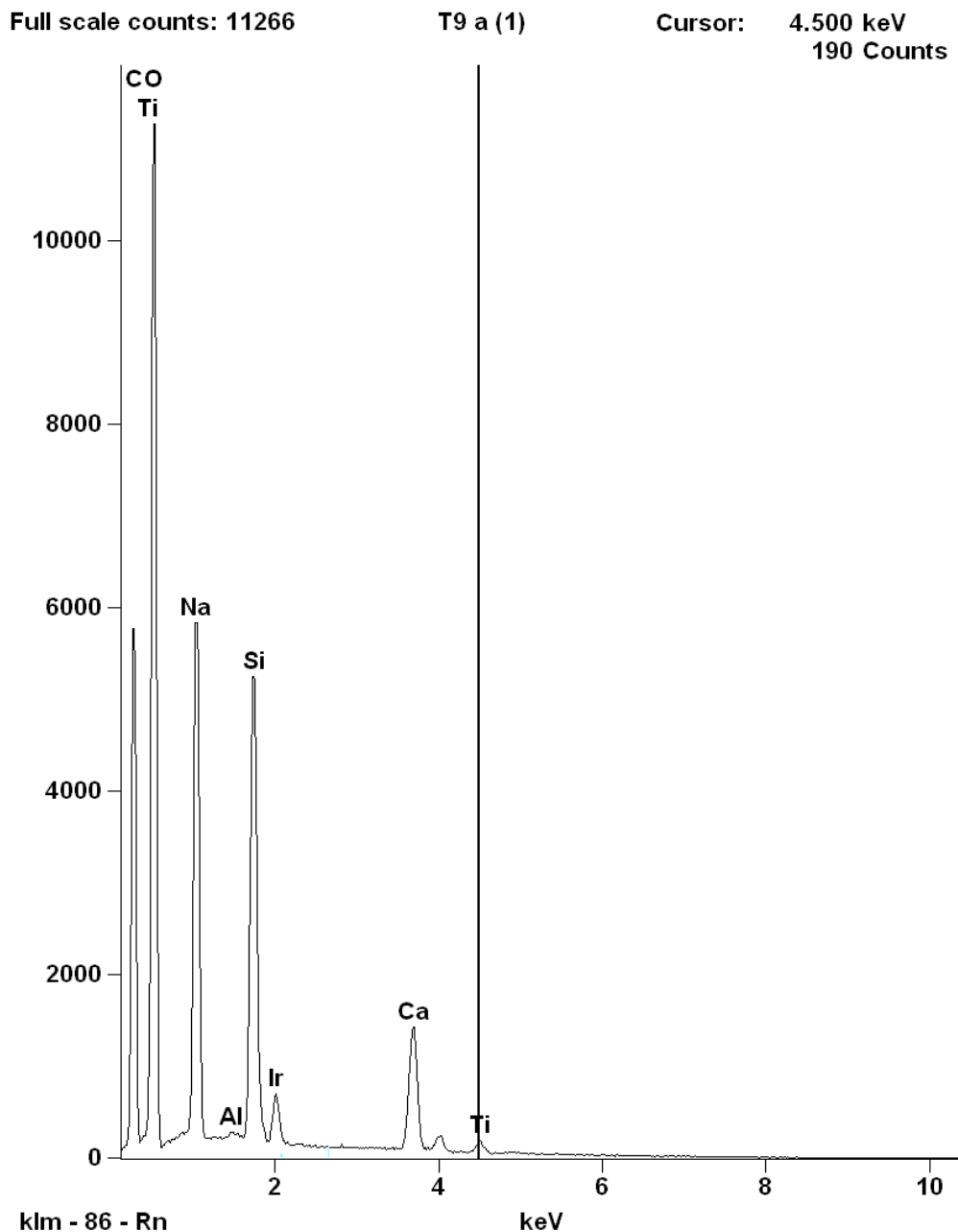


Figura 5. Espectro EDS correspondiente al recubrimiento observado en la figura 4.

La resistencia a la compresión del recubrimiento de la figura 4 es de 16 MPa. Dicho recubrimiento sin Titania presenta una resistencia a la compresión de 12 MPa. El valor del módulo de Young para la película de chit-BG-TiO₂ es de 62,63 MPa mientras que es 41,63 MPa cuando el composite no tiene Titania. En este caso. Como podemos apreciar, el valor de las propiedades mecánicas de los recubrimientos es inferior al del hueso, por lo cual este material debe ser sinterizado si se desea utilizarlo como reemplazo de estructuras óseas.

3.3 Evaluación de la bioactividad

T. Kokubo propuso que para que un material artificial pueda crear un enlace directo con el hueso, luego de ser implantado en el cuerpo humano, era necesaria la formación de una capa de apatita similar a la del hueso en su superficie, Esta formación puede ser reproducida en un fluido corporal simulado (SBF – simulated body fluid) que contiene concentraciones de iones similares a las del plasma sanguíneo humano (ver Tabla 1), por lo que la bioactividad de un material puede ser predecida por medio de la formación de apatita en su superficie cuando se lo sumerge en SBF. Por otro lado, también existen resultados cuantitativos (Takadama 2006) que muestran que

el grado de formación de apatita de los materiales inmersos en SBF predice el grado de formación que puede inducir in vivo.

Se evaluó la bioactividad de los recubrimientos compuestos de chit-BG-TiO₂ sobre acero 316L, utilizando el SBF como medio de inmersión, el cual fue renovado semanalmente; ya que en el cuerpo, existe una renovación continua del fluido fisiológico. Según L.M. Grover y colaboradores, la renovación del medio incrementa la formación de la capa de hidroxiapatita. Imágenes SEM de las películas de chit-BG-TiO₂ luego de 14 días de inmersión se muestran en las figura 6 y 7. Una notable precipitación homogénea de hidroxiapatita (partículas de forma esférica pequeñas) se puede observar que se ha formado sobre la superficie del recubrimiento.

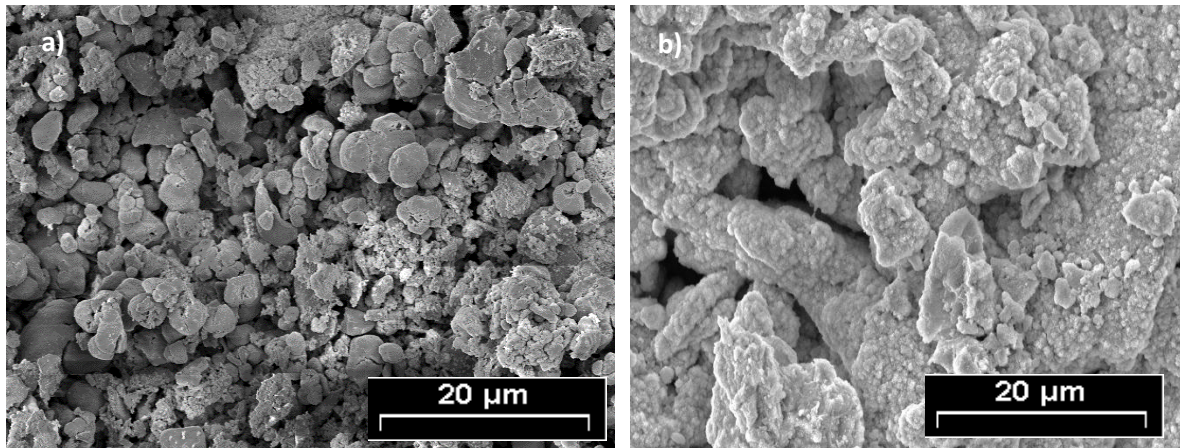


Figura 6. Micrografía SEM a baja magnificación de recubrimientos de chit-BG-TiO₂ a) Antes de su inmersión en SBF y b) después de haber permanecido 14 días en baño de SBF.

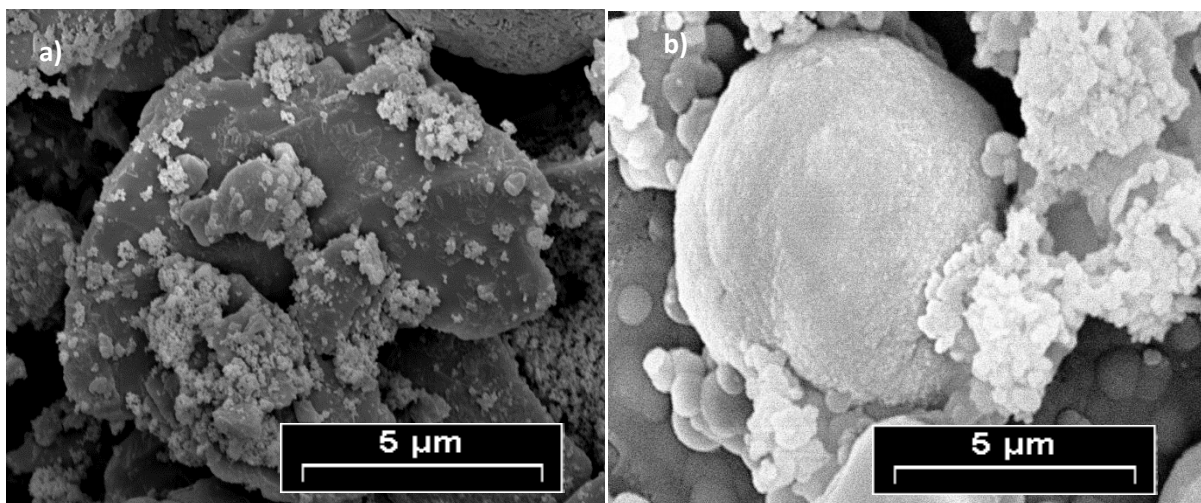


Figura 7. Micrografía SEM en alta magnificación de recubrimientos de chit-BG-TiO₂ a) Antes de su inmersión en SBF y b) después de 14 días en SBF.

4 Conclusiones

Este trabajo ha demostrado que se pueden producir recubrimientos uniformes de quitosán/Bioglass®/TiO₂ sobre acero inoxidable 316L utilizando deposición electroforética (EPD) como técnica de fabricación. Las mejores condiciones de deposición fueron obtenidas usando suspensiones con 20 g/l de Bioglass®, 15 g/l de TiO₂, 1,6 g/l de quitosán en un solvente compuesto por ácido acético 0,01 M aplicando 2 V cuando se emplea un tiempo de deposición de 540 segundos, y el pH de la suspensión se ha ajustado a 3,8 trabajando a 25° C. La morfología y densidad superficial de los recubrimientos de quitosán/Bioglass®/TiO₂ sobre acero demostraron ser reproducibles, y de esta forma la EPD, puede ser considerada una alternativa de bajo costo para producir películas compuestas sobre sustratos metálicos que pueden ser empleados en aplicaciones en ingeniería de tejidos. Se comprobó que adicionar nanopartículas de TiO₂ a los recubrimientos de quitosán/Bioglass® mejora las propiedades mecánicas de éstos. Sin embargo, los depósitos obtenidos deben ser sinterizados a fin de alcanzar propiedades mecánicas comparables a las del hueso cortical humano. A fin de estudiar si las películas compuestas obtenidas son bioactivas las muestras se limpiaron con agua destilada y se sumergieron en SBF por períodos de tiempo de 14 a 21 días. Al cabo de los primeros 14 días se observó el crecimiento de partículas semiesféricas sobre los depósitos que presumiblemente son de hidroxiapatita (HA).

Referencias Bibliográficas

- AHMED, I., PARSONS, A. J., RUDD C. D., NAZHAT S. N., KNOWLES J. C. 2008. "Comparison of phosphate-based glasses in the range 50P2O5-(50-x) CaO-xNa2O prepared using different precursors" *Eur. J. Glass Sci. Technol. A*, 49 (2), 63-72
- CORNI I., NEUMANN, N., NOVAK S., VERONESI P., CHEN Q., RYAN M., BOCCACCINI A.R. 2009. "Electrophoretic deposition of PEEK-nano alumina composite coatings on stainless steel" *Surface & Coatings Technology* 203, 1349-1359
- DAIXIONG ZHANG, XUEMING LI, XIAOGANG GUO, CHUAN LAI. 2014. "Fabrication of cobalt oxide (Co₃O₄) coating by electrophoretic deposition" *Materials Letters* 126: 211-213
- FATMA H. ELBATAL, MONA A. OUIS, HATEM A. ELBATAL A. 2016. "Comparative studies on the bioactivity of some borate glasses and glass-ceramics from the two systems: Na₂O-CaO-B₂O₃ and NaF-CaF₂-B₂O₃" *Ceramics International*, Volume 42, Issue 7, 8247-8256
- GROVER L. M., KNOWLES J. C., FLEMING J. C. BARRALET J.E. 2003. "In vitro ageing of brushite calcium phosphate cement". *Biomaterials* 24: 4133-4141.
 - HENCH, LL., "Bioceramics". *Journal of American Ceramics Society* 81: 1705-1728.
- HUTMACHER, J.T., SCHANTZ CH., LAM X., TAN T., LIM CH. 2007. "State of the art and future directions of scaffold-based bone engineering from biomaterials perspective", *J. Tissue Eng. Regen. M.*, 1, 245-260.
- PISHBIN F., SIMCHI A., RYAN M. P., BOCCACCINI A. R. (2011). "Electrophoretic deposition of chitosan/45S5 bioglass® composite coatings for orthopaedic applications". *Surf. Coat. Technol.* 205, 5260-5268.
- KOKUBO T. 1991. "Bioactive glass ceramics. Properties and applications". *Biomaterials* 12: 155-163
- KRISHNAN V., LAKSHMI T. 2013. "Bioglass: A novel biocompatible innovation". *J Adv Pharm Technol Res.* Apr-Jun; 4(2): 78-83.
- QINGQING YAO, WEI LI, SHANSHAN YU, LIWEI MA, DAYONG JIN, ALDO R. BOCCACCINI, YONG LIU. 2015. "Multifunctional chitosan/polyvinyl pyrrolidone/45S5 Bioglass® scaffolds for MC3T3-E1 cell stimulation and drug release" *Materials Science and Engineering: C*, Volume 56, Pages 473-480

TAKADAMA H., KOKUBO, T. “How useful is SBF in predicting in vivo bone bioactivity”. *Biomaterials* 27: 2907-2915.

ZHENG, YANYAN, CHENGDONG XIONG, LIFANG ZHANG. 2014. “Formation of bone-like apatite on plasma-carboxylated poly(etheretherketone) surface”. *Materials Letters* 126: 147–150

10TC-A5-Estudio de la Gestión del Proceso de Desarrollo de Productos en Empresas Lácteas

Melisa De Greef (Dpto. Ing. Industrial /UNL)

Leticia Arcusin (Dpto. Ing. Industrial /UNL)

Germán Rossetti (Dpto. Ing. Industrial /UNL)

Resumen

El desarrollo y lanzamiento de nuevos productos es considerado un procedimiento cada vez más importante para la competitividad de las empresas. En el caso de las industrias productoras de alimentos, este proceso toma especial relevancia, debido principalmente al aumento de productos ofrecidos en el mercado. Por lo tanto, es indispensable que las empresas del sector posean una estructuración de la Gestión del Proceso de Desarrollo de Productos, lo que incluye la incorporación de herramientas, conceptos y mejores prácticas, que les permita aumentar su eficacia en orden de garantizar su permanencia en el mercado.

El presente trabajo presenta un análisis de la Gestión del PDP en empresas lácteas radicadas en la provincia de Santa Fe (Argentina). Entre las principales conclusiones del trabajo se evidencia que: (i) disponen de un modelo de Gestión de PDP definido, (ii) registran, con diferentes grados de formalidad, las tareas relacionadas con el PDP y (iii) los conocimientos del PDP se encuentran internalizados para su aplicación sistemática.

Palabras clave: *Gestión, Proceso de Desarrollo de Productos, Industria Láctea.*

1 Introducción

El proceso de desarrollo de productos (en adelante, PDP) es la tarea sistemática que tiene como propósito generar nuevos productos, ya sea introduciendo modificaciones en un producto existente o generando otro completamente nuevo y original (Lerma Kirchner, 2010).

En el caso de las industrias productoras de alimentos, el PDP reviste una importancia crucial, debido a que el escenario donde se desarrollan las empresas del sector se caracteriza por altos niveles de competitividad y una evolución en diversas perspectivas: seguridad alimentaria, sustentabilidad, embalaje, entre otras (Abu et al., 2012). Gestionar adecuadamente el proceso implica que las empresas apliquen métodos y herramientas específicas, lo que les permite aumentar su eficacia y también sus beneficios.

El **objetivo** del presente trabajo es analizar la Gestión del Proceso de Desarrollo de Productos en empresas lácteas de la Provincia de Santa Fe. Para ello, se describen las prácticas habituales de las empresas analizadas y se procede a compararlas con las actividades propuestas por el Modelo de Referencia para la industria de alimentos desarrollado por Penso (2003).

La investigación se enmarca en un Proyecto orientado a proponer un Modelo de Gestión del PDP para empresas lácteas de la Provincia de Santa Fe. El trabajo presenta los resultados preliminares correspondientes a tres empresas de la Región 3 Nodo Santa Fe (San Justo, Garay, La Capital, Las Colonias, Sur de San Javier y San Jerónimo -parcialmente-), según regionalización definida por el Estado Provincial a partir del año 2008 (Secretaría de Regiones, Municipios y Comunas, Pcia. de Santa Fe, 2008).

2 Metodología

La presente investigación es de carácter exploratorio-descriptivo, y tiene como fin principal realizar un análisis de las prácticas habituales relacionadas con la Gestión del Proceso de Desarrollo de Productos en empresas lácteas radicadas en la región definida.

Con el objeto de conocer con profundidad la forma en que las empresas efectúan la Gestión del PDP (actividades, informaciones, recursos y organización), se realiza un relevamiento a través de entrevistas semi-

estructuradas y observación in situ en tres empresas, denominadas en adelante empresas A, B y C. El cuestionario aplicado se encuentra dividido en dos ejes: (i) información general de la empresa (tamaño, estructura, tipo de producto que fabrican, mercado al que abastecen) y (ii) información sobre las actividades relacionadas con la Gestión del PDP (agrupada en función de las macrofases del Modelo de Referencia: Pre-Desarrollo, Desarrollo y Post-Desarrollo). Las entrevistas fueron realizadas a personal vinculado al desarrollo de productos o a la gerencia de la empresa.

3 Marco teórico

El desarrollo de productos es un proceso complejo, mediante el cual una organización transforma oportunidades de mercado y las posibilidades técnicas en informaciones para la fabricación de un producto comercial (Clark y Fugimoto, 1991). Por lo tanto, la actividad de desarrollo de productos requiere de investigación, planificación, control y uso de métodos sistemáticos. El PDP involucra todas las áreas de la organización y genera una variada cantidad de información. Está compuesto por etapas interdependientes que abarcan desde la identificación de las necesidades de los consumidores hasta el lanzamiento y seguimiento del producto en el mercado. (Rozenfeld et al., 2006). Cabe aclarar, siguiendo a Penso (2003), que se entiende por desarrollo de productos tanto a la elaboración de nuevos productos como a la modificación o relanzamiento de productos existentes.

En la literatura existen diferentes propuestas de sistematización de las actividades de desarrollo de productos en modelos de PDP, dependiendo del área de conocimiento de la cual provienen los autores que tratan el tema. Sin embargo, en muchos casos las diferencias entre esas propuestas son más terminológicas que conceptuales (Alebrant Mendes et al., 2009).

Rozenfeld et al. (2006) presenta la contribución más completa del PDP, separando el proceso en tres macrofases: pre-desarrollo, desarrollo y post-desarrollo. Los autores proporcionan un modelo referencial que resulta adaptable a diversos sectores empresariales y situaciones particulares.

En relación al sector alimenticio, algunos modelos de desarrollo que se destacan son: Graf et al. (1991), Fuller (1994), Galizzi et al. (1996), Earle (1997) y finalmente el modelo de Penso (2003). Estos autores establecen secuencias de fases estructuradas que facilitan la comprensión y la realización del desarrollo de productos en la industria de alimentos.

El modelo de referencia desarrollado por Penso (2003), que se basa en la metodología propuesta por Rozenfeld, busca realizar mejoras en relación a los modelos hasta entonces publicados, para poder adaptarlos al sector de alimentos. La autora realizó la sistematización del PDP, proporcionando un enfoque a las particularidades del desarrollo de productos alimenticios, facilitando la integración entre los miembros del equipo de proyectos. Se encuentra estructurado en tres macrofases: pre-desarrollo, desarrollo y post-desarrollo. Las macrofases y fases propuestas por Penso (2003) resultan similares a las de Rozenfeld, diferenciándose de éste por adicionar al modelo algunas actividades específicas del área de alimentos en la macrofase de desarrollo, las cuales se resumen en: (i) diseño conceptual: definición de la formulación del producto, procesos de fabricación, embalajes, parámetros a ser respetados y plazos de validación; (ii) diseño detallado: elaboración del diseño de producto y embalaje, mayor especificación del proceso productivo, del embalaje, de stock y distribución, realización de la revisión del manual BFM (Buenas Prácticas de Manufactura), capacitación del personal y elaboración de los manuales de calidad, como APPCC (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control); (iii) preparación de la producción: producción del lote piloto y realización de análisis físico-químicos, microbiológicos, sensoriales y test de estabilidad del producto. Además, el modelo resalta la importancia de los puntos de control (Gates), como sistemas de decisiones que permiten que los proyectos de productos sean evaluados durante el proceso sobre diferentes aspectos (viabilidad financiera, económica y técnica, análisis de riesgos, entre otros). La Figura 1 presenta el Modelo Referencial propuesto por Penso (2003).

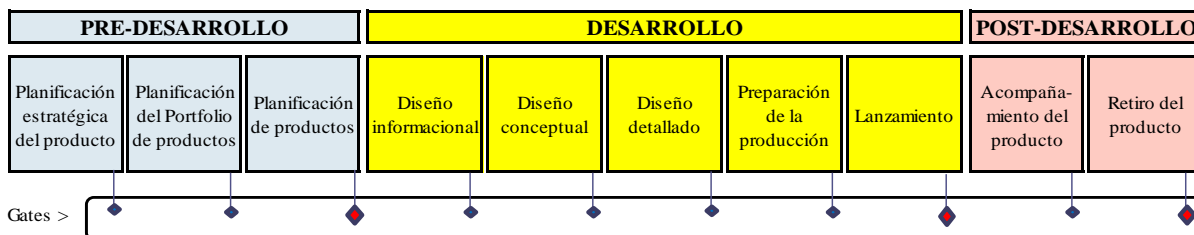


Figura 6. Modelo de Referencia para la Gestión del Proceso de Desarrollo de Productos. Fuente: Penso (2003).

4 Resultados y discusión

4.1 Caracterización de las empresas

Las empresas analizadas están localizadas en la Región 3 Nodo Santa Fe (San Justo, Garay, La Capital, Las Colonias, Sur de San Javier y San Jerónimo -parcialmente-), según regionalización definida por el Estado Provincial a partir del año 2008.

En relación al tamaño de las organizaciones, la Secretaría de Emprendedores y de la Pequeña y Mediana Empresa de la República Argentina, mediante la Resolución 11/2016, establece la clasificación de Micro, Pequeña y Mediana, y Gran empresa, en función a las ventas totales anuales expresadas en pesos. Las empresas bajo estudio se clasifican entonces como Grandes Empresas (ventas totales anuales mayores a \$540.000.000).

Las tres organizaciones ofrecen diferentes líneas de productos, que pueden agruparse en Leches (Tradicionales, Fortificadas, UAT -Ultra Alta Temperatura-), Quesos (Duros, Semiduros, Blandos, Especiales, Bajas calorías, Untables), Dulce de leche (Tradicional, Repostero, Light), Yogures (Tradicionales, Saborizados, Bajas calorías), Leche en polvo, entre otros (Ricota, Crema de leche, Manteca, Arroz con leche). La empresa A cuenta con 207 productos, la empresa B con 59 y la empresa C con 160, que se ofrecen en diferentes presentaciones.

Las actividades de comercialización de las tres empresas cubren el territorio nacional y numerosos países de los cinco continentes.

4.2 Caracterización del PDP de las empresas estudiadas

Las empresas entrevistadas, en concordancia con los autores citados, conciben como desarrollo de productos tanto al lanzamiento de nuevos productos como al relanzamiento o modificación de productos existentes; y manifiestan contar con mecanismos estructurados para la gestión del PDP.

La empresa A cuenta con un Departamento de Desarrollo, que tiene la misma jerarquía que los Departamentos “Marketing”, “Compras” y “Producción y Procesos”. La gestión del PDP se encuentra sistematizada; no obstante se reconoce que es un proceso dinámico, ya que contiene re-ciclos según se validen o no ciertos aspectos.

En la empresa B la función de desarrollo está contenida en el Departamento de I+D, que depende del Departamento de Calidad. La gestión del PDP se estructura en una serie de actividades secuenciadas, donde las distintas etapas y las áreas involucradas dependen del tipo de producto a desarrollar, segmento al cual pertenece, magnitud del proyecto, estrategias comerciales, mercados a los cuales va dirigido, entre otros aspectos.

En la empresa C la gestión del PDP se encuentra completamente sistematizada, y posee un amplio grado de detalle en cuanto a actividades, responsabilidades y documentación involucrada, lo que evidencia que el proceso se encuentra instalado en la organización.

En la Tabla 1 se realiza una comparación entre el Modelo de Penso (2003) y las prácticas del PDP llevadas a cabo por cada una de las empresas analizadas.

Tabla 7. Comparación entre el Modelo de Penso (2003) y las empresas analizadas.

		Modelo de Penso	Empresas		
Macro fases	Fases	Actividades	A	B	C
Pre-Desarrollo	Planificación Estratégica del PDP	Recabar información para la alineación estratégica	✓	✓	✓
		Alineación estratégica	✓	✓	✓
		Elaborar el plan de Planificación Estratégica del PDP			✓
		Definir criterios de evaluación del PDP			✓
		Registrar lecciones aprendidas			✓
	Planificación del Porfolio de Productos	Actualizar el Portfolio de Productos		✓	✓
		Planificar proyectos del Portfolio de Productos			✓
		Registrar lecciones aprendidas			✓
	Planificación	Definir directrices para la planificación del Producto			✓

	de Productos	Identificar las oportunidades	✓	✓	✓
		Seleccionar oportunidad del nuevo producto	✓	✓	✓
		Recabar información para especificación de oportunidad	✓	✓	✓
		Elaborar la especificación de la oportunidad			✓
		Elaborar Plan de Diseño del producto	✓	✓	✓
		Registrar lecciones aprendidas			✓
Desarrollo	Diseño Informacional	Elaborar Plan de Diseño Informacional			✓
		Recabar informaciones para el Diseño del producto	✓	✓	✓
		Detallar ciclo de vida del producto			✓
		Despliegue de la Función de Calidad	✓	✓	✓
		Recabar información para especificación del Diseño			✓
		Registrar lecciones aprendidas			✓
	Diseño Conceptual	Elaborar Plan de Diseño Conceptual			✓
		Generar ideas para la estructura básica del producto	✓	✓	✓
		Desarrollar alternativas de concepción del producto			✓
		Evaluar alternativas de concepción del producto	✓	✓	✓
		Realizar análisis de costos de producción del producto	✓	✓	✓
		Seleccionar y elaborar el informe del prototipo			✓
		Seleccionar proveedores	✓	✓	✓
		Registrar lecciones aprendidas			✓
	Diseño Detallado	Elaborar Plan de Diseño Detallado			✓
		Detallar el producto	✓	✓	✓
		Diseñar embalaje	✓	✓	✓
		Elaborar el plan de Calidad para proveedores	✓		✓
		Diseñar el proceso de fabricación/embalaje/almacenamiento/distribución	✓	✓	✓
		Planificar la producción del lote piloto	✓		✓
		Elaborar plan de retiro del producto			
Elaborar proyecto detallado de producto y de proceso				✓	
Registrar lecciones aprendidas				✓	

Tabla 8. Comparación entre el Modelo de Penso (2003) y las empresas analizadas (continuación).

		Modelo de Penso	Empresas		
Macro fases	Fases	Actividades	A	B	C
Desarrollo	Preparación de la producción	Producir lote piloto	✓	✓	✓
		Analizar muestra del lote piloto	✓	✓	✓
		Homologar producto y proceso	✓		✓
		Registrar producto y proceso			✓
		Comenzar la producción	✓	✓	✓
		Registrar clientes (puntos de ventas) del producto			✓
		Registrar lecciones aprendidas	✓		✓
	Lanzamiento	Detallar procedimientos de Servicios de Atención al Consumidor			
		Preparar material publicitario			
		Implementar estrategias de lanzamiento del producto	✓	✓	✓

		Registrar lecciones aprendidas			✓
Post-Desarrollo	Acompañamiento del producto	Realizar auditoría post-proyecto	✓		✓
		Evaluar satisfacción de los clientes	✓	✓	
		Monitorear el desempeño del producto	✓		✓
		Planificar modificaciones para mejoras	✓		
		Registrar lecciones aprendidas			
	Retiro del producto	Implementar plan de retiro del producto del mercado			
		Evaluar resultado económico-financiero	✓		✓
		Registrar lecciones aprendidas			

Fuente: Elaboración propia

Macrofase Pre-Desarrollo:

En relación a las fases que componen esta macrofase, se evidencia que sólo la empresa C realiza todas las actividades propuestas por el Modelo; mientras que A y B se focalizan en vincular sus estrategias genéricas con las oportunidades detectadas para el desarrollo de productos.

Las tres empresas analizadas reconocen la importancia de alinear la planificación del PDP con la planificación estratégica de la empresa. Por ello, la mayoría de las veces, los lanzamientos o re-lanzamientos de productos se corresponden con decisiones estratégicas relacionadas, por ejemplo, a posicionar productos, ampliar mercados, proteger posiciones de liderazgo, entre otras. Cabe mencionar que, con mayor frecuencia, el PDP se dirige a la mejora de productos existentes y no a la generación de nuevos productos, dado que los entrevistados caracterizan a la industria láctea argentina como un sector maduro y tradicional.

Las ideas de nuevos productos surgen de diversas fuentes, que en general son comunes a las tres empresas: investigaciones de mercado, integrantes de la empresa (personal de producción y mandos medios), distribuidores y puntos de ventas, competencia y análisis de la cartera de productos de la empresa. Cabe destacar que A y B contratan el servicio de Investigación de Mercado a Consultoras especializadas, mientras que C realiza internamente esta actividad, dado que considera primordial tratar la información que surge de este tipo de estudios en forma confidencial.

En esta macrofase, resultan fundamentales los procesos de toma de decisiones, y en este sentido, todas las empresas tienen mecanismos estructurados de comunicación de la información y de instancias de aprobación (hitos o “gates”).

Los potenciales desarrollos son guiados, en A y C, por el Departamento de Marketing, y en B por el Departamento I+D, que son los encargados de monitorear el avance de PDP, conformando equipos de trabajo y designando su líder de acuerdo a las características de cada proyecto, facilitando información pertinente, coordinando reuniones periódicas y efectuando un adecuado seguimiento. Los datos evaluados, en general se centran en los costos de fabricación y las necesidades de los consumidores. El tiempo de un desarrollo, si bien no es mencionado como un elemento a tener en cuenta a la hora de la toma de decisiones, es considerado de manera implícita, como así también la factibilidad de fabricación, la tecnología y los equipos necesarios.

Macrofase Desarrollo:

En relación a esta macrofase, el equipo que guía el PDP delega las actividades en el área encargada del desarrollo, que según la empresa recibe diferentes denominaciones (Departamento de Desarrollo, Departamento de I+D y Departamento de Calidad).

Existen diferencias entre las empresas en función de las actividades realizadas en el Desarrollo, no sólo en lo que respecta a la cantidad de tareas sino también a la profundidad de las mismas. Así, por ejemplo, en la empresa B el proceso se orienta a lograr muestras piloto satisfactorias por medio de “prueba y error”. La empresa A, por el contrario, evidencia un mayor grado de detalle en tareas vinculadas con el diseño informacional (análisis del ciclo de vida, calidad), diseño conceptual (estructura básica del producto, análisis de costos de producción) y diseño detallado (planificación de lote piloto, plan de calidad para proveedores), haciendo hincapié en el registro de los resultados obtenidos. Finalmente, en la empresa C se observa un minucioso detalle del proceso en lo que respecta a las tareas a realizar, formas de documentarlas, responsables de aprobación, tiempos y alcances. Por ejemplo, para que la idea del nuevo desarrollo se materialice existen múltiples documentos en los que se registra

información pertinente, entre los que puede mencionarse la “Ficha de Aprobación”, que incluye datos inherentes a cantidad de lotes piloto a producir, control de puntos críticos, gestión de riesgos, información de rótulos, etc., y requiere la aprobación de los departamentos de Marketing, Calidad, Desarrollo y de las gerencias.

Considerando el sector al cual pertenecen las empresas analizadas, resulta imprescindible la realización de diferentes análisis vinculados al aseguramiento de la inocuidad de los alimentos. En este sentido, las tres empresas ponen de relieve en esta macrofase la ejecución de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos y de Determinación de Vida Útil mediante métodos específicos y detallados que permiten garantizar la calidad de los productos, como así también de Análisis Sensoriales con el objeto de lograr la aceptación del consumidor (sensibilidad, apariencia, color, sabor, textura, dimensiones, usos, etc.). La cantidad de pruebas, y su naturaleza, depende del tipo de producto a desarrollar y del grado de novedad que representa para la empresa (un nuevo sabor de un yogur requiere menor desarrollo que una nueva variedad de queso, por ejemplo).

Una de las actividades clave de esta macrofase es la documentación de la información obtenida, las decisiones tomadas y las lecciones aprendidas. Las empresas reconocen la importancia de los registros, pero existen diferencias sustanciales en su aplicación. En la empresa C la documentación es un hábito, y no es posible avanzar en el desarrollo de un proyecto si no se presentan los siguientes informes: “Ficha de Especificaciones del Producto”, “Ficha de Aprobación”, “Ficha Documental”, “Ficha de Proceso y Formulación”, “Ficha de datos autorizados” y “Ficha de Proveedores”. La empresa A cuenta con una Ficha de Producto, donde se registran de forma unificada todas las especificaciones de cada proyecto de desarrollo (incluyendo errores y aciertos), resulte o no en un lanzamiento efectivo de producto. Finalmente, la empresa B documenta cada proyecto únicamente cuando ha cumplido un análisis productivo y económico positivo, donde se analiza si el proyecto se adapta a las condiciones productivas, comerciales y estratégicas de la empresa; esto implica la pérdida de información que podría resultar valiosa para futuros desarrollos.

En la última fase del Desarrollo, las tres empresas se enfocan en la definición de estrategias comerciales para el lanzamiento del producto, en relación al precio, canales de distribución y promoción.

Macrofase Post-Desarrollo:

En cuanto a la macrofase de Post-Desarrollo, las tres empresas manifestaron realizar el seguimiento de los productos en el mercado, comparando las proyecciones elaboradas con los resultados obtenidos, y, en base a esta información, la gerencia toma la decisión de la continuidad o del retiro del producto. Para el acompañamiento del producto, ninguna empresa cuenta con equipos formalmente constituidos, sino que es una actividad que recae sobre el Departamento de Marketing, debido a su contacto con los clientes. Por último, cabe mencionar que ninguna de las empresas analizadas elabora un plan de retiro de productos, sino que la decisión se toma en función del grado de aceptación de los mismos en el mercado.

Considerando el sector analizado, las tres empresas manifestaron la importancia de aplicar la Trazabilidad en sus productos, para poder realizar un adecuado seguimiento de los mismos y proceder a retirar un determinado lote en caso de un eventual incidente.

5 Conclusiones

En función al objetivo planteado y a partir del análisis realizado en las empresas se evidencia que las mismas: (i) disponen de un modelo de Gestión de PDP definido, (ii) registran formalmente, en diferentes grados de profundidad, dicho proceso y (iii) los conocimientos y las herramientas del PDP se encuentran internalizados para su aplicación sistemática.

Se observa, además, que las empresas cumplen sólo con algunas de las fases del modelo tomado como referencia.

En relación al Pre-Desarrollo, las empresas se focalizan en actualizar su portfolio en función de las decisiones estratégicas adoptadas y del mercado en el que se insertan, lo que les permite identificar las oportunidades del contexto, seleccionar nuevos productos y definir directrices para su planificación. Sin embargo, no se evidencia una adecuada sistematización y registro de las decisiones de estas fases ni de lecciones aprendidas.

Las fases que componen la macrofase de Desarrollo son las más consolidadas en las tres empresas, lo que se vincula con la naturaleza del sector en el que se insertan, que se caracteriza por las exigencias de inocuidad de los alimentos y la calidad demandada por los consumidores. Cabe destacar que la fase de Lanzamiento se centra

en la implementación de estrategias comerciales, y, si bien las empresas cuentan con algún mecanismo de atención al consumidor, no se evidencian procedimientos formales para la utilización de la información obtenida que retroalimente el PDP.

Finalmente, la macrofase de Post-Desarrollo demuestra ser la de menor sistematización en las tres organizaciones. En este sentido, se realiza una serie de actividades sin una planificación adecuada, lo que lleva a que el desempeño del producto dependa en gran medida de las condiciones del mercado y de la percepción de los encargados del Departamento de Marketing.

La utilización de un modelo referencial para el PDP auxilia, organiza y direcciona el desarrollo de nuevos productos, favoreciendo innovaciones, así como también el éxito del producto en el mercado. El Modelo de Penso resultó de utilidad para analizar las empresas estudiadas, dado que presenta un nivel adecuado de detalle que permite la comparación del PDP. En relación a la propuesta de la autora, las empresas analizadas, si bien cuentan con modelos sistematizados de gestión del PDP, podrían fortalecer las macrofases de Pre-Desarrollo y Post-Desarrollo, especialmente en lo inherente a la sistematización de las actividades vinculadas a aspectos estratégicos del negocio y la planificación de actividades de Lanzamiento y Retiro del producto, como también al registro de lecciones aprendidas a lo largo de todo el PDP.

Referencias Bibliográficas

ABU, N.; DEROS, B.; WAHAB, D.; RAHMAN, N. and MANSOR, M., 2012. "The pre-development process implementation of product innovation: A Malaysian food and beverage manufacturing SMEs survey", *International Journal of Business and Management Science*, vol. 5, issue 1.

ALEBRANT MENDES, A., SIQUEIRA SOUZA, F, DA LUZ SEBEN, L, FLORES MAGNANO, P., 2009. "Análise crítica do Processo de Desenvolvimento de Produtos de uma empresa do segmento de Confeitos". XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP): A Engenharia de Produção e o Desenvolvimento Sustentável: Integrando Tecnologia e Gestão, Salvador.

CLARK, K. y FUGIMOTO, T., 1991. "Product Development Performance: Strategy, Organization and Management in the World Auto Industry", Harvard Business School Press, Boston.

FULLER, G. W., 1994. "New food product development: from concept to marketplace". CRC Press, Florida.

GALIZZI, G.; VENTURINI, L., 1996. "Product innovation in the food industry: nature, characteristics and Determinants". In: Galizzi, G.; Venturini, L. (ed.) *Economics of innovation: the case of food industry*. Heidelberg: Physica-Verlag.

GRAF, E., SAGUY, I., 1991. "Food Product Development: from Concept to the Marketplace", Avi, New York.

LERMA KIRCHNER, A., 2010. "Desarrollo de nuevos productos, una visión integral", Cuarta edición, Cengage Learning, Querétaro, México.

PENSO C.C., 2003. "Modelo de Referência para o Processo de Desenvolvimento de Produtos na Indústria de Alimentos" (Dissertação de Mestrado), Florianópolis, Ed. UFSC.

ROZENFELD, H., FORCELLINI, F.A., AMARAL, D.C., TOLEDO, J.C., SILVA, S.L., ALLIPRANDINI, D.H., SCALICE, R.K., 2006. "Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria de processo", São Paulo, Ed. Saraiva.

Secretaría de Emprendedores y de la Pequeña y Mediana Empresa de la República Argentina, Resolución 11/2016. Disponible en: http://www.ieralpyme.org/images_db/imgsImg/File/noticias/NUEVA%20CLASIFICACION%202016.pdf

Secretaría de Regiones, Municipios y Comunas, Provincia de Santa Fe, 2008. Proyecto de transformación del territorio. Disponible en: <https://www.santafe.gov.ar/index.php/rmyc/content/view/full/164500>

11TC-A5-Modelo de Análisis de Productos Innovadores: Innovación Tecnológica en el Sector Metalmecánico

Federico Del Giorgio Solfa (UNLP /UNLZ)

María Sol Sierra (CIC-PBA /UNLP)

Oscar Quiroga (Dpto. Ing. Industrial /UNL)

Resumen

Este trabajo presenta un contexto de la producción agroindustrial argentina y el rol de la innovación tecnológica para las pequeñas y medianas industrias. Se establece el marco teórico tomando como base la innovación y la innovación tecnológica, que permite arribar en una segunda fase, a la construcción de un modelo de análisis de productos. El modelo propuesto, estructurado en los enfoques disciplinares del marketing, la ingeniería, el diseño industrial y el impacto ambiental, permitió comparar dos casos de productos seleccionados de un mismo segmento del mercado nacional, y obtener resultados relacionados con sus características de innovación.

Palabras clave: *innovación tecnológica, producto, diseño, metalmecánica.*

1 Introducción

En la Argentina el sector de Agroindustria constituye el 25% de la industria manufacturera y representa el 40% de las exportaciones; el valor de su producción se aproxima a los 177.000 millones de pesos y da trabajo a 600.000 personas. Desde 2012 mediante planes de alcance nacional como el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, se busca desde las políticas gubernamentales que la ciencia y la tecnología se incorporen a distintas esferas de la actividad agropecuaria para la generación de esquemas productivos más diversificados y sustentables, buscando como fin último un incremento en los puestos de trabajo; y el fortalecimiento del país como productor de alimentos y otros productos derivados de la agricultura con un mayor valor de origen (MINCYT, 2013).

Para alcanzar estos objetivos, las políticas en materia de ciencia, tecnología e innovación para el sector Agroindustria se focalizan en un conjunto de Núcleos Socio Productivos Estratégicos (NSPE), ente ellos el núcleo de maquinaria agrícola y procesadora de alimentos. Dicho núcleo, apunta al mejoramiento en el desempeño de estos equipos, con el fin de resolver necesidades del mercado local y conquistar nuevos nichos de mercados locales e internacionales (Ibíd.).

Contemplando que estas temáticas son de interés estratégico para la agenda nacional, y en completo acuerdo de que la incorporación de innovación tecnológica es vital para el desarrollo económico del país, mediante el agregado de valor a la producción agroindustrial, en este trabajo se propone el análisis de tres casos de estudio, de emprendimientos de pequeña y mediana escala donde se ha puesto en práctica la implementación de tecnologías para el mejoramiento de procesos inherentes a la producción agrícola. En dichos casos, a partir del análisis efectuado, se ponen en evidencia aspectos positivos y negativos de los procesos implementados. Estos aspectos permiten extraer propuestas de operatividad para la implementación de experiencias futuras semejantes.

Para el caso particular de las micro y pequeñas empresas manufactureras, resulta necesario comprender cómo surgen, se aplican y efectivizan las innovaciones tecnológicas orientadas al desarrollo de nuevos productos.

En particular, identificar las variables y articulaciones claves en la innovación de productos, puede resultar en un aprendizaje para proyectar innovaciones más coherentes, con un mayor impacto en el mercado y factibles de ser aplicadas a otros productos.

A través del análisis de casos, se intentará esbozar una propuesta de ordenamiento de estas variables, a fin de establecer comparaciones que permitan extraer conclusiones diversas, que sirvan de insumo para el diseño de un modelo más elaborado de análisis de innovación en productos.

En la producción, las combinaciones de tecnologías y materiales, sintetizadas en un diseño, también pueden constituir innovaciones significativas que requieran ciertas protecciones técnicas, económicas y/o legales. En esta lógica, la utilización de matricería específica para la producción de ciertas partes del producto, puede ser un recurso para la protección de la innovación, ya que incrementa los requerimientos técnicos implicados.

Este estudio propone analizar dos casos de estudio, que comparten características comunes: son pequeñas empresas, con una antigüedad de entre 24 y 45 años, localizadas en el interior del país, y abocadas al desarrollo de maquinaria agrícola.

Los mencionados casos, serán analizados con el objeto de identificar los modos en que estas PyMEs consideran, aplican y/o incorporan la innovación en su quehacer productivo, y si ésta ha significado diferencias en su posicionamiento en el mercado. Dichos análisis se efectivizarán mediante la recopilación de datos y el análisis de los productos.

2 Marco Teórico

Como ya se ha mencionado, los casos seleccionados serán analizados bajo distintas clasificaciones en referencia a la innovación. A continuación se presenta el marco teórico sobre el que se enmarca este estudio. En los diferentes sectores productivos se incorporan pequeñas y grandes innovaciones al momento de producir bienes; muchas de ellas parten de nuevas combinaciones entre materiales y tecnologías. Esto constituye un aspecto básico de la innovación tecnológica.

2.1 Innovación

De acuerdo con Gee (1981), la innovación es el proceso en el cual a partir de una idea, invención o reconocimiento de necesidad se desarrolla un producto, técnica o servicio útil y es aceptado comercialmente. Por su parte, Pavón y Goodman (1981) indican a la innovación como un conjunto de actividades inscriptas en un período de tiempo y lugar, que por primera vez conducen a la introducción con éxito en el mercado de una idea en forma de nuevos o mejores productos, servicios o técnicas de gestión y organización. La innovación es una fuente de avance y desarrollo. Las empresas y naciones que innovan contiguamente logran conservar la fortaleza económica. Por tanto, no es una coincidencia que en los países donde se observa la actividad más alta en patentes, o hay elevada inversión en I+D sean líderes en el rubro de desarrollo económico.

Al ver la multiplicidad de significados que se han dado a la innovación, es posible resaltar algunas de sus características más destacadas: 1) La innovación como creación: el foco se pone en el uso de los recursos (gente, tiempo, dinero) para inventar o desarrollar un producto o servicio nuevos, o una nueva forma de hacer las cosas, o una nueva forma de pensar sobre ellas. 2) La innovación como difusión y aprendizaje: el foco de atención está en la adquisición, el apoyo o el uso de un producto, un servicio o ciertas ideas. 3) La innovación como una trayectoria (corriente de innovaciones): es el reconocimiento de que un solo acto de innovación facilitaría que se derive una familia de innovaciones, a partir de una fuente original. 4) La innovación como un proceso o estrategia (a nivel de empresa): en esta perspectiva, la innovación no se trata de un solo acto, sino de una serie de actividades que realiza una organización para llegar a la obtención de un resultado (la innovación).

2.2 Innovación Tecnológica

De acuerdo con Machado Fernández (1997) la innovación tecnológica es el acto frecuentemente repetido de aplicar cambios técnicos nuevos a la empresa, para lograr beneficios mayores, crecimiento, sostenibilidad y competitividad

La innovación será tecnológica cuando tenga que ver con la ciencia e a tecnología. De una manera simple se puede decir que a innovación tecnológica supone para la empresa la introducción de un cambio técnico en los productos o en los procesos. En el Manual de Oslo de la OCDE (2005) se afirma que las innovaciones tecnológicas hacen referencia tanto a los productos como a los procesos, y a las modificaciones tecnológicas que se llevan a término en ellas. No se consideran innovaciones hasta que el producto es introducido en el mercado o hasta que se implementa el proceso la idea nueva o la nueva manera de hacer. La diferencia permite separar las innovaciones en innovaciones de producto e innovaciones de proceso. En el Manual de Oslo se menciona que no solo la tecnología intervienen en el proceso de innovación, sino también: 1) Las diversas actividades científicas; 2) las cuestiones de tipo organizativo; 3) las consideraciones financieras; y 4) las consideraciones comerciales. En el manual de Oslo se definen cuatro tipos de innovaciones que incluyen cambios en las actividades de las empresas, entre los cuales se encuentran: 1) innovaciones de producto; 2) innovaciones de proceso; 3)

innovaciones organizativas; 4) innovaciones de mercadotecnia.

Las actividades de innovación tecnológica comprenden, por un lado, la investigación y el desarrollo, en donde se enmarcan la adquisición y generación de conocimientos nuevos para la empresa, como por ejemplo: la adquisición de tecnología externa en forma de patentes, las invenciones no patentadas, las licencias, las marcas registradas, los diseños, los modelos, y otros servicios científicos y técnicos relacionados con la implementación de la innovación tecnológica, y la adquisición de software, maquinaria y equipos con rendimiento tecnológicamente mejorado. Por otro lado, abarcan las actividades relacionadas con la preparación de la producción, como es la revisión de las herramientas, la ingeniería de procesos, el diseño industrial, las herramientas y equipos, el entrenamiento de personal, (siempre con la implementación de los productos o procesos tecnológicamente nuevos o la mejora tecnológica de los existentes).

3 Metodología

Presentado el marco teórico, y establecidas las bases conceptuales, acerca de la innovación tecnológica (de proceso y de producto) se define un modelo para el análisis de la innovación en productos. En la fase siguiente, se seleccionarán casos de productos nacionales del sector metalmeccánico, dirigidos a la producción agrícola ganadera. Seleccionados y presentados los casos, se realizará un análisis comparativo de acuerdo al modelo propuesto para arribar a conclusiones.

3.1 Modelo para el Análisis de la Innovación en Productos

El modelo que se propone para el análisis de la innovación en productos, se basa en la construcción de un listado de prestaciones y/o especificaciones, ordenados por ejes de análisis, de acuerdo a criterios enfocados desde distintos campos disciplinares: desde el marketing (Schnarch Kirberg, 2001; Trejo et al., 2013), la ingeniería (Buch, 1997; Ulrich y Eppinger, 2004), el diseño industrial (Löbach, 1981; Manzini y Vezzoli, 1998; Del Giorgio Solfa, 2012; Ramírez, 2012) y el impacto ambiental (Manzini y Vezzoli, op. cit.; Del Giorgio Solfa et al., 2011).

Desde el punto de vista del marketing, se pueden contemplar los descriptores que involucran: el ciclo de vida del producto, distribución, competencia en el mercado, la relación con el usuario, ente otros. En el plano de la ingeniería y el diseño industrial se incluyen los parámetros que tienen que ver con la organización estructural del producto, la conformación de piezas, los procesos y materiales involucrados, y las características funcionales. En cuanto al impacto ambiental, se considera la utilización de la energía, el aprovechamiento de materiales, los niveles de contaminación, y las posibilidades de reciclar o reutilizar partes.

Este modelo permite ordenar y visualizar de manera sintética la información clave para analizar comparativamente la innovación en los productos. En la Tabla 1, puede verse su aplicación en base a los casos seleccionados.

3.2 Casos Seleccionados

El criterio aplicado en la selección de casos, se basa en la factibilidad de comparar productos de un mismo segmento del mercado y detectar si existen diferenciales que puedan traducirse en innovaciones. A su vez, estos diferenciales permitirán discriminar entre distintos tipos y grados de innovación.

Los productos seleccionados se componen de dos desarraigadoras (arrancadoras) de cebollas para pequeños y medianos productores hortícolas. Estas máquinas son fabricadas por pequeñas empresas metalmeccánicas ubicadas en el interior de las provincias de Buenos Aires y Córdoba.

Se trata de la empresa Nievas, fábrica de máquinas agrícolas, ubicada en Ruta 226 y La Rioja, Olavarría, provincia de Buenos Aires, una empresa familiar fundada en 1982 y con menos de 40 empleados; (Caso I, ver Figura 1).



Figura 1. Desarraigadora de cebolla y ajo, marca Nievas.

Fuente: gentileza de Nievas Argentina.

La segunda empresa es Implementos agrícolas Escañuela Escagro SRL, ubicada en Av. Ciudad de Valparaíso Km 9, Córdoba, una empresa también familiar con más de 40 años de trayectoria y menos de 40 empleados (Caso II, ver Figura 2).



Figura 2. Arrancadora de cebollas AC160, marca Escañuela.

Fuente: gentileza de Escagro SRL.

3.3 Análisis Comparativo

A continuación, en las Tablas 1 y 2 se presentan los atributos de análisis y se comparan los casos mencionados.

Tabla 1. Comparación de productos para la identificación de atributos de innovación.

	Análisis	Caso I	Caso II
Empresarial	Empresa	Nievas	Escagro SRL
	Localización	Olavarría, Buenos Aires.	Córdoba, Córdoba.
	Antigüedad	34 años (1982)	45 años (1971)
Comercial	Marca	Nievas	Escañuela
	Producto	Arrancadora de Ajo y Cebolla	Arrancadora de cebolla
	Modelo	SCA Desarraigadora de Ajo y Cebolla	Arrancadora de cebollas AC160
	Año / década	2011	2013
	Prestaciones básicas	Desarraigar cebollas y exponerlas para su recolección.	Desarraigar cebollas y exponerlas para su recolección.
	Prestaciones adicionales	Desarraigar ajos; detener el crecimiento de los bulbos en el momento deseado.	Detener el crecimiento de los bulbos en el momento deseado.
Morfológico	Morfología / Imagen	Menor robustez; marca aplicada.	Mayor robustez, mejores acabados en las uniones.
Diferencial	Ventajas	Permite cosechar ajos.	Versatilidad, posibilidad de ajuste de altura, doble cadena de transmisión.
	Desventajas	Única cadena de transmisión, menor refuerzo en el tercer punto de apoyo.	Mayor peso, no permite cosechar ajos.
Relacional	Inteligibilidad	Alta	Alta
Estructural	Nº de piezas	76	191
	Nº de piezas estándar	21	60
	Nº de piezas manufacturadas	52	128
	Nº de piezas producidas con matriz*	3	3
Tecnológico	Nº de procesos productivos	10	9
	Nº de piezas plásticas	1 (4 unidades)	4
	Nº de piezas metálicas	72	187
	Nº de piezas cerámicas	0	0
	Nº de telas/ tapizados	0	0
	Nº de materiales	8	8
	Nº de tratamientos superficiales	3	3
Aprovechamiento de materia prima	Alto	Alto	

* Por ejemplo: matricería para embutido y/o estampado de chapa, inyección de plásticos, fundición, etc.

Fuente: Elaboración propia, datos estimativos.

Tabla 2. Comparación de productos para la identificación de atributos de innovación.

Análisis		Caso I	Caso II	
Funcional	Ergonomía	Baja	Media	
	Capacitación del operador	Baja	Baja	
	Posibilidad de recambio de piezas	Medio	Medio	
	Complejidad de mantenimiento y/o recambio de partes	Baja	Baja	
	Limpieza	Baja	Baja	
	Autonomía	Baja	Baja	
	Capacidad de trabajo	Baja	Baja	
Económico	Volumen mínimo de traslado	Bueno	Regular	
	Cantidad por m ³	n/a	n/a	
	Cantidad por container	n/a	n/a	
	Servicio de postventa	Si (repuestos)	Si (repuestos)	
	Garantía	1 año	1 año	
	Consumo energético	Producción	Alto	Alto
		Uso del producto	Medio	Medio
	Insumos para su funcionamiento	Bajo (lubricantes)	Bajo (lubricantes)	
	Disponibilidad de insumos	Alta	Alta	
	Precio relativo/ comparativo	Medio	Alto	
Logística	Buena	Buena		
Impacto ambiental	Contaminación sonora	Baja*	Baja*	
	Contaminación ambiental	Baja*	Baja*	
	Nº de piezas no reciclables (100%)	4 (5%)	4 (2,1%)	
	Nº de piezas reciclables (100%)	72 (95%)	87 (97,9%)	
	Nº de piezas reutilizables (100%)	42 (55%)	83 (43,5%)	
	Ciclo de vida estimado	3-4 años	3-5 años	
	Embalajes/ envoltorios/ packaging	Nulo	Nulo	
Desmontaje	Bajo	Bajo		
Impacto social	Alto / Medio / Bajo	Alto (Agricultura familiar)	Alto (Agricultura familiar)	

* Dependiendo del sistema de tracción utilizado.

Fuente: Elaboración propia, datos estimativos.

4 Conclusiones

El estudio comparativo de los casos a través del modelo propuesto, posibilitó la realización de un análisis de los productos, donde se evidenciaron los atributos clave que constituyen el diferencial de innovación.

En la lectura de las Tablas 1 y 2, se observan diferencias en diversos ejes, que se corresponden con prestaciones y características particulares de cada producto. Si bien ambos productos han sido diseñados para responder a la misma necesidad general, cada uno ofrece una respuesta particular, proveniente de enfoques distintos.

En el caso I, se trata de un producto ágil, liviano, austero, que con una vida útil menor y una cantidad de partes también menor, responde a los requerimientos básicos, ofreciendo a su vez una prestación adicional (la posibilidad de cosechar ajo). Por otro lado, el caso II, presenta un producto robusto, de mayor durabilidad y calidad de uso (ruedas que garantizan la labor a profundidad constante), pero que adhiere a una única prestación. Si bien se percibe, una calidad estructural y constitutiva mayor en el producto del caso II, los campos de acción de esta maquinaria son más restringidos.

A los fines que interesan a este ejercicio, la lectura de la comparación entre productos permite inferir que las innovaciones incorporadas a estos casos se basan en la intención de abastecer un segmento específico de mercado (nicho), caracterizado por pequeños productores hortícolas (usualmente familiares), que presentan requerimientos particulares. Tales requerimientos incluyen anchos de labor menores, y maquinaria que pueda ser accionada con vehículos de tracción ya disponibles.

Referencias Bibliográficas

BUCH, T. 1997. El Tecnoscopio. Aique. Buenos Aires, Argentina.

DEL GIORGIO SOLFA, F.; LAGUNAS, F. E. y LASALA, A. I. 2011. Diseño sustentable: la industria, los consumidores y los profesionales del diseño industrial en el desarrollo de productos y en la preservación del medio ambiente. No. 30, colección Veracruz. Universitat de le Illes Balears, Fundació Càtedra Iberoamericana. Illes Balears, España.

DEL GIORGIO SOLFA, F. 2012. Benchmarking Design: Multiplying the Impact of Technical Assistance to MSMEs in Design and Product Development. Leading Innovation Through Design. 2012 International Design Management Research Conference. DMI. Boston, Estados Unidos.

GEE, S. 1981. Technology Transfer, Innovation & International Competitiveness. Wiley & Sons. New York, USA.

LÖBACH, B. 1981. Diseño Industrial. Bases para la configuración de los productos industriales. Gustavo Gili. Barcelona, España.

MACHADO FERNÁNDEZ. 1997. Gestión Tecnológica para un Salto en el Desarrollo Industrial. CDTI-CSIC. Madrid, España.

MANZINI, E., VEZZOLI, C. 1998. Lo Sviluppo di Prodotti Sostenibili. I Requisiti Ambientali dei Prodotti Industriali. Maggioli. San Marino.

MINCYT (MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PRODUCTIVA). 2013. Argentina innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e innovación. Lineamientos estratégicos 2012-2015. Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Buenos Aires, Argentina.

OCDE (ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS). 2005. Manual de Oslo. Guía para la Recogida e Interpretación de Datos sobre Innovación, tercera edición. Paris, Francia.

PAVÓN, J. y R. GOODMAN. 1981. Proyecto MODELTEC. La planificación del desarrollo tecnológico. CDTI-CSIC. Madrid, España.

RAMÍREZ, R. 2012. Diseño de Productos: Una Oportunidad para Innovar: Programa: Gestión del Diseño como Factor de Innovación. R. Ramírez y R. Ariza (Eds.). Inst. Nacional de Tecnología Industrial, Primera Edición. San Martín, Argentina.

SCHNARCH KIRBERG, A. 2001. Nuevo producto. Creatividad, innovación y marketing, tercera edición. McGraw-Hill. Bogotá, Colombia.

TREJO, J. M.; GUTIERREZ, J. S., y URIBE, G. G. 2013. Determinantes en el Proceso del Despliegue del Valor para la Innovación. Mercados y Negocios, Vol. 14, No. 1, 5-25.

ULRICH, K. T. y EPPINGER, S. D. 2004. Diseño y Desarrollo de Productos. Enfoque Multidisciplinario. McGraw-Hill Interamericana, DF, México.

12TC-A5-Pesquisa Experimental sobre Carvão Ativado do Carço da Manga

Ingrid Monique Oliveira Teles
(ingridteles.93@gmail.com) - ESTÁCIO DE BELÉM/IESAM)

Wilson Antonio Ferreira Costa
(wilsonantonio3@gmail.com) – ESTÁCIO DE BELÉM/IESAM)

Aurea Milene Teixeira Barbosa dos Santos
(aurea.mile@gmail.com) - ESTÁCIO DE BELÉM/IESAM)

Thais de Freitas Duarte
(thais_duarte@hotmail.com) – ESTÁCIO DE BELÉM/IESAM)

Diana Mônica da Silva Furtado
(dia.ufpa@hotmail.com) – ESTÁCIO DE BELÉM/IESAM)

Resumo

A agroindústria da manga é uma atividade em expansão e produz grande volume de resíduos constituídos por cascas e caroços. A fim de avaliar o potencial de aproveitamento de resíduos industriais e contribuir para a preservação do meio ambiente, o presente trabalho teve como objetivo estudar a possibilidade de criação de um carvão ativado a partir do caroço da manga, utilizando os mesmos processos que foram utilizados no carvão ativado a partir do caroço do açaí. Na produção foram utilizados quinze mangas do tipo comum da mangueira (*Mangifera indica L.*), tendo como solução ativante o NaOH. Conclui-se que é possível obter carvão com as mesmas características físicas do que a do açaí.

Palavras chave: Reaproveitamento; caroço; manga; carvão.

1 Introdução

Em anos recentes, vários estudos relataram a produção de carvões ativados (CA) a partir de resíduos tais como sementes de frutas, bagaço de cana-de-açúcar, restos de couro, pneus etc. O carvão ativado (CA) é um material carbonáceo e poroso preparado pela carbonização e ativação de substâncias orgânicas, principalmente de origem vegetal. São utilizados extensamente para a adsorção de 5 poluentes em fases gasosas e líquidas, como suporte para catalisadores, na purificação, de vários composto, no tratamento de efluentes (BRUM, 2007).

O carvão ativado é vastamente utilizado em vários ramos da indústria. Uma das mais importantes aplicações do carvão ativado é no tratamento de água, com o objetivo de adequá-la aos parâmetros de potabilidade exigido para o consumo humano, visto que o carvão ativado através da sua porosidade tem a capacidade de purificar a água, seja para fins potáveis ou para fins industriais. Assim, sua ação elimina cor, odor, mau gosto, remove substâncias orgânicas e inorgânicas dissolvidas na água através do mecanismo da adsorção (FERNANDES, 2010).

A capital paraense tem cerca de 120 mil árvores. Dessas, cerca de 12 mil são mangueiras. A manga foi trazida para o Brasil pelos colonizadores portugueses por volta do século XVII e, depois de quase cem anos, chegaram à Amazônia. Na época, o governador de Belém, Antônio Lemos, resolveu arborizar a capital paraense por causa do calor da cidade. (REZENDE, 2013).

A manga entra no imaginário do Pará no século XVII. Os governadores, no século XIX, resolveram transformar a manga nessa planta da arborização. O próprio Antônio Lemos reconheceu que ela seria a melhor árvore, o melhor fruto para a cidade (FIFUEIREDO, 2013). Aos poucos a cidade ganhou esse título de Cidade das Mangueiras. A mangueira é um símbolo da cidade. Desde 1993, a mangueira virou patrimônio material do estado do Pará.

Devido essa grande produção de mangas em Belém, e que não são aproveitadas, se estragando nas ruas e calçadas da cidade, gerando uma grande quantidade de resíduos, por que não aproveitar o caroço desse fruto para a fabricação do carvão ativado?

Tendo como base o carvão ativado produzido a partir do caroço do açaí, o presente trabalho tem por objetivo, realizar uma pesquisa experimental para saber se é possível a produção de carvão ativado do caroço de manga.

2 Referencial Teórico

2.1 Manga

A manga (*Mangifera indica L.*) pertence à família Anacardiaceae, e é uma das frutas tropicais mais comuns no Brasil, com grande quantidade de polpa, de tamanho e formato variável, aroma e cor agradável que faz parte do elenco das frutas tropicais de grande importância econômica.

Após o processamento agroindustrial, 35 a 60% do peso total da fruta é descartado na forma de resíduos, que inclui cascas e caroços. A proporção de cascas e caroços da fruta varia de 20 a 30% e de 10 a 30%, respectivamente (CUNHA et al., 2002).

A manga é uma fruta tropical de fino sabor e aroma e coloração atrativa. No Brasil, existe uma grande diversidade de variedades de mangas, dependendo da região de cultivo. Os frutos da mangueira apresentam tamanhos e massa variando de poucos gramas a 2.000g, forma arredondada, oval, alongada e reniforme; e ainda casca com diferentes variações de cores: verde, amarelo e vermelho.

No Brasil, o consumo da manga na forma in natura é o que predomina, entretanto, esta fruta é amplamente utilizada na culinária e na indústria alimentícia. Na culinária, faz parte da elaboração de diversos pratos tais como mousses, saladas, vitaminas, bolos, tortas e molhos. Na indústria alimentícia, os produtos mais comuns são: polpas, sucos, néctares e geleias.

É importante destacar que, no mercado brasileiro de frutas in natura, é elevado o percentual de perdas. Segundo Chitarra&Chitarra (2005), as perdas com manga chegam a 27,43 %, decorrentes de falhas na fase de produção, colheita fora de época, tempo de exposição prolongado no varejo, preços desfavoráveis ao produtor e falta de orientação de mercado.

A industrialização da manga, pode ser uma alternativa para atenuar as perdas pelo aproveitamento das frutas fora do padrão de comercialização in natura. A manga possui grandes possibilidades de industrialização, no entanto, ainda é pouco explorada. Por consequência, a viabilização do aproveitamento do uso da manga, com o desenvolvimento de novos produtos, com utilização máxima dos seus componentes nutricionais, seria de suma importância para o Brasil, o qual se apresenta como grande produtor mundial de mangas. As frutas tropicais são de grande interesse para a indústria de alimentos, principalmente por causa do sabor e aroma (AZEVEDO et al., 2009).

2.2 Carvão ativado de resíduos

O carvão ativado é um material carbono e de alta porosidade e com alta área superficial interna e essas características lhe oferecem a propriedade de alta adsorção (FERNANDES, 2010). E conforme Claudino (2003), o carvão ativado é um excelente adsorvente, com alta capacidade de adsorção, muito usado para purificar, desintoxicar, desodorizar, filtrar, descolorir, declorificar e remover uma gama de materiais líquidos e gasosos.

Carvões ativados podem ser preparados de muitos materiais orgânicos que possuam alto teor de carbono e baixo teor de cinzas, como a madeira e carvão (Muller et al., 2009).

Nos últimos anos, muitos produtos, subprodutos e resíduos agroindustriais têm sido utilizados como fontes para produção de carbono ativado.

O carvão ativado é de grande interesse em muitos setores econômicos, no último ano o Brasil importou cerca de 5000ton o que correspondeu a 15 milhões de dólares e exportou apenas 2500ton equivalente a 3,5 milhões de dólares (Brasil, 2010b). Estes valores mostram a grande demanda existente deste produto no mercado nacional.

O Brasil vende o carvão ativado a aproximadamente US\$ 1,50 e compra por US\$ 3,0 o quilo, ou seja, vende material de baixa qualidade e compra de alta qualidade, o que mostra a importância de se investigar novos precursores que possam proporcionar melhores produtos.

Este material é utilizado por muitas indústrias tais como de processamento de alimentos, farmacêuticas, química, petróleo, automobilística, entre outras.

De acordo com Cubas (2010), a carbonização consiste na pirólise do material precursor na ausência de ar a temperatura superior a 473K. Nesta etapa são removidos os compostos voláteis e gases leves como CO, H₂, CO₂, CH₄, e é produzida uma massa de carbono fixo e uma estrutura porosa primária que posteriormente irá a ativação. A taxa de aquecimento, a temperatura fina, o fluxo de gás de arraste e a natureza de matéria-prima são parâmetros importantes que irão determinar a qualidade e o rendimento do carvão ativado. Conforme Brum (2007), ativação visa o aumento da área superficial de carvão proporcionando, desse modo, o aumento da sua porosidade. O propósito do processo de ativação é o controle das características básicas do material como distribuição de poros, áreas superficiais específicas, a resistência mecânica, etc. O processo de ativação pode ser de forma química ou física:

- Ativação química: consiste na impregnação de agentes ativantes como Cloreto de Zinco (ZnCl₂), Ácido Fosfórico (H₃PO₄), Hidróxido de Sódio (NaOH), etc., no material não carbonizado, onde estes agentes proporcionarão a formação de ligações cruzadas, tornando o material menos propenso a volatilização quando aquecido a temperatura elevada (FERNANDES, 2010).
- Ativação física: consiste na reação do carvão com vapores de água, CO₂ ou uma mistura de gases após a carbonização. Para tanto, os gases são injetado na estrutura do carvão (FERNANDES, 2010). Após a produção, os grãos do carvão podem apresentar diferentes poros. Estes são definidos segundo a União Internacional de Química Pura e Aplicada - IUPAC em; mesoporos, com diâmetro entre 2 e 50nm; microsporos secundários, apresentando diâmetro entre 0,8 e 2nm; microsporos primários, apresentando diâmetro menor que 0,8nm (CLAUDINO, 2013).

As matérias-primas utilizadas para obtenção do carvão ativado são quase exclusivamente de origem vegetal e possuem alto poder de carbono, tais como:

- Casca de coco;
- Carvão mineral (antracito, betuminoso e lignito);
- Madeira de alta e baixa densidade (pinus, acácia etc);
- Turfa;
- Resíduos de petróleo;
- Ossos de animais;
- Resíduos agroindustriais;
- Açúcar;
- Carço de azeitona;
- Casca de noz;
- Carço de pêsego, entre outros.

As características do carvão ativado dependem da matéria-prima usada, as condições de ativação e a natureza dos agentes ativantes. Com isso, cada processo terá propriedades de adsorção diferentes e usos diversificados.

Estudos indicam que madeiras maiores, resinosas, na forma de serragem e cascas de coco, podem fornecer carvões de ótimas propriedades descorantes e devem ser ativados por processos químicos.

No Brasil, as matérias-primas mais utilizadas para a produção de carvão ativado são cascas de coco, madeiras de pinus e acácias, ossos de animais, os quais são utilizados para a fabricação de um tipo específico de carvão ativado.

3 Método de Pesquisa

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa exploratória e experimental. Destaca-se que a pesquisa exploratória estabelece critérios, métodos e técnicas para a elaboração de uma pesquisa e visa oferecer informações sobre o objeto desta e orientar a formulação de hipóteses (Cervo *et. al*, 2006). Neste trabalho se tem o objetivo de expor as características que compõem o carvão ativado e uma nova forma de obtenção do produto, através dos caroços de manga. Tendo como base o processo realizado no caroço de açaí, que teve uma avaliação positiva com um desempenho igual e até superior que à do carvão ativado industrial.

A pesquisa experimental procura entender de que modo ou por que causas o fenômeno é produzido. Para atingir os resultados o pesquisador faz uso de aparelhos e de instrumentos que a técnica moderna coloca ao seu alcance ou de procedimentos apropriados e capazes de tornar perceptíveis as relações existentes entre as variáveis envolvidas no objeto de estudo (GIL,2008).

O trabalho foi desenvolvido em laboratório, além de serem realizadas pesquisas bibliográficas a respeito do tema, sucessivamente foi feita a coleta de mangas na área metropolitana de Belém, na Av. Nazaré, utilizando-se para fase inicial quinze mangas do tipo comum, de mangueiras (*Mangifera indica L.*) comuns na cidade.

Após o levantamento de informações e com a quantidade determinada de mangas necessárias, a equipe pôde então iniciar o processo de fabricação do carvão ativado. O processo foi realizado no laboratório de águas e esgotos de uma instituição de ensino, onde foram realizados processos químicos de ativação com o Hidróxido de Sódio (NaOH), novamente a secagem, passando para o processo de pirólise e por fim trituração dos caroços utilizando um liquidificador comum.

4 Resultados

4.1 Elaboração do carvão ativado

Foram coletadas 15 mangas, para a retirada de seu caroço, na Avenida Nazaré na cidade de Belém/Pa. A amostra coletada, por apresentar resíduo de sua polpa, foi lavada em água corrente, e em água destilada, posteriormente foram expostos ao sol, para a primeira etapa de secagem. Em seguida, foram para a estufa com temperatura de 50 °C por 6 horas ininterruptas, conforme Figura 1.

Figura 1 - Caroços de mangas depois da estufa.



Fonte: Autores (2015).

Para ativação química, primeiramente preparou-se a solução ativante. Dessa forma, pesou-se 10g do agente ativante Hidróxido de Sódio (NaOH) em balança analítica, e mediu-se 1L de água, dissolveu-se o agente ativante na água e formou-se a solução ativante na qual foi adicionado a amostra de caroço de manga desidratada, que foi deixado em contato por 24 horas, conforme as Figuras 2 e 3.

Figura 2: Caroços na solução NaOH.



..Fonte: Autores (2015).

Figura3: Caroços nas primeiras horas.



Fonte: Autores (2015).

Para o processo de pirólise, a amostra de caroço de manga impregnada com o ativante químico Hidróxido de Sódio (NaOH), foi secada em estufa a 50 °C durante 6 horas. Depois da secagem, as amostras dos caroços de manga foram introduzidas na Mufla a uma temperatura de 400°C por 3h. Após, o carvão ativado foi resfriado, lavado várias vezes em água corrente para a retirada do excesso do agente químico ativante, e, novamente, feito o processo de secagem, logo em seguida a pulverização, utilizando-se um liquidificador para tal procedimento. Depois de pulverizado o carvão ativado produzido foi acondicionado em um dessecador, para posteriormente ser utilizado na confecção do filtro ecológico, e nos testes da qualidade da água. Com os 15 caroços de mangas utilizados, foram obtidos 69,75g de carvão ativado pulverizados, conforme a figura 4.

Figura 4: Carvão ativado obtido de 15 caroços de manga.



Fonte: Autores (2015).

5 Conclusões

O objetivo do trabalho foi de produzir carvão ativado a partir dos caroços de manga a fim de utilizá-lo no tratamento de água para consumo, além de mostrar uma nova destinação para o aproveitamento do fruto. Para iniciar a pesquisa foram coletadas 15 mangas, que tiveram suas poupas retiradas, os caroços foram higienizados e passaram pelo processo de secagem ao sol. Terminada essa fase iniciou-se o processo no laboratório, deixando o caroço na estufa, depois passou pela ativação química, pirólise e pulverização, sendo acondicionado em um dessecador para manter a sua qualidade até iniciar as fases de testes sobre efetividade do carvão.

A pesquisa mostrou que o caroço da manga pode passar pelos mesmos processos que foram realizados com o caroço do açaí para a obtenção do carvão ativado. Além de mostrar uma nova destinação para esse fruto que é nosso patrimônio e não é utilizado e aproveitado na capital paraense, gerando uma significativa quantidade de resíduos na cidade além de apresentar a vantagem no que diz respeito ao baixo custo para a sua preparação. Os próximos passos da pesquisa serão as análises da eficiência desse carvão ativado em comparação ao do açaí e o industrial, e as análises físico-químicas das águas que serão tratadas com esse filtro.

Referências

- AZEVÊDO, L. C. de; AZOUBEL, P.M.; SILVA, I. R. A ; ARAÚJO, A. J. de B.; OLIVEIRA, S. B. de. Caracterização físico-química da farinha da casca de manga cv. Tommy Atkins. XXI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Viçosa : UFV, 2008. p. 1-3.
- BRUM, Sarah. Silva. Preparação e caracterização de carvão ativado produzido a partir resíduos do beneficiamento do café. Universidade Federal de Lavras. Lavras-Minas Gerais, Brasil, 2007. Disponível em: <<http://www.ppgem.ct.utfpr.edu.br>> Acesso em: 20 de Agosto de 2015.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. Bervian; SILVA, R. Metodologia científica. São Paulo: Pearson, 2006.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2.ed. rev. amp. Lavras: UFLA, 2005. 785p
- CLAUDINO, Antônio. Preparação de carvão ativado a parti de turma e sua utilização na remoção de poluentes. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, 2003. Disponível em: <<http://www2.enq.ufsc.br/teses/mt01.pdf>> Acesso em: 17 de setembro de 2015.
- CUBAS, Karina Guedes. Avaliação do desempenho de carvões ativos usados na remoção de composto orgânicos de água naturais proveniente de cianobactérias e suas toxinas. Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PR. 2010. Disponível em: <<http://www.rbciamb.com.br>> Acesso em: 18 de agosto de 2015.
- CUNHA, G. A. P.; PINTO, A. C. Q; FERREIRA, F. R. Origem, dispersão, taxonomia e botânica. In: GENU, P. J. de C.; PINTO, A. C. Q. (Ed.). A cultura da mangueira. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 407-432, 2002.
- FERNANDES, Kendra D'Abreu Neto. Uso de carvão ativado de endocarpo de coco no tratamento de água. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, 2010. Disponível em: <http://www.pucrs.com.br>> Acesso em: 08 de setembro de 2015.
- GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- MULLER, C.C. Avaliação da utilização de carvão ativado em pó na remoção de Microcistina em água para abastecimento público. Porto Alegre 2008. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Ecologia UFRGS. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br>> Acesso em: 12 de outubro de 2015.
- MUCCIACITO, JOÃO. Uso eficiente do carvão ativado como meio filtrante em processos industriais. Disponível em: <http://www.meiofiltrante.com.br/edicoes.asp?id=502&link=ultima&fase=C>> Acesso em: 08 de setembro de 2015.

13TC-A5-Innovación Tecnológica Basada en el Diseño y Desarrollo de Nuevos Productos

Carlos Feiguin (UNLP)

Enrique D'Amico (UNLP)

Enrique Sanmarco (Fac. de Ingeniería /UNLP)

Oscar Quiroga (Dpto. Ing. Industrial /UNL)

Resumen

El presente trabajo describe la gestión de innovación tecnológica llevada a cabo en un caso de estudio industrial y comercial exitoso analizando en ella el rol del diseñador industrial como gerenciador del proceso de innovación y articulador de los actores clave para lograr dicho proceso. Como ejes fundamentales se consideró el análisis del contexto como disparador de una oportunidad de negocio potencial, la estrategia global y tecnológica desarrollada, y su implementación y desempeño comercial.

Palabras clave: *innovación tecnológica, producto, diseño.*

1 Introducción

Se propone desandar el camino que existe entre la idea y su inserción en el mercado, es decir describir retrospectivamente y de manera sistémica el proceso de diseño llevado a cabo por el promotor del proyecto. Para lograr este objetivo, se partió de la propuesta de valor y se analizó la “biografía del objeto” hasta llegar a la idea inicial y la estrategia asociada para su implementación.

A través de cuestionarios realizados a dos importantes diseñadores industriales se expone el contexto socio-económico en el que tuvo lugar el presente caso de estudio y en el que se desenvolvía el diseño industrial y demás disciplinas proyectuales. En el primer caso, el diseñador indicó que luego de la crisis del 2001-2002, los profesionales del marketing padecieron la coyuntura ya que nadie estaba interesado en marcas, de branding, de packaging diferenciado, y compras en los shopping centers. El valor simbólico se pulverizó de un día para el otro. Los jóvenes diseñadores que ya no encontraban clientes, comenzaron a diseñar productos de baja complejidad tecnológica, algo como un neo-artesanado urbano, colocando los productos en venta en ferias, a precios reducidos porque evitaban los costos de intermediarios.

Primer enfoque. Para salir de la crisis Argentina del 2001- 2002 el sector textil jugó un papel importante, pues, a diferencia con el sector automotriz que se caracteriza por un alto grado de concentración, el sector textil presentaba mayor cantidad de ramificaciones capitales. Los diseñadores jóvenes se volcaron al diseño de indumentaria, produciendo en pequeños talleres, casi una industrial informal doméstica. Como otra alternativa para sobrevivir, algunos estudios intentaron brindar servicio en el exterior, pues, podían competir mediante el precio. El costo de hora en Argentina era de un tercio del costo internacional de hora diseño. Este proceso, facilitado por la digitalización del internet, hizo que los servicios de diseño comenzaron a ser realizados localmente para clientes de distintos países (Bonsiepe, 2010).

Segundo enfoque. Hasta hace unos años en Argentina el diseño apenas alcanzaba una trayectoria artesanal o semi-industrial con casi ninguna presencia en el mercado. La industria, en la mayoría de los casos, plagiaba el diseño o lo producía bajo el sistema de licencias. Es decir que en mayor o menor grado, Argentina – como gran parte de Sudamérica- fue consumidora de diseño foráneo tanto a través de la importación de manufacturas, como de licencias (Leiro, 2006).

2 Contexto Específico de la Problemática – Oportunidad de Innovación

El Estadio Ciudad de La Plata, conocido también como Estadio Único, fue inaugurado parcialmente a mediados del 2003. El mega proyecto se terminó de inaugurar en el año 2011 al finalizarse la etapa de techado del estadio, y se llevaba a cabo en un convenio de colaboración junto al Astillero Río Santiago. Es considerado uno de los

estadios deportivos más modernos de Latinoamérica. En el marco de la inauguración parcial del año 2003, se abrió un proceso de licitación para proveer de las butacas que conformarían los distintos palcos y tribunas del estadio. Debido a la envergadura del proyecto y a la realidad productiva local de aquel entonces, muchas de las empresas que concursaron eran de origen extranjera y contaban con una capacidad tecnológica elevada. En ese contexto difícil para el diseño industrial local y de manera totalmente autónoma, sin una organización que lo respalde, el diseñador argentino Ángel Argüero elaboró una propuesta de diseño que terminó siendo el proyecto ganador. A continuación se desarrollan los aspectos principales de la propuesta.

2.1 El Proceso Iterativo de Diseño

2.1.1 La Idea:

En el caso de estudio abordado a través de la denominada butaca M1 (ver Figura 1), la idea surge a partir de la detección de una necesidad de mercado (market – pull), si bien el disparador fue el proceso de licitación que generó una demanda puntual, el hecho de que el diseñador contara con una formación enfocada en el campo de la gestión y marketing, sumado al conocimiento teórico-práctico de las herramientas tecnológicas, dio como resultado una visión ampliada de la oportunidad de negocio y el potencial expansivo futuro que ésta llevaba asociado.

Si se analiza la naturaleza del proceso de innovación se puede ver que responde al modelo de innovación de Marquis (Marquis, 1969), el cual pone a la idea como motor fundamental de las innovaciones, partiendo de una idea de un nuevo o mejor producto o proceso de producción. Lo interesante de este modelo es que propone que la idea puede provenir de cualquier área de la organización, no sólo del departamento de I+D. Son tenidas en cuenta las opiniones de los clientes y demandas del mercado y la idea debe cumplir con dos requisitos fundamentales: *factibilidad técnica* y *demanda potencial*.

A partir de la idea central se pone en marcha un proceso iterativo que examina las posibilidades de la tecnología actual (estado del arte) y si ésta no cumple los requerimientos, se puede hacer uso de la investigación aplicada e inclusive de la investigación básica (Marquis, 1969.)

2.1.2 Esquema Gráfico. Modelo de Marquis

Desde el punto de vista de la concepción, la idea comenzó con lo que en diseño se define como *planteamiento de requerimientos de diseño*, los cuales fueron claves para guiar la configuración de la propuesta, entre ellos se pueden mencionar:

A. Tecnología clave definida desde el inicio: Se definió al rotomoldeo como un proceso sustitutivo a la inyección de plástico.

B. Aspectos de seguridad – Anti - vandalismo: En aquel entonces la seguridad era uno de los aspectos más vulnerables en los eventos futbolísticos. Los conflictos entre “barrabravas”, muchas veces incluían actos de vandalismo y destrucción de la infra- estructura de los estadios, la cual incluye obviamente las butacas de las tribunas.

C. Aspectos ergonómicos y experiencia de uso: Las dimensiones del asiento y el respaldo se encontraban normalizadas, sin embargo al haber definido al rotomoldeo como *tecnología clave* desde el inicio, se pensó en generar un mono- volumen hueco que reemplace a las tradicionales butacas inyectadas de carácter laminar, el cual permitía generar una cámara de aire que además de hacer más comfortable a la butaca, actuaba de aislante térmico entre el usuario y las superficies de empotrado, generalmente de hormigón.

D. Mantenimiento: Se pensó desde el inicio en un producto concebido a largo plazo para el cliente. La robustez del mono volumen y la posibilidad de incorporar elementos metálicos de fijación facilitaban su emplazamiento y abría juego a un servicio asociado.

E. Solución como un Producto –Servicio: Se pensó un producto eficiente a largo plazo. El hecho de pensar en la instalación y la durabilidad, aseguraba a los clientes beneficios económicos a futuro y ayuda a construir una reputación institucional ligada a la responsabilidad e infra-estructura con alto grado de seguridad.

F. Sustitución de importaciones: Uno de los ejes troncales fue el hecho de plantear un producto que se fabrique con agentes productivos locales (fabricantes, proveedores, recursos humanos, etc.).

La presentación de la propuesta se llevó a cabo mediante la realización de un prototipo funcional, generando como resultado un doble impacto: por un lado sorprendió al comité evaluador, debido a que se trataba de un producto totalmente diferente al de los competidores, y en otro sentido, generaba incertidumbre el hecho de que el diseñador no tenía el respaldo estructural para dar respuesta a una demanda de tales características. A pesar de esto, el diseñador asumió el riesgo y se acordó en conjunto con el comité evaluador la fabricación de 500 piezas que serían ubicadas en uno de los palcos preferenciales del Estadio Único, dando como ganador del concurso a la empresa Rassegna para la fabricación del resto de las butacas.

Este hecho fue determinante para que el diseñador comience a tejer un entramado de alianzas estratégicas que hicieron posible que su producto sea llevado a cabo. Es en este punto donde comienza a ser protagonista el pensamiento estratégico que hizo posible la realización del proyecto. El desarrollo de 500 unidades implicaba una excusa ideal para realizar una prueba de planta piloto, evaluar la rentabilidad del proyecto a largo plazo, realizar ajustes enfocados en la manufactura del producto, y ajustar definitivamente el modelo de negocio como también así, el esquema productivo que hiciera posible la fabricación del producto.

2.2 El Proceso de Innovación de Diseño

El proceso de innovación en las organizaciones se ha modificado a lo largo de la historia basado en su estado inicial en metodologías fragmentadas lineales y verticalistas en las cuales las decisiones eran tomadas por las áreas gerenciales de las empresas, sumado al apoyo del área de I+D, adoptando, a partir de la década de los noventa un enfoque integrador, iterativo y horizontal. Esto último se hace visible, por ejemplo en el proceso de innovación de quinta generación (modelo de integración de sistemas y establecimiento de redes) el cual incluye la creciente integración tecnológica entre diferentes organizaciones dentro y fuera de la empresa, la forma como estos son reforzados mediante la automatización del proceso de innovación de nuevas técnicas organizacionales, como la ingeniería concurrente, en lugar del desarrollo secuencial" (Rothwell, 1994).

Es importante tener presente esta base conceptual, ya que el enfoque que llevó a cabo el diseñador para poner en marcha el proceso de fabricación fue enfocado en la gestión de diseño, la cual comprende el conjunto de actividades de diagnóstico, coordinación, comunicación, negociación y diseño que se llevan a cabo interactuando con la empresa.



Figura 1. Esquema de la butaca M1.

Fuente: gentileza de la Empresa Babylon.

3 Esquema de Contexto Interno y Externo de la Empresa

Como ya se explicó anteriormente, el diseñador, a través de una idea que presentaba una factibilidad técnica y un potencial comercial, puso en marcha el proceso innovador. Si bien éste contaba con el capital cognitivo para proyectar el proceso integral de diseño y fabricación, no contaba ni con los recursos económicos, ni con la capacidad tecnológica para llevarlo a cabo. Es aquí donde surge la necesidad de generar alianzas estratégicas complementarias, en la cual se unen empresas cuyas capacidades son de naturalezas diferentes. (Strategor 1988, citada por Planellas y Munni, 2014).

3.1 La Alianza Estratégica

En la alianza estratégica entran en juego una serie de actores claves que conformaron el esquema productivo y dieron lugar a una organización híbrida - colaborativa. En esta alianza se destacan, a su vez, ciertos aspectos, como los enumerados a continuación:

1. *Alianza enfocada en el financiamiento y la administración del proyecto:* Este aspecto llegó de la mano de la asociación con un ingeniero mecánico, con experiencia en la industria del plástico quien aportó, además, el capital financiero, las claves de la administración y el gerenciamiento del proyecto.

2. *Alianza enfocada en la capacidad tecnológica:* El proceso fue arduo, ya que en el camino hubo competencia desleal, debido a que el producto no gozaba de protección industrial (patente), esto posibilitó que una de las empresas con las que se buscó generar la alianza comercialice el producto por su cuenta.

3. *Alianza enfocada en los proveedores:* Esta alianza se lleva a cabo buscando proveedores que aseguraran calidad sostenida en el tiempo, para ello, luego de un proceso de búsqueda y desarrollo, se logró establecer a Alea Fundición como proveedor del servicio de fundición de aluminio para la fabricación de la matricería del producto, la cual contaba con materias primas certificadas bajo normas ISO. En el caso del material polimérico que conforma la butaca, se continuó trabajando con el proveedor que asistía a la empresa debido a la calidad de producto que suministraba.

La experiencia negativa ligada a la falta de protección industrial, y a pesar de que el sistema de registros y patentes en el país no funciona con el rigor adecuado, se procedió al registro del modelo industrial para proteger la idea. La búsqueda siguió y dio un viraje estratégico. El diseñador redefinió los criterios de selección de la empresa y definió el siguiente requerimiento: *se necesitaba una empresa con know-how incorporado, que desarrollara productos con alta complejidad tecnológica, que asegurara la mayor calidad de producto, y grados de terminación diferenciales.* Este requerimiento llevó a pensar en proveedores de servicios de sectores industriales que demanden especificaciones técnicas concretas y trabajen bajo normalizaciones y estándares de calidad.

Es aquí donde se pensó de manera asociativa en la industria del juguete. Este sector industrial se rige por un sinnúmero de normativas debido a las características del usuario específico. Luego de esta decisión estratégica entra en juego la empresa Babylin, con la cual se mantiene la alianza hasta la actualidad.

3.2 Aporte de la Tecnología Clave

Las tecnologías clave según A.D. Little (1981) son las que permiten a la empresa que las domina diferenciarse de las otras por su mayor calidad, prestaciones superiores, costos más bajos, etc. Son, por tanto, las que tienen un impacto más grande en la competitividad del producto.

Generalmente se tiene una concepción lineal de los avances tecnológicos, y parecen ser concebidos como un encadenamiento de superaciones acumulativas en donde las nuevas tecnologías dejan obsoletas a las tecnologías anteriores, sin embargo, en el presente caso de estudio se demuestra que una tecnología que parecía en desuso en ciertos segmentos de mercado y que connotaba un índice de productividad inferior, respecto a tecnologías más avanzadas, como es el caso de la inyección, logró dar un aporte en un contexto específico a la problemática de diseño. Lo que recuerda una vez más que no existen soluciones estandarizadas de diseño y cada problema merece un análisis multidimensional del ecosistema en el que está inmerso. Si bien la empresa aliada provenía de un nicho tecnológico definido, como es el caso del rotomoldeo, el diseñador logró insertarlo en una industria sin antecedentes y capitalizar todo el know-how con el que contaba la empresa para posicionarlo en un nuevo segmento de mercado.

Es en este sentido, se puede reivindicar la función del diseñador industrial como promotor de la innovación tecnológica. Referido a este rol de articulador de elementos aparentemente disímiles, Chiapponi (1999) plantea las distintas maneras en las que el diseñador puede ser un agente clave de este proceso de innovación. En esta dirección, sostiene que una de las tipologías innovadoras en las que el diseño industrial está en grado de expresar con mayor fuerza su propio potencial es la de las diversas formas de innovación por transferencia y por fecundación transversal: innovación mediante imitación, transferencia de innovaciones de un sector productivo a otro, transferencia de las grandes empresas medianas y pequeñas de lo inducido y viceversa, transferencia de instrumentos altamente especializados para uso profesional a los correspondientes enseres para uso cotidiano. Asimismo, Chiapponi (1999) explica que algunas innovaciones se propagan al mismo tiempo en diversos

sectores. A menudo una gran innovación en un sector puede estar determinada por la transferencia de ideas y soluciones provenientes de otro campo en el que las mismas ideas y soluciones ya no son innovadoras sino también plenamente adoptadas desde largo tiempo. En todos estos casos el diseño industrial, por su natural propensión a trabajar por asociaciones, en modo transversal, puede contribuir en gran medida en los procesos de innovación creando cruzamientos con métodos que pueden compararse con la polinización.

Ahora bien, lograr esta adaptación tecnológica para lograr competitividad, no fue una tarea fácil. Además de representar un reto intelectual para el diseñador desde el punto de vista tecno-productivo, implicaba un desafío comunicativo para lograr de alguna manera modificar ciertos hábitos y rutinas propias de la dinámica interna de la empresa, acostumbrada a procesos más tradicionales y con la miopía proyectual que genera el día a día en este tipo de organizaciones.

3.3 El Ingreso del Diseñador a la Empresa

Se propone abordar este vínculo desde dos perspectivas, detalladas a continuación.

A) Desde el punto de vista del diseño y el impacto en los productos y los procesos productivos.

Para la primera perspectiva el ingreso del diseñador a la empresa, permite extraer algunas conclusiones, e incluso ciertas contradicciones sobre los efectos que genera en su dinámica productiva. Si se analiza desde el punto de vista comercial, esto permitió optimizaciones en procesos productivos que serán transferibles a cualquiera de los productos, se logró diversificar la cartera de productos e inclusive se mejoraron productos que ya comercializaba la empresa. Ahora bien, esto puso en evidencia la importancia de que haya coherencia entre la estrategia global de la empresa y la estrategia tecnológica y comercial. Lo que ocurrió en el caso de Babylin, es que esta nueva unidad de negocio (butacas) tenía tal grado de desarrollo que generaba cierto contraste con los productos que venía comercializando la empresa. A pesar de que la empresa sigue posicionada perfectamente en ambos sectores (juguetes y butacas) se puede percibir en su sitio web un cierto desfasaje tecnológico entre ellos.

B) Desde el punto de vista organizacional y la integración del capital humano.

El caso de estudio, de algún modo ilustra el vínculo que se establece muchas veces entre el diseñador como agente externo y la empresa responsable del proyecto. Si bien este modo de operar no es el ideal para lograr procesos de innovación y promover la mejora continua dentro de la empresa, en el contexto de la industria local, las empresas todavía no han tomado conciencia de la importancia de establecer un departamento de diseño permanente que forme parte del equipo estable de la misma. A pesar de este vínculo temporal, entre el diseñador y la empresa, lograr un trabajo en conjunto implica un gran desafío para ambas partes, dando lugar a un intercambio muy enriquecedor. Por un lado, la mirada externa del diseñador, poseedor de un conocimiento codificado y por otro el bagaje técnico propio del oficio que posee el recurso humano de la organización (conocimiento tácito) da lugar a nuevas maneras de hacer y de algún modo redefinen los modos operativos de estos grupos.

El diseñador debe lograr acoplarse a la vida propia de la empresa, debe hacer concesiones y adaptar soluciones para maximizar los recursos con los que dispone. Esta integración del diseño a la manufactura es la que genera en definitiva que una idea se materialice y es sin duda responsabilidad del diseñador abordarla.

Algunos de los aspectos que el diseñador Argüero considera fundamental para que la alianza aún se mantenga vigente son la horizontalidad en la toma de decisiones (todas las decisiones se votan entre los miembros de la empresa), el diálogo constante entre los miembros de la organización, la identificación de roles claros dentro del equipo de trabajo, la libertad para proponer ideas de nuevos productos (siguiendo con el modelo de Marquis) y los objetivos compartidos que se plantean como organización lo cual hace que los riesgos sean compartidos.

4 Implementación de la Propuesta y Estrategia Global

Se puede decir que la estrategia del diseñador abordó diferentes dominios, indicados a continuación.

4.1 Estrategia de Innovación Tecnológica

Desde el inicio se tuvo una visión de diseño integrado a la manufactura, generando una innovación incremental en la mejora del proceso productivo de rotomoldeo para lograr competir cuantitativa y cualitativamente con el proceso de inyección. El diseñador adaptó el proceso productivo modificando principalmente la matriceria y eliminando los tiempos muertos de carga y descarga de material en el molde y los ciclos de calentamiento y

enfriamiento de los mismos. Por otro lado, los costos de infraestructura y la mano de obra requerida en relación a la inyección son mucho menores.

Este saber hacer se transforma en la ventaja competitiva de la empresa y si bien es patentable, se protege mediante el blindaje de la empresa en forma de secreto industrial y se transforma en una barrera de entrada muy alta para sus competidores. Se lograron producir mensualmente hasta 9.200 unidades en jornadas laborales continuas de 24 horas, logrando una producción nivelada que permitía satisfacer las demandas de los clientes. Por otro lado, a diferencia de sus otras unidades de negocios que respondían a una *estrategia imitativa*, en el caso de las butacas se buscó un posicionamiento como líderes en estándares de calidad y seguridad.

4.2 Estrategia de Innovación de Diseño

4.2.1 Innovación en Forma de un Nuevo Producto Totalmente Nuevo y de Nuevos Affordances (prestaciones de servicios)

Se trata en este caso de aspectos ligados a las demandas de los clientes más que a las de los usuarios finales. En este caso se pensó en un producto apilable, aspecto fundamental para la logística de producción y traslado. Por otro lado, la empresa ofrecía el servicio complementario de colocación y ofrecía 5 años de garantía, lo cual es un aspecto intangible fundamental para los clientes. La variable de colores que ofrece el proceso productivo, por ejemplo, permitió abarcar diferentes clientes en los cuales los rasgos de pertenencia son claves.

4.2.1 Mejora en la Calidad de Uso del Producto

Estos aspectos fueron desarrollados en los requerimientos de diseño que guiaron a la idea, y están estrechamente ligados al usuario final del producto.

4.3 Estrategia General

El presente ítem se analizó tomando como punto de partida a la oportunidad de negocio potencial. En virtud de la información y datos recopilados se destaca la ausencia de la formulación escrita de una estrategia general y su consecuente plan estratégico, suplida de modo exitoso por el promotor en el desarrollo del proyecto, dada la experiencia, formación académica y convencimiento de éxito de la propuesta y el gerenciamiento de factores inter-actuales necesarios para el logro. Se infiere que de modo tácito el promotor del proyecto y cumpliendo su rol de desarrollador y coordinador del mismo, logró unir los puntos entre la idea inicial y la puesta en marcha hasta llegar al funcionamiento productivo y comercial rentable. De este modo logró para su producto un mercado no competido, del tipo océano azul basado en lograr innovación en valor. Dicho término más allá de lograr innovación tecnológica en productos y procesos, involucra y alinea tanto la innovación, como la utilidad, el precio y sus posiciones en costos (Cham Kim y Mauborgne, 2005).

Se infiere también que de modo tácito cumplió con los conceptos básicos de formular una estrategia de océano azul, dado el logro de un espacio de mercado sin competencia, que el mismo provocó una marcada pérdida de relevancia de sus competidores o similares, que creó y capturó nueva demanda, y que logró romper la disyuntiva de valor-costos, direccionando las actividades de la empresa al éxito de vincular justamente la diferenciación del producto nuevo con los bajos costos. En cuanto a los riesgos atenuados en la etapa de formulación de la antes mencionada estrategia no escrita pero desarrollada, la menor escala en cuanto a lotes de fabricación rentables y su modelo de negocios se destacan como puntos relevantes.

Desde el punto de vista de la ejecución, logró superar obstáculos claves de la organización como el desarrollo de proveedores y alianzas estratégicas, disminuyendo así riesgos organizacionales y de gestión. En cuanto al modelo para la toma de decisiones como otra variable de éxito, tanto en el proyecto como en el funcionamiento actual y diario de la empresa, consistió en un sistema horizontal, donde cada socio cuenta con igual peso y el objetivo primordial es llegar a la unanimidad.

En este análisis retrospectivo se analizó también la empresa tomando como base un cuadro comparativo de ciertos puntos salientes y distintivos de la estrategia general propia versus la de sus competidores. Esto permitió capturar y entender el esquema de generación de valor de ambos. Se incluyeron en él, tecnología de fabricación, características intrínsecas del producto, características del proceso productivo, presencia en mercados, costos de fabricación y precios. Si bien las empresas competidoras superaban y superan ampliamente a la empresa bajo estudio en el porcentaje de mercado nacional y global capturado, cuentan también con mucha presencia en licitaciones y presentaron precios menores en la licitación, el resto de las variables consideradas basaron su éxito

comercial tan fuertemente que inclusive vencieron barreras en licitaciones carentes de transparencia. Tanto las características diferenciales del producto, como las del proceso productivo y costos se considerarán en el punto estrategia tecnológica.

4.4 Comercialización del Producto – Inserción en el Mercado

Luego de la realización de la pre-serie de 500 unidades, el comité evaluador se vio frente a una propuesta totalmente diferente y superadora. Si bien su precio era mayor, el hecho de haber trabajado con una estrategia de diferenciación, dio lugar a ventajas comparativas que dejaron sin posibilidades a los competidores. El diseñador ahora contaba con el respaldo de una empresa con experiencia y había logrado la capacidad tecnológica para abastecer a todo el estadio con lo cual la empresa ganó la licitación y fabricó finalmente para este cliente alrededor de 23.000 butacas.

La difusión de este producto fue inmediata y el estadio servía como un canal de publicidad muy eficiente ya que mostraba el desempeño del producto en situaciones de uso reales. Fue así como crecieron las ventas de manera exponencial. A nivel nacional los clientes sucesores fueron: Club Atlético Boca Juniors, Club Atlético Independiente de Avellaneda, Huracán, Club Atlético San Lorenzo de Almagro, Instituto de Córdoba entre otros. Tras casi 15 años de su implementación, no han surgido empresas que compitan con esta tecnología en el nicho de mercado, lo cual deja en claro la efectividad de la estrategia adoptada. La empresa recibió propuestas para trasladarse a diversos países de Latinoamérica, en los cuales esta tecnología no se encuentra explotada (como es el caso de Perú y Bolivia, por nombrar solo dos). Se capturaron mercados inexplorados abasteciendo a estadios de Uruguay, Paraguay llevando a cabo procesos de exportación satisfactorios. Todos estos aspectos cuantitativos, en complemento con la coherencia en el accionar del diseñador en el camino entre la idea y la materialización del proyecto actúan de sustento para considerar al caso de estudio como exitoso.

5 Conclusiones

Analizando los diversos modelos de innovación, se puede ver un intento por lograr esquemas totalizadores y generalizables para diferentes contextos y organizaciones. Sin embargo, se puede inferir en que esto no es posible, ya que excluye la complejidad real que tiene cada problemática de diseño, y de algún modo idealiza el sistema en el que ocurren estos contextos. Otro de los aspectos relevantes es el hecho de que los modelos de innovación, son planteados a partir de la idea, y no abarcan la etapa previa de la cual surgen dichos disparadores. Esto lleva a una reducción binaria del análisis dando lugar a los procesos traccionados por la tecnología (technology –push) y los procesos impulsados por el mercado (market-pull), sin embargo se podría proponer una tercer categoría en la cual el factor que tracciona es el diseño a partir de un análisis-diagnóstico de situación. Así como un médico puede prever ciertos quiebres en situaciones futuras, el diseñador también tiene esta capacidad de captar señales débiles de los comportamientos de los futuros usuarios y traducirlo a una hipótesis futura que posteriormente será la base del desarrollo del producto o servicio que dé respuesta a esa conducta colectiva. Es decir, se puede pensar que el mercado actúa de manera pasiva, y de algún modo el diseñador detecta los espacios inexplorados que generan nuevas demandas.

Es interesante poner en relevancia, que a diferencia de los productos del denominado diseño de autor que generalmente están destinados a un público exclusivo y muchas veces tienen una baja complejidad tecnológica, el caso de estudio abordado es un claro ejemplo de diseño anónimo. Se trata un producto de uso colectivo, producido en serie y que requirió un esfuerzo tecnológico considerable. En suma, el diseño debe enfrentarse a esta paradoja en la cual, los productos que generan un gran impacto en las formas de uso de las personas, no son asociados a la disciplina proyectual que les dio origen, mientras que los productos de autor construyen semánticamente a fuerza de publicidad y fantasía el imaginario colectivo de la palabra diseño. En respuesta al análisis retrospectivo realizado se describen a continuación las conclusiones que pueden inferirse como relevantes para el éxito de la gestión de la innovación tecnológica realizada, entendiendo dicho éxito como el funcionamiento rentable de una empresa una vez terminado el desarrollo e implementación del proyecto en cuestión.

- En primer medida y como punto destacado se considera al diseñador industrial cómo factor crítico de éxito, dado que su formación académica y rol profesional permitió ante la visión de una oportunidad de negocios, integrar en un proyecto una idea inicial determinada, las necesidades, intereses y gustos de un cliente potencial y las capacidades tecnológicas disponibles para llevarlo a cabo de modo rentable en el entorno socioeconómico y político del momento.

- La estrategia tecnológica fue el componente inicial y relevante de éxito como parte de la estrategia general de la empresa, ya que permitió tanto utilizar un proceso industrial existente en otro tipo de productos, como así también la adaptación necesaria a los requerimientos de costos y el punto de equilibrio del proyecto en cuestión.
- La gestión de la innovación llevada a cabo provocó una consecuente innovación tecnológica incremental en el proceso industrial, permitiendo reducir sensiblemente tiempos y costos negativos en el *cash flow* acumulado del proyecto hasta llegar a su punto de equilibrio.
- La elección de la estrategia tecnológica y el proceso industrial asociado, como consecuencia de haber definido inicialmente y de modo no escrito los valores de “calidad” y “seguridad ante actos vandálicos”, sumado también a la decisión de trabajar bajo estándares de calidad del rubro juguetes, acotaron el perfil tipo del fabricante y tiempo de búsqueda del mismo como socio estratégico indispensable para el desarrollo del proyecto.
- Retrospectivamente y pese a no contar con un documento escrito de la estrategia general desarrollada y su plan estratégico, se infiere que en el proyecto se empleó una estrategia del tipo “océano azul”, ya que cumplió con el precepto de desarrollar innovación en valor, asociando la creación de valor percibida por el cliente con una estructura de costos menor.
- La gestión de la innovación desarrollada tanto en el proyecto como en la empresa hoy en funcionamiento otorgó fortaleza al modelo de negocios empleado, permitiendo que la propuesta de valor cuente con una fuerte barrera distintiva frente a la competencia tanto en sus características intrínsecas como en la relación del punto de equilibrio por la masa crítica rentable fabricada. Esto impidió ser descartado en licitaciones bajo prácticas no transparentes.
- La gestión de innovación tecnológica bajo estudio, tanto en producto como en proceso, provocó consecuentemente mejoras en la calidad de gestión y productos de proveedores.

Finalmente y por fuera de los límites de la gestión de la innovación tecnológica, el presente caso es una muestra también de innovación en la gestión de modelo de negocios. El desarrollo de un tipo de sociedad particular y el sistema de toma de decisiones y resolución de conflictos empleado son una muestra acabada de ello. Ante la pregunta realizada al desarrollador respecto de que consideraba él como aspecto relevante del éxito del proyecto, contestó su formación académica de grado y postgrado en la universidad.

Referencias Bibliográficas

- BONSIEPE, G. (2010). El Diseño en Tiempos de Turbulencias. Primer Congreso Internacional de Diseño e Innovación de Cataluña.
- CHAM KIM, W., R. MAUBORGNE (2005). La Estrategia del Océano Azul. Editoriañ Norma.
- CHIAPPONI, M. (1999). Cultura Social del Producto. Editorial Infinito.
- LEIRO, R. (2006). Diseño, Estrategia y Gestión. Ediciones Infinito.
- LITTLE, A:D: (1981). The Strategic Management of Technology. Cambridge, Massachusetts.
- MARQUIS, D.G. (1969). The Anatomy of Successful Innovations. National Science Foundation, Technical Report, Vol. 69.
- PLANELLAS, M., A. MUNNI (2015). Las Decisiones Estratégicas. Los 30 modelos más Útiles. Editorial Conecta.
- ROTHWELL, R. (1994). Towards the Fifth-generation Innovation Process. International Marketing Review, Vol. 11 Issue 1, pp.7 – 31.
- STRATEGOR (1988). Stratégie, Structure, Décision, Identité Ed. Interdictions.

14TC-A5-Destoxificación de la Almendra de Higuierilla (*Ricinus communis*) y Evaluación de la Toxicidad Crónica de su Fracción Proteínica en Ratones (vía oral)

Lucas Florentino B.

berlucas@unam.mx (Dpto de Alimentos y Biotecnología, Fac. de Química/UNAM)

Romero Flores P.

(Dpto de Alimentos y Biotecnología, Fac. de Química/UNAM)

Ramírez Lezama J.

(Dpto. de Patología, Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia/UNAM)

Resumen

La biodiversidad vegetal en México es extensa y se busca el aprovechamiento de estos recursos renovables, en particular la búsqueda de nuevas fuentes de oleaginosas y que además presenten una concentración importante de proteína. Un recurso vegetal que ofrece lo anterior es la semilla de higuierilla (*Ricinus communis*); sin embargo, este recurso vegetal contiene factores tóxicos naturales, como la ricina y ricinina, la primera es una enterotoxina, mientras que la segunda es un alcaloide neurotóxico; no obstante, con un tratamiento adecuado (destoxificación) se pueden eliminar estos compuestos indeseables. La destoxificación de la semilla se realizó por un tratamiento con calor húmedo y descascarillado, para posteriormente desengrasar el material y obtener lo que se denominó concentrado proteínico de la almendra de higuierilla destoxificada (CPAHD), al cual se le realizó la evaluación de toxicidad crónica por vía oral en ratones, los cuales se alimentaron con pellets por 14 semanas, donde de acuerdo a la toxicidad aguda previamente realizada, se incorporaron tres niveles de CPAHD a los pellets. Al término del bioensayo se realizó la evaluación de parámetros de crecimiento corporal, determinación de hemograma y bioquímica sanguínea de los animales de experimentación; además, se realizó la necropsia de los animales para observar parámetros morfológicos de los siguientes órganos: corazón, hígado, pulmones, riñones y bazo, así como la evaluación histológica de estos mismos órganos. Con base en los resultados obtenidos y el análisis estadístico pertinente, se obtuvo un valor provisional de dosis donde no se observa efecto tóxico (NOEL) para el CPAHD.

Palabras clave: oleaginosas, *Ricinus communis*, destoxificación, NOEL

Introducción

En la actualidad la desnutrición todavía representa un problema en ciertas regiones de la población mundial (FAO, 2010). En el caso particular de México, la prevalencia de la desnutrición proteínico-energética sigue siendo un problema de salud pública, que afecta a la sociedad de bajos recursos en especial a comunidades rurales y en particular a la población infantil (Rivera, 2009; Fernández & Viguri, 2010). Actualmente se han planteado propuestas para su solución al problema anterior, como es la utilización de los recursos naturales que ofrece el territorio nacional, sobre todo en el aprovechamiento de la extensa biodiversidad en áreas industriales y tecnológicas (Fernández & Viguri, 2010). Una parte de estas acciones, están encaminados a la obtención de nuevas oleaginosas, que además sean fuente de proteína para suplementar la dieta básica, denominándose a estos recursos vegetales novedosos, como alimentos no convencionales, los cuales en principio no se consumen por contener agentes tóxicos y/o antinutrientales, pero con un tratamiento adecuado y económicamente rentable se pueden eliminar dichos agentes para su utilización en alimentación animal como primera instancia y posteriormente en la complementación de la dieta humana (Derksan et al., 1994; Gübits et al., 1999). La planta de higuierilla (*Ricinus communis*) pertenece a la familia *Euphorbiaceae*, es un arbusto dioico, anual, considerado como una planta invasiva, resistente a condiciones climáticas y edafológicas adversas, que crece en climas tropicales y semitropicales y utilizada desde tiempos antiquísimos (los egipcios la utilizaban hace 4.000

años atrás) y en nuestro país está ampliamente distribuida en forma silvestre o arvense, siendo utilizada industrialmente en la obtención de aceite de ricino, pues la almendra puede contener del 35 al 55% de aceite (Harborne et al., 1998; Castillo, 2011; Oplinger et al., 2015). La torta resultante después de la extracción del aceite, es utilizada como fertilizante, ya que a pesar de que posee un alto contenido proteico, no es utilizado con fines alimenticios ya que contiene factores tóxicos naturales como son la ricina y la ricinina, la primera es una lectina que por vía oral actúa como enterotoxina y dependiendo de la dosis ingerida, puede ser letal para humanos y animales; mientras que la segunda es un alcaloide que tiene efectos sobre el sistema nervioso, provocando desde náuseas, vómito, daño renal y hepático, hasta convulsiones y la muerte por depresión respiratoria (Anadan, 2005; Castillo, 2011; Valdo, 2011).

Con referencia a lo anterior, el presente trabajo con base en resultados de un trabajo previo (Castillo, 2011), donde se desarrolló el proceso de destoxificación de la almendra de higuierilla, obteniéndose un auténtico concentrado proteico (> 50% de proteína), al cual se evaluó su toxicidad aguda de ésta fracción destoxificada; se pretende confirmar la relativa inocuidad del material biológico destoxificado, ahora con un ensayo toxicológico a largo plazo (crónico), con la finalidad de obtener el parámetro toxicológico de suma relevancia, denominado como la dosis donde no se observe efecto adverso o **NOEL** (de las siglas en inglés: No Observed Effect Level), importante en la disciplina de Toxicología de los Alimentos y visualizar el posible aprovechamiento de la fracción proteínica de este recurso vegetal, en primera instancia en alimentación animal (Van der Heijden et al., 1999; Desphande, 2002; Repetto & Cameran, 2006).

Material y métodos

Los frutos de higuierilla fueron colectados de los alrededores de municipio de *Zacualtipan*, Hidalgo, principalmente del poblado de San Agustín Metzquititlan, de los cuales se obtuvieron las semillas y en la **figura 1** se ilustra el desarrollo experimental y a continuación se describen los detalles más relevantes.

Contando con todas las semillas, se eliminaron aquellas dañadas física y biológicamente y se procedió a su proceso de destoxificación, inicialmente las semillas se colocaron en agua destilada y se sometieron a un tratamiento con calor húmedo, por medio de una autoclave HIRAYAMA modelo HA-300 MII a 121 °C (15 psi) por 15 minutos, se sacaron del autoclave y posteriormente las semillas se colocaron en una estufa de secado con circulación forzada por 16 hrs. a 55 ± 2 °C. Una vez secas las semillas, se procedió al descascarado cuyo objetivo es separar la cáscara de la semilla de higuierilla, ya que en el pericarpio de la semilla se reporta que se concentra la mayor parte de ricinina y así obtener la almendra (Castillo, 2011).

A las semillas libres de cascarilla (almendras) y secas, se procedió a fraccionarlas en un molino THOMAS WILEY modelo 4 y que pasaran la malla de 4 mm, las almendras fraccionadas se colocaron en la funda de tela dentro del tubo contenedor de extracción de un dispositivo tipo Soxhlet, para procesar aproximadamente de 2 a 2½ kg de material biológico, mostrándose éste en la **Figura 2**. Se usó hexano grado técnico como disolvente de extracción y una vez que se montó el dispositivo de extracción completo como se muestra en la **Figura 2**, se verificó que el equipo no tuviera fugas y funcionará adecuadamente, para después de aproximadamente 30 hrs de funcionamiento continuo, se procedió hacer una prueba para verificar la casi completa extracción de la fracción grasa de las almendras de higuierillas destoxificada. Contando con el material biológico desengrasado, se desmonta el dispositivo tipo Soxhlet (**Figura 2**) y las almendras fraccionadas y desengrasadas dentro de la funda de tela, se sacan de ésta y se esparcen en charolas de aluminio bajo una campana de extracción para la evaporación del disolvente residual y posteriormente este material se somete a un fraccionamiento fino, a través de un molino FOSS TECATOR modelo Cyclotec 1093 que pase la malla de 0,5 mm, obteniéndose el material que se denominó Concentrado Proteínico de la Almendra de Higuierilla Destoxificada (**CPAHD**) y como se pudo observar de la **Figura 1**, también se obtiene la grasa cruda (extracto hexanólico) de este mismo material biológico.

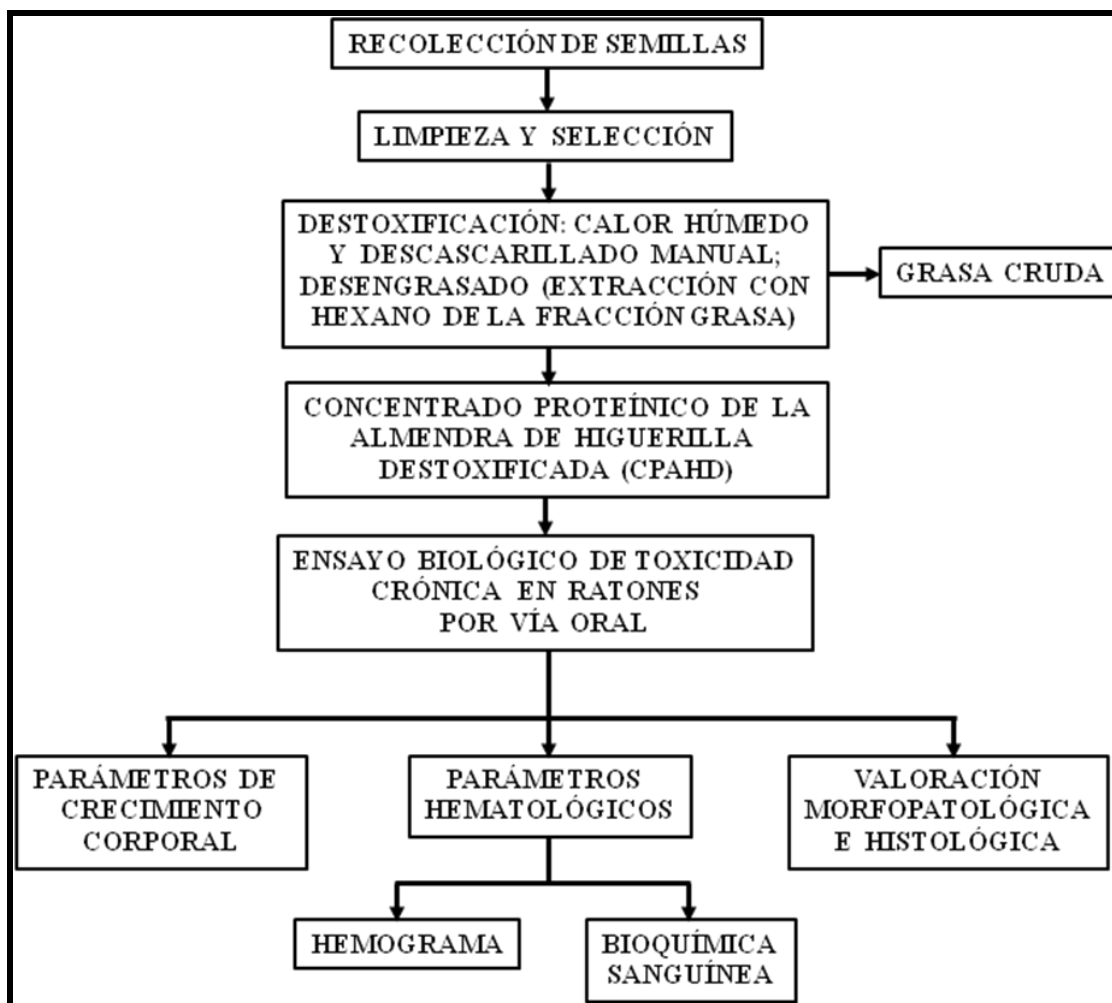


Figura 1. Diagrama de trabajo general del presente trabajo experimental

Para el ensayo biológico de toxicidad crónica (bioensayo), se eligió trabajar con ratones, ya que es un modelo biológico ampliamente usado y recomendado en estudios de toxicidad y además por su tamaño, requiere de relativamente menor cantidad de material biológico a ensayar (Anderson & Conning, 1993; Ballantyne et al. 1993). El protocolo del ensayo biológico fue sometido al Comité Institucional para el Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio de nuestra institución (CICUAL), y una vez con la aprobación del CICUAL, se llevó a cabo el desarrollo del bioensayo que a continuación se describe.

Para el bioensayo se utilizarán ratones de la cepa ICR machos recién destetados (16.0 a 20.0 g) de la compañía Harlan Laboratories de México y como es necesario desde el inicio y a través del desarrollo del bioensayo, tener identificados a los animales en forma individual, se tuvieron que marcar en las orejas con un dispositivo especial (perforador de orejas para roedor NEWPORT) y de acuerdo a la **Figura 3** se identificaron los animales de experimentación



Figura 2. Dispositivo de extracción tipo Soxhlet para procesar el material biológico

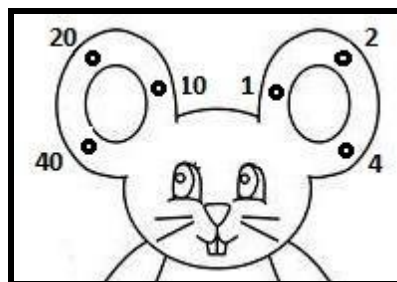


Figura 3. Perforación de la oreja u orejas del ratón visto de frente y los valores asignados pueden ser acumulativos ($1+2+4 = 7$; $20+1+2 = 23$)

Para el bioensayo se requirió de 50 animales, los cuales se distribuyeron en 5 lotes de 10 animales cada uno, realizándose la distribución de acuerdo a su peso corporal por el método de “Culebra Japonesa”, para tener la menor diferencia de peso entre los diferentes lotes (Castillo, 2011). Con base en un estudio previo de toxicidad aguda del CPAHD, se decidió probar tres dosis del CPAHD, que fueron 10.000, 15.000 y 20.000 mg/kg peso corporal (**p. c.**) por vía oral (Castillo, 2011), aparte de dos controles, uno que consistió en los pellets especiales para alimentar ratones de la marca TEKLAD y otro donde se incorporó un concentrado de proteína de soya equivalente a una dosis de 15.000 mg/kg p. c. y en la **Tabla 1** se describen los cinco diferentes grupos que se incluyeron en el bioensayo.

Contando con 5 grupos o lotes de 10 animales y los pellets comerciales en donde se incorporo el material biológico a probar, se llevó a cabo el bioensayo en la Unidad de Experimentación Animal de nuestra institución (**UNEXA**), que reúne las condiciones ambientales y de alojamiento necesarias para poder llevar a cabo un bioensayo, como son humedad relativa de 30-35%, temperatura de 24 ± 2 °C, ciclos de 12 hrs. de iluminación y 12 hrs. de oscuridad, entre otros (SAGARPA, 2001; National Research Council, 2002) y a continuación se describen los detalles más relevantes del desarrollo experimental.

Tabla 1. Grupos de prueba para el Bioensayo de Toxicidad Crónica

GRUPO	Descripción del alimento proporcionado a los animales de experimentación (14 semanas)	Incorporación en los pellets (%)	Dosis equivalente (mg/kg p.c.)*	CLAVE
Control 1	Pellets de la marca Tekald® con un contenido de 18% de proteína	-----	-----	CPT
Control 2	Incorporación de un concentrado proteínico de soya	7,5	15.000	CS75
Dosis 1	Incorporación del CPAHD a los pellets de Teklad® a tres diferentes niveles, con base en la prueba previa de toxicidad aguda	5,0	10.000	HI50
Dosis 2		7,5	15.000	HI75
Dosis 3	(Castillo, 2011)	10,0	20.000	HI100

* De acuerdo a la ingesta de alimento por día reportado para esta cepa de ratón, la dosis indicada es aproximada (**Anderson & Conning, 1993**)

Se suministro alimento y agua *ad libitum* llevándose un control de peso individual cada tercer día y al mismo tiempo se pesó el alimento consumido por grupo, ya que se colocaron 5 ratones por caja para cumplir con las especificaciones de espacio mínimo y durante todo el experimento se observaron detalladamente los animales, con el fin de aplicar el punto final humanitario si era requerido (National Research Council, 2002; AVMA, 2007). Al final del experimento que duró 14 semanas, se pesaron los animales para poder obtener parámetros de crecimiento corporal como incremento en peso, eficiencia alimentaria y además obtener las curvas de crecimiento de los diferentes grupos. La noche previa al final del experimento, se les quito el alimento y solo se dejo agua (ayuno), con el fin de que al día siguiente se obtuviera aproximadamente de 250 a 500 μ L de sangre de la vena seno-orbital de cada uno de los animales de experimentación, para poder evaluar parámetros hematológicos, tanto de hemograma como de bioquímica sanguínea, realizando lo anterior previa anestesia de los animales y punción seno-orbital, ya que es una forma de obtener suficiente sangre de ratones sin producir su muerte (SAGARPA, 2001). Cada grupo de 10 animales se dividió en dos para obtener 5 muestras individuales para realizar el hemograma y otra serie de 5 muestras para la bioquímica sanguínea, con el fin de realizar el análisis estadístico pertinente. Una vez realizada la sangría de los animales, se procedió a su eutanasia para realizar la necropsia y obtener los siguientes órganos: corazón, hígado, pulmones, riñones y bazo, los cuales se pesaron inmediatamente de su disección, con el fin de obtener la relación porcentual de cada órgano y además efectuar el examen morfológico, por un médico veterinario experto en Patología con que se cuenta en la UNEXA (Anderson & Conning, 1993; Ballantyne et al., 1993; SAGARPA, 2001; AVMA, 2007). Los órganos descritos se colocaron en frascos con formol al 10% amortiguado (pH 7.2-7.4), para su posterior examen histológico de cada uno de los órganos extraídos, realizándose esta parte del estudio en el Depto. de Patología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de nuestra institución.

Como se puede observar de la **Figura 1**, se trató de obtener la mayor información de los animales de experimentación, con el fin de cumplir con lo establecido en las directrices de “Bienestar Animal” y que debe reunir un bioensayo, para que sea aprobado por el CICUAL de nuestra institución (National Research Council, 2002). A continuación se indican los parámetros obtenidos de los diferentes grupos del bioensayo de toxicidad crónica, listándose primero los parámetros de crecimiento que fueron: incremento en peso, curvas de crecimiento corporal, alimento consumido y en consecuencia eficiencia alimentaria; en tanto que para el hemograma incluyó: hematocrito, cuenta de eritrocitos, concentración de hemoglobina, hemoglobina corpuscular media, volumen corpuscular medio y concentración de hemoglobina corpuscular media, además, la cuenta de leucocitos y plaquetas. Para el caso de la bioquímica sanguínea se obtuvieron: concentración de glucosa, colesterol, triglicéridos, ácido úrico, creatinina y urea. De la necropsia de los animales de experimentación se evaluó el examen morfológico de los siguientes órganos: corazón, hígado, pulmones, riñones y bazo, además se calculó la relación porcentual de éstos y posteriormente se contó con el estudio histológico de los mismos órganos. Un bioensayo tiene implícitamente la variabilidad biológica, por lo que fue necesario analizar los resultados con las pruebas estadísticas pertinentes y el apoyo del programa STATGRAPHICS ver. 5,1 (Anderson & Conning, 1993; Ballantyne et al., 1993; Coronado, 1994)

Resultados y discusión

En la **Tabla 2** se presenta como antecedente, el análisis proximal de la semilla de higuera así como del CPAHD, datos tomados del trabajo previo mencionado, donde se demuestra que este recurso vegetal es una auténtica oleaginosa y además con un contenido significativo de proteína, donde se obtuvo el preparado de este material biológico denominado CPAHD, considerado como un auténtico concentrado proteínico (> 50% de proteína).

Tabla 2. Análisis proximal de diferentes preparados de la higuera*

COMPONENTE	Semilla de higuera	Almendra de higuera	CPAHD
HUMEDAD	5,66 ± 0,059	3,89 ± 0,077	2,74 ± 0,089
PROTEÍNA	18,92 ± 0,120	23,81 ± 0,400	61,23 ± 0,610
GRASA CRUDA	41,51 ± 1,960	56,87 ± 1,002	2,62 ± 0,018
CENIZAS	3,54 ± 0,087	3,12 ± 0,066	8,20 ± 0,020
FIBRA CRUDA	23,80 ± 0,380	4,98 ± 0,064	3,59 ± 0,613
HIDRATOS DE CARBONO	6,57	7,45	10,59

* Datos obtenidos de un trabajo previo de la semilla de higuera por **Castillo, 2011**

A continuación sólo se presentan los resultados más relevantes del presente trabajo y en primera instancia tenemos la **Figura 4**, que nos muestra las curvas de crecimiento de los diferentes lotes o grupos de animales ensayados y que se describen en la **Tabla 1**.

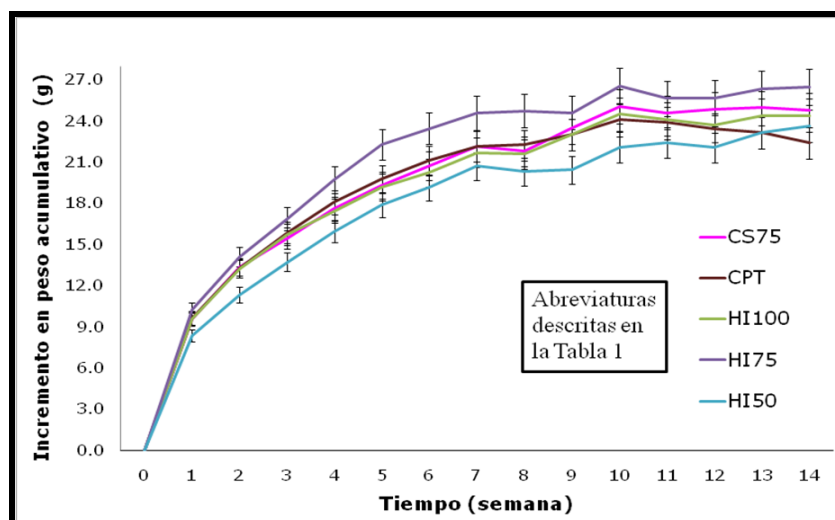


Figura 4. Curvas de crecimiento de los diferentes grupos del bioensayo

La gráfica presentada en la **Figura 4** en cierta forma engloba los parámetros de crecimiento corporal evaluados y se observa que se traslapan las diferentes curvas, indicando que no se presentó diferencia estadística significativa, corroborado con la prueba estadística apropiada, incluso al final del bioensayo el grupo que presentó un mayor incremento en peso fue el alimentado con 7.5% de CPAHD (**HI75**) y no los controles como podría esperarse, pero sin presentar diferencia estadística.

Para los resultados hematológicos referente al hemograma, sólo presentamos las gráficas de barras de cuenta de eritrocitos y concentración de hemoglobina en las **figuras 5 y 6**, donde se observa que no mostraron diferencia significativa de ambos parámetros hematológicos y fue lo mismo para los demás parámetros de la serie roja.

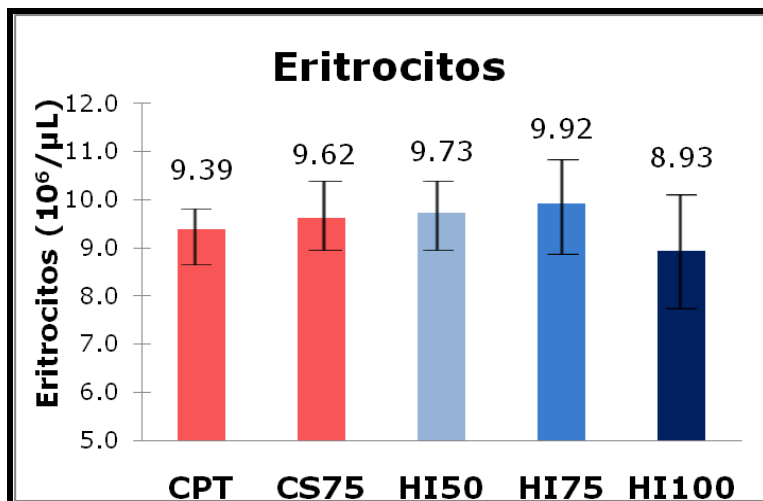


Figura 5. Cuenta de glóbulos rojos en millones/microlitro

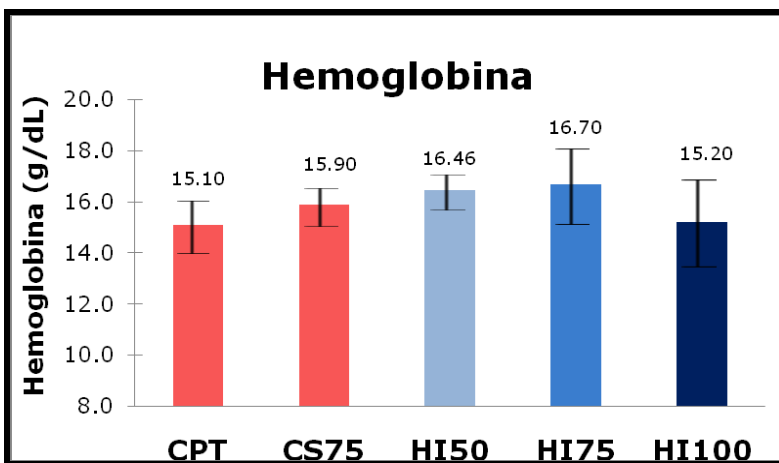


Figura 6. Concentración de hemoglobina g/100 mL

Para el caso de la serie blanca, también se observó que no hubo diferencia significativa estadísticamente entre los diferentes grupos de animales alimentados con las pellets especiales para ratones (control) y aquellos donde se les incorporó tanto la soya (control) como el CPAHD y solo se presenta en la **Figura 7**, la gráfica de barras que corresponde a la cuenta de leucocitos, donde se corrobora lo indicado previamente.

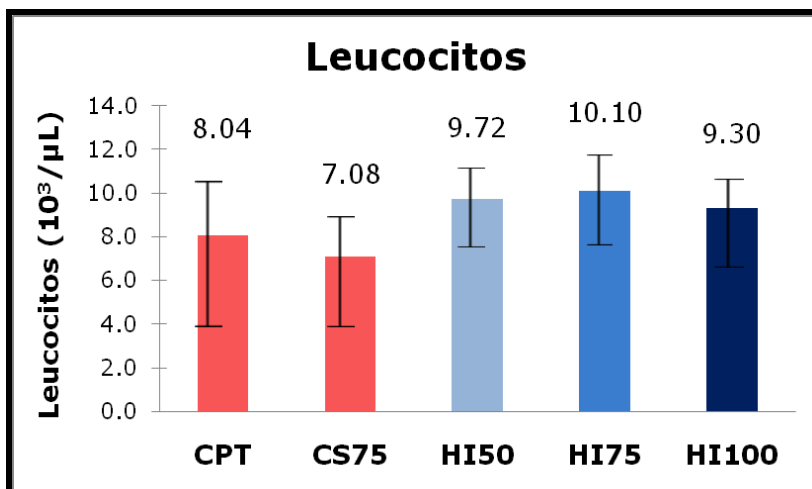


Figura 7. Cuenta de glóbulos blancos en miles/microlitro

Referente a los resultados de la bioquímica sanguínea, éstos fueron similares en el aspecto de no presentar diferencia significativa entre ninguno de los grupos de animales ensayados y sólo se presenta la gráfica de barras de la concentración de glucosa en la **Figura 8**, que nos confirma lo mencionado.

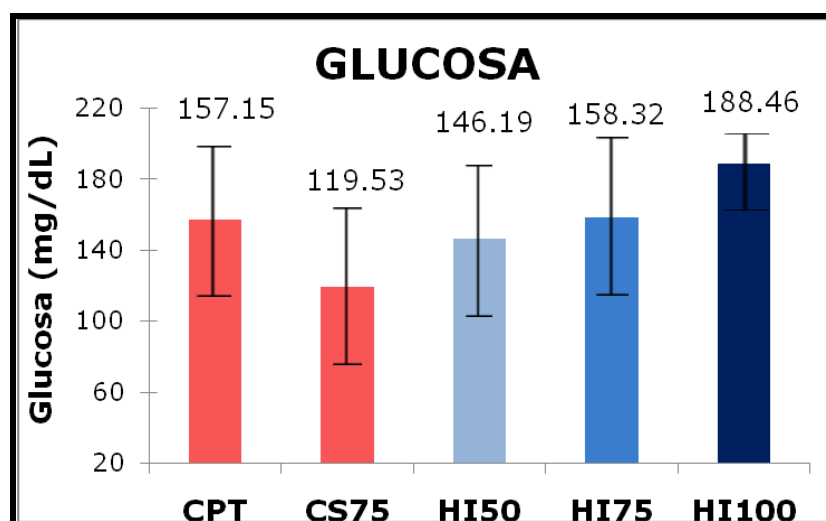


Figura 8. Concentración de glucosa sanguínea en mg/100 mL

Para el caso de las observaciones morfológicas de los órganos evaluados, no se observó ninguna anomalía en éstos y una forma de corroborar la anterior evaluación de manera cuantitativa, es observar los resultados de la relación porcentual de los diferentes órganos, presentándose estos resultados en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Relación porcentual de los órganos evaluados en el bioensayo*

GRUPO	Bazo	Corazón	Hígado	Pulmones	Riñones
CPT	0,35 ± 0,089	0,63 ± 0,078	5,01 ± 0,553	0,78 ± 0,063	1,57 ± 0,213
CS75	0,39 ± 0,127	0,66 ± 0,145	4,72 ± 0,886	0,80 ± 0,208	1,65 ± 0,506
HI50	0,43 ± 0,102	0,64 ± 0,165	5,27 ± 0,809	0,85 ± 0,161	1,60 ± 0,092
HI75	0,40 ± 0,130	0,60 ± 0,121	5,59 ± 0,420	0,80 ± 0,147	1,73 ± 0,166
HI100	0,40 ± 0,096	0,62 ± 0,067	5,50 ± 0,447	0,81 ± 0,088	1,65 ± 0,154

* Se presenta el valor promedio ± desviación estándar y no se presentó diferencia estadística significativa dentro de las columnas ($p \leq 0,05$)

Los resultados de la **Tabla 3**, indican que ningún órgano evaluado presentó un agrandamiento (hipertrofia y/o hiperplasia) o reducción (atrofia) anormal, que en cierta forma está de acuerdo con la evaluación morfológica; además, los estudios histológicos de los mismos órganos, confirmaron lo anterior, ya que no se presentó ninguna anomalía a nivel celular.

Conclusiones

Con base en los resultados del presente trabajo, se pudo confirmar la relativa inocuidad del CPAHD, que previamente se había obtenido, con la prueba de DL_{50} en donde se observó que hasta una dosis de 15.000 mg/kg no produjo efectos tóxicos (Castillo, 2011); sin embargo, es necesario e indispensable efectuar estudios a largo plazo y con lo realizado en este estudio crónico en ratones, que de acuerdo a los resultados experimentales obtenidos, para el caso de los animales que consumieron los pellets al 10% de CPAHD, si en promedio hubo un consumo de 4,67 g/día de pellets y a su vez el promedio del p. c. fue de 40,8 g, se puede asumir que consumieron 114,46 g de pellets por kg de p. c. diario, o sea que ingirieron 11,44 g de CPAHD por kg de p. c.-día y en términos de proteína corresponde aproximadamente a 7 g de proteína/kg p. c.-día. Además, con base a los anteriores resultados se puede proponer un NOEL provisional de 11.446 mg CPADH/kg p. c./día, con la posibilidad de poder establecer una Ingesta Diaria Admisible (DDA) de la fracción proteínica de la almendra de higuera destoxificada.

Bibliografía mínima

ANANDAN, S., ANIL KUMAR, G. AND RAMACHANDRA, K. 2005. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. *Animal Feed Science and Technology*. 120, 159–168

ANDERSON, D. AND CONNING, D. 1993. *Experimental toxicology (the basic issues)*. 2th edition, Royal Society of Chemistry. Cambridge

AVMA PANEL ON EUTHANASIA. 2007. AVMA guidelines on euthanasia. Published by American Veterinary Medical Association. Washington, DC

BALLANTYNE, B., MARRS, T. AND TURNER, P. 1993. *General & applied toxicology*. Vol. 1, Stockton Press. New York

CASTILLO, M. 2011. Evaluación bromatológica de la fracción proteínica de la almendra destoxificada de higuera (*Ricinus communis*). Tesis de la Fac. de Química, UNAM, pág. 5-9, 107-109, Cd. de México

CORONADO, J., CORRAL, A., LÓPEZ, P., MIÑANO, R., RUÍZ, B. Y VILLÉN, J. 1994. *Estadística aplicada con statgraphics*. Addison-Wesley Iberoamericana. Delaware

DERKSAN, J., MUUSE, B. AND CUPERUS, F. 1994. Processing of novel oil crops and seed oils. In: *Designer oil crops (breeding, processing and biotechnology)*. Murphy, D. (Ed.) VHC, pp. 253-281, New York

DESPHANDE, S. 2002. *Handbook of food toxicology*. Marcel Decker, Inc. New York

FAO. 2010. Segundo informe sobre el estado de “Los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura en el mundo” [consultada en Abril de 2015]

Disponible:

<http://www.fao.org/docrep/meeting/022/k9375s.pdf>

FERNÁNDEZ, S. Y VIGURI, R. 2010. La Mortalidad por desnutrición en México en menores de cinco años, 1990-2009. *Boletín Médico del Hospital Infantil. Mex.* 67, 471-473

GÜBITZ, G., MITTELBAACH, M. AND TRABI, M. 1999. Exploitation of tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. *Bioresource and Technology*. 67, 73-82

HARBORNE, J., HERBER, B. AND MOSS, G. 1998. *Dictionary of plant toxins*. John Wiley and Sons. New York. Pp. 321

NATIONAL RESEARCH CONUCIL. 2002. Guía para el cuidado y uso de animales de laboratorio (traducción al español). National Academic Press. Washington DC

OPLINGER, E., OELKE, E., KAMINSKI, A., COMBS, S., DOLL, J. AND SCHULER, R. 2012. Castor beans. *Alternative Field Crops Manual*, University of Wisconsin Cooperative Extension Service, University of Minnesota Extension Service, Center for Alternative Plant & Animal Products. [Consultada en Noviembre de 2015]

Disponible:

<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/castor.html>

REPETTO, M. Y CAMERÁN, A. 2006. *Toxicología de alimentos*. Ediciones Díaz Santos. Madrid

RIVERA, J. 2009. Improving Nutrition in Mexico: the use of research for decision making. *Nutrition Reviews*. 67, 62-65

SAGARPA. 2001. NOM-062-ZOO-1999: Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de animales de laboratorio. Diario Oficial de la Federación. Cd. de México

VALDO, J., ALVES, J. AND ALVES, G. 2011. Detoxification of castor bean residues and the simultaneous production of tannase and phytase by solid-state fermentation using *Paecilomyces variotii*. Bioresource and Technology. 102, 7343-7348.

VAN DER HEIJDEN, K., YOUNES, M., FISHBEIN, L. AND MILLER, S. 1999. International food safety handbook (science, international regulations, and control). Marcel Decker, Inc. New York.

15TC-A5-Producción de Enzimas Pectinolíticas por Fermentación: Eficacia del Método de Producción y Downstream

María Carolina Martín (FCAI/UNCUYO–CONICET)

Vilma Inés Morata de Ambrosini (FCAI/UNCUYO–CONICET)

Resumen

Las enzimas pectinolíticas o pectinasas son naturalmente producidas por muchos organismos, tales como bacterias, hongos, levaduras, insectos, protozoos y plantas. Dichas enzimas son polisacaridasas que degradan la pectina presente en la lamela media y pared celular primaria de las células vegetales. Un proceso industrial típico de producción enzimática es la “fermentación sumergida” (FSum), la cual implica un cultivo líquido del microorganismo productor de la enzima, normalmente en condiciones aeróbicas, desarrollado en un biorreactor agitado. El objetivo del presente trabajo fue evaluar diferentes métodos de producción enzimática y procesos de downstream o purificación parcial, a partir de cultivos de una cepa bacteriana productora de enzimas pectinolíticas, para la obtención de una preparación enzimática a escala piloto o industrial con potencial uso en la industria vitivinícola. Los métodos de producción incluyeron cultivos estáticos, incubados en frascos de cultivos en condiciones controladas, o mediante el uso de un biorreactor semiautomático. Los mejores resultados fueron obtenidos para el cultivo desarrollado en el biorreactor, alcanzándose una mayor biomasa y producción de enzimas pectinolíticas en muy corto período de tiempo. La concentración de las preparaciones enzimáticas se efectuó mediante evaporador rotativo a presión reducida, y como parte del proceso de downstream se utilizó la ultrafiltración, mediante filtración tangencial con membranas de cut-off de 10 KDa. La ultrafiltración no logró una correcta purificación de las enzimas de interés, debido a que se observaron grandes pérdidas de la actividad enzimática durante el proceso. Sin embargo, una concentración en volumen fue lograda, a expensas de un mantenimiento en los niveles de actividad enzimática respecto a la inicial, obteniéndose un producto final apto para su potencial aplicación industrial.

Palabras claves: producción enzimática, “fermentación sumergida”, purificación, pectinasas.

1. Introducción

Las enzimas pectinolíticas o pectinasas son polisacaridasas que degradan la pectina presente en la lamela media y pared celular primaria de las células vegetales. Esta capacidad es ampliamente utilizada en la elaboración de vinos ya que las pectinasas pueden ayudar a mejorar la clarificación y filtrabilidad de los vinos, y aumentar el rendimiento en mosto así como la extracción de compuestos polifenólicos y de color atrapados en los hollejos (Martín y Morata de Ambrosini, 2014).

En enología, las preparaciones enzimáticas son producidas por algunas cepas de microorganismos, principalmente hongos, no modificados genéticamente, y contienen numerosas actividades enzimáticas, predominando una de ellas. Las cepas normalmente utilizadas son *Aspergillus niger* y *Trichoderma harzianum*, debido a la facilidad para obtener pectinasas y glucanasas, respectivamente, de estos hongos. Estas cepas son reconocidas como GRAS⁷ por la FDA (*Food and Drug Administration*) y su uso está aceptado por la O.I.V. (Organización Internacional de la Viña y el Vino).

La producción de pectinasas, a partir de cepas fúngicas o bacterianas, puede llevarse a cabo tanto por fermentación sumergida (FSum), como por fermentación en sustrato sólido (FSS) (Pedroni y col., 2009). Un proceso industrial típico de producción enzimática es la FSum, la cual implica un cultivo líquido del microorganismo productor de la enzima, normalmente en condiciones aeróbicas, desarrollado en un biorreactor agitado. Por su parte, en la FSS se hace uso de un medio simple, consistiendo normalmente en un producto de la agricultura no refinado, el cual le provee al microorganismo un medio soporte para inmovilizarlo y todos los nutrientes necesarios para el crecimiento microbiano. Los sustratos más empleados son los subproductos agro industriales, tales como bagazo de caña de azúcar, salvado de trigo, bagazo de manzana y cítricos, pulpa de café,

⁷ GRAS (*Generally Recognized As Safe*): Generalmente reconocidas como seguras.

orujo de uva agotado, etc. Éstos, generalmente, se utilizan en combinación y/o complementados con fuentes de carbono y energía fácilmente metabolizables (melazas, maltodextrinas, polisacáridos, etc.) y otros nutrientes (sales de calcio, urea, fosfatos, etc.). Sin embargo, la recuperación de las enzimas y purificación en este método resulta más difícil y costosa, además de requerir mayores tiempos de fermentación (Sibel Uzuner y Deniz Cekmecelioglu, 2015). Por otro lado, la Fsum es más fácil de controlar a mayor escala y ha sido exitosamente usada para la producción de distintos metabolitos desde la década del 40. Particularmente, la producción de pectinasas a partir de distintas especies de *Bacillus* por FSum ha sido reportado exitosamente por muchos autores (Sharmaand Satyanarayana, 2006; Ahlawat y col.,2009; Joshi y col., 2013).

La Figura 1 muestra el *flowchart* del proceso de fermentación (FSum) y *downstream* de una preparación enzimática de origen microbiano.

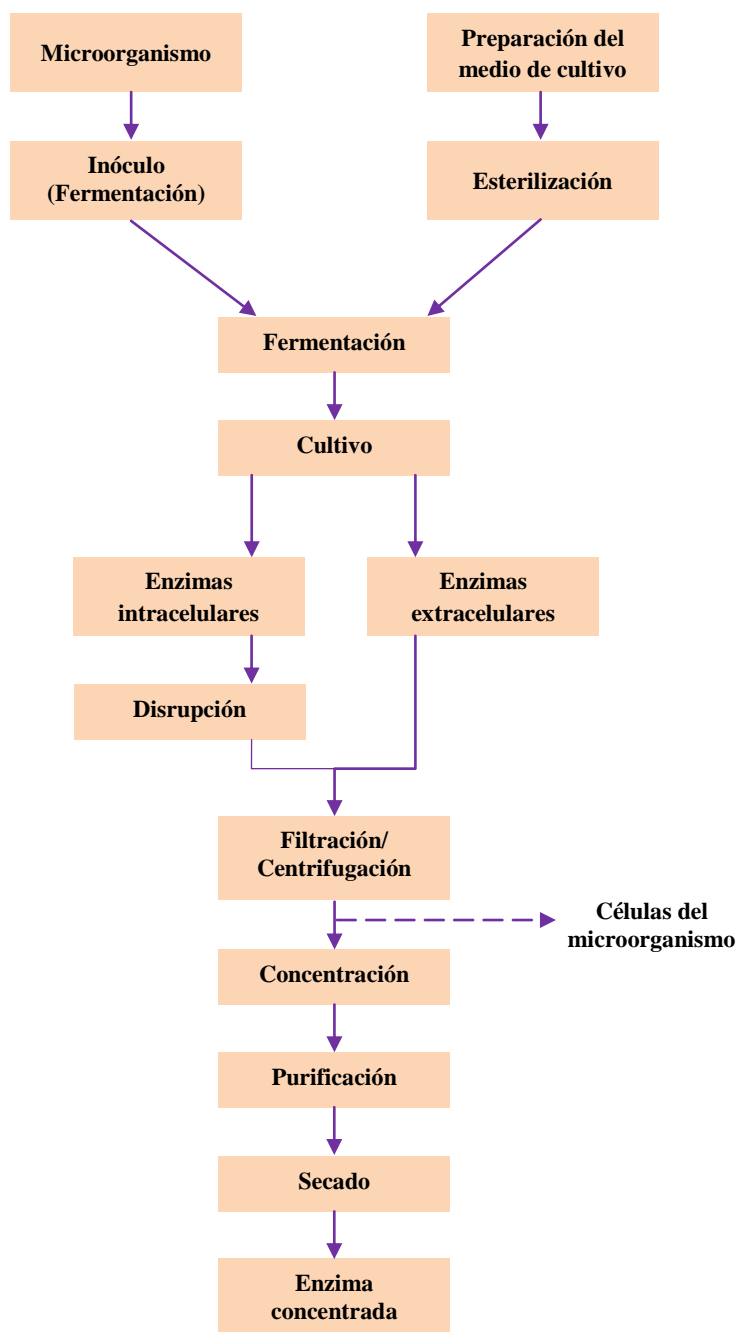


Figura 1. Flowchart del proceso de fermentación y *downstream* de una preparación enzimática.

Fuente: Modificado de *Collection of Information on Enzymes* de la Comunidad Europea (2002).

El proceso de *downstream* comprende los pasos de aislamiento de la enzima y los pasos de purificación y formulación de la preparación enzimática. Este es un paso muy importante en biotecnología debido a los costos de recuperación, concentración y purificación del producto final. Una alta concentración de la enzima en el sobrenadante o dentro de la célula y una eficiente purificación son aspectos relevantes en la manufactura de enzimas para uso industrial (*Collection of Information on Enzymes*, 2002). Para lograr una purificación completa de las enzimas se utilizan técnicas analíticas como la filtración en gel o cromatografía de exclusión en gel, en la cual las enzimas, y otras macromoléculas, se pueden separar por su tamaño. A partir de las enzimas purificadas, se puede realizar un estudio profundo de caracterización enzimática, como los mecanismos de degradación del sustrato, condiciones de actividad óptimas y mecanismos de regulación de síntesis de la enzima (Pedroni y col., 2009).

El grado de pureza de las enzimas comerciales varía desde muy poco purificadas (extractos enzimáticos crudos) a enzimas altamente purificadas, y depende de su aplicación industrial. Con frecuencia, algunas enzimas pueden ser purificadas cientos de veces pero el rendimiento de la producción enzimática puede ser muy pobre, hasta un 10% de la actividad del material de partida. Por el contrario, a nivel industrial, las enzimas deben ser purificadas lo menos posible, solamente otras enzimas o compuestos interferentes en la actividad catalítica de la enzima en estudio deben ser removidos. Debe evitarse una purificación innecesaria ya que etapas adicionales son costosas en términos de equipamiento, manufactura y, en especial, pérdida de actividad enzimática. Como resultado, algunas preparaciones de enzimas comerciales consisten esencialmente del caldo de fermentación concentrado, acompañado de aditivos que garanticen la estabilización y actividad catalítica de la enzima. Sin embargo, el contenido de la enzima requerida en una preparación debe ser lo más alto posible (por ej. un 10% p/p de las proteínas) para facilitar los pasos del proceso de *downstream*. Esto puede alcanzarse optimizando las condiciones de cultivo de la cepa, o a menudo drásticamente, por ingeniería genética, sobreexpresando la actividad enzimática en cuestión (*Collection of Information on Enzymes*, 2002).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar diferentes métodos de producción enzimática y procesos de *downstream* o purificación parcial, a partir de cultivos de una cepa bacteriana productora de enzimas pectinolíticas, para la obtención de una preparación enzimática a escala piloto o industrial con potencial uso en la industria vitivinícola.

2. Materiales y Métodos

2.1. Microorganismo

Como microorganismo productor de enzimas pectinolíticas (pectinasas) se utilizó la cepa *Bacillus* sp. CH15, la cual fue previamente aislada desde la superficie de uvas para vinificación provenientes de la región vitivinícola San Rafael, Mendoza (Argentina) (Cabeza y col., 2011). Dicha cepa fue estudiada y seleccionada por su capacidad de producir pectinasas extracelulares acídicas y “activas en frío” (Martín y Morata de Ambrosini, 2013). Además, el efecto de dicha preparación enzimática sobre la extracción y evolución del color de vinos Malbec fue oportunamente estudiado, mediante ensayos de microvinificaciones llevados a cabo a bajas temperaturas de maceración (Martín y Morata de Ambrosini, 2014).

2.2. Producción enzimática

Para la producción de las enzimas pectinolíticas, así como también primeramente para la producción del inóculo, se utilizó el medio de cultivo líquido diseñado y optimizado por Kobayashi y col. (2001), con algunas modificaciones, conteniendo pectina cítrica (60% de metilación) como principal fuente de carbono. La composición del mismo se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición del medio de cultivo Kobayashi y col. (2001) parcialmente modificado.

<i>Componentes</i>	<i>Composición (g/L)</i>
Pectina cítrica (60% metilación)	5
Peptona de carne	2,5
Peptona de soja	2,5
Extracto de levadura	5
K ₂ HPO ₄	1
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,2
MnSO ₄ .6H ₂ O	0,05
CaCl ₂ .2H ₂ O	0,05
Agua (c.s.p.)	1L
Agar	15
pH = 5	

La fermentación se llevó a cabo en dos sistemas de producción diferentes: a) en frascos de cultivos de 1 L de capacidad conteniendo 800 mL de caldo, incubados a 30°C por un período de 72 h, sin agitación (lotes 1 y 2), y b) en un biorreactor SGI SET002M (Setric Genie Industriel, Toulouse, Francia) conteniendo 1 L de caldo de cultivo, con control automático de temperatura a 30°C, mantenido durante 24 h con aireación intermedia (lote 3) (Figura 2).

El inóculo fue siempre al 2%, tratándose de un cultivo activo con DO (506 nm) no menor de 0,550.

**Figura 2.** Biorreactor SGI SET002M (Setric Genie Industriel, Toulouse, Francia)

2.3. Recuperación de la enzima en estudio

A partir de los cultivos celulares se procedió a la recuperación de las enzimas de interés. Por tratarse de enzimas extracelulares, directamente se procedió a eliminar los microorganismos y recuperar el sobrenadante libre de células (SLC), al cual se lo llamó SLC crudo.

Las células fueron removidas, en primer lugar, por centrifugación (15 min a 3000 x g), y seguidamente por filtración, utilizando un filtro vertical a vacío con membranas de poro de 0,45 µm.

2.4. Purificación parcial (*downstream*) y concentración

Los SLC crudos fueron sometidos, por un lado, directamente a concentración (lote 1), y por otro, a purificación parcial y concentración por ultrafiltración (lotes 2 y 3). Para la concentración directa se utilizó un evaporador rotativo a presión reducida (Rotavapor Fbr® Decalab S.R.L., MERCOSUR) bajo las siguientes condiciones: $40\pm 2^{\circ}\text{C}$, vacío de 90 KPa, baja agitación (4-8 rpm), 180 min (Figura 3). Mientras que para la ultrafiltración se utilizó el equipo piloto de filtración tangencial HI-FLOW (Setric Genie Industriel, Toulouse, Francia), acoplado con módulos de filtración de *cut-off* de 10 KDa (SGI 30 UFIB/1/S18/10KD) (Figura 4). Dicha filtración se llevó a cabo en condiciones de refrigeración, con una presión de 0,5 bar, durante 30-40 min.



Figura 3. Evaporador rotativo a presión reducida (Rotavapor Fbr® Decalab S.R.L., MERCOSUR).

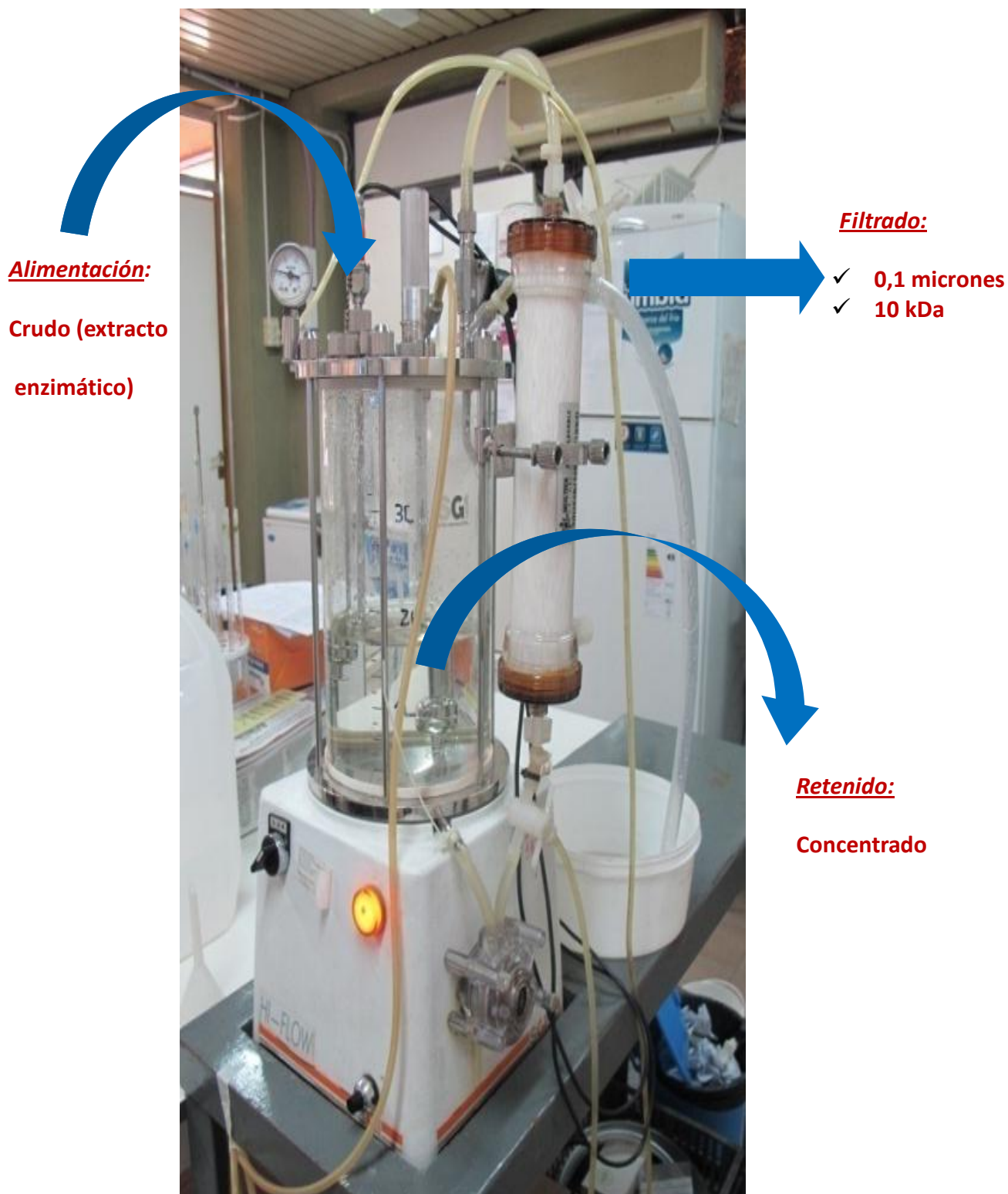


Figura 4. Sistema piloto de ultrafiltración tangencial HI-FLOW (Setric Genie Industriel, Toulouse, Francia).

2.5. Ensayo de actividad enzimática

La actividad pectinolítica se cuantificó mediante la liberación de azúcares reductores desde una dispersión de pectina (0,25% de pectina en buffer acético/acetato 50 mM, pH 4,0) usando el reactivo ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS) (Miller, 1959) y ácido galacturónico como estándar. La relación

enzima:sustrato fue 1:10 (v/v) y las condiciones de reacción enzimática 20°C, pH 4,0 y 15 min. Una unidad enzimática (UE) se define como la cantidad de enzima que libera 1 μmol de grupos reductores (expresados como ácido monogalacturónico) por minuto bajo las condiciones del ensayo.

La actividad enzimática específica (UE/mg) se evaluó determinando la concentración de proteínas, de acuerdo al método de Bradford (1976), utilizando seroalbúmina bovina como estándar para la reacción.

3. Resultados y Discusión

La cepa *Bacillus* sp. CH15 fue cultivada por fermentación sumergida para la producción de enzimas pectinolíticas. Dicha producción enzimática fue diferente en los distintos sistemas de producción utilizados. Mientras que dos lotes fueron producidos por fermentación en frascos de cultivos estáticos (lotes 1 y 2), un único lote fue obtenido por fermentación en el biorreactor (lote 3).

La recolección de las células y obtención del extracto enzimático se realiza, normalmente, en la etapa final de crecimiento exponencial, cuando la secreción enzimática es máxima, de acuerdo a experiencias previas. Sin embargo, los cultivos fueron procesados según se mencionó en la sección anterior, a tiempos de crecimiento definidos. Así, los cultivos de los lotes 1 y 2 alcanzaron una densidad óptica (DO) de solamente 0,200 unidades en 72 h, mientras que el lote 3 alcanzó una DO de 1,015 en tan solo 24 h. Con respecto a los dos primeros casos, la DO alcanzada es significativamente baja, lo cual indicaría que los cultivos se encuentran en etapas tempranas de fase exponencial. El tiempo de cultivo (72 h) fue definido en base a experiencias previas de cultivos estáticos, llevadas a cabo en iguales condiciones, excepto por el volumen del material de partida (100-250 mL, *datos no mostrados*). Probablemente esta última variable (volumen de medio de cultivo) esté relacionada con los cambios observados en el crecimiento celular.

Seguidamente, los SLC crudos fueron sometidos, por un lado, directamente a concentración en rotavapor a presión reducida (lote 1), y por otro, a purificación parcial y concentración por ultrafiltración (lotes 2 y 3). La actividad pectinolítica de las diferentes preparaciones enzimáticas se muestra en la Figura 5.

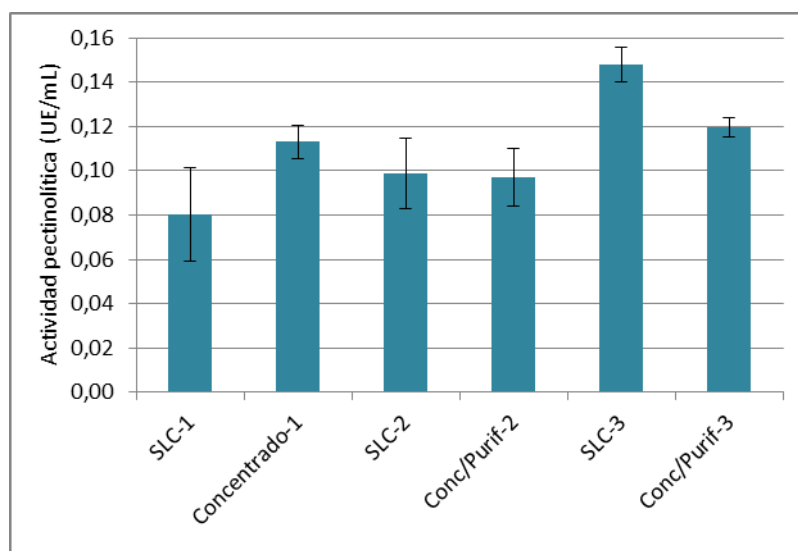


Figura 5. Actividad pectinolítica de las preparaciones enzimáticas. SLC: Sobrenadante libre de células “crudo” (lotes 1, 2 y 3); Concentrado-1: SLC concentrado en rotavapor (lote 1); Conc/Purif: SLC concentrados por ultrafiltración (lotes 2 y 3). Los barras son el promedio de tres determinaciones y los segmentos verticales corresponden a las desviaciones estándar.

Por un lado, se puede observar que la fermentación en el biorreactor (SLC-3) fue la que alcanzó la mayor actividad enzimática en el extracto crudo en muy corto período de tiempo ($0,148 \pm 0,008$ UE/mL). Mientras que los cultivos producidos en frascos en condiciones estáticas (SLC-1 y SLC-2) mostraron valores de $0,080 \pm 0,021$ y

0,099±0,016 UE/mL. Estos últimos son un 54 y 67% de la actividad alcanzada en el biorreactor, a pesar de la baja DO alcanzada por los cultivos.

Por otra parte, la actividad pectinolítica de la preparación enzimática concentrada en el rotavapor (Concentrado-1) aumentó un 40%, respecto al material de partida (SLC-1). Sin embargo, se constató una pérdida de actividad pectinolítica neta, lo cual llevó a obtener una recuperación de las pectinasas en el concentrado de un 67%. Cabe mencionar que la concentración total, en las condiciones dadas, fue de 2,1 veces (v/v).

En cuanto a los concentrados obtenidos por ultrafiltración (Conc/Purif) puede observarse que la actividad en dichos concentrados fue prácticamente la misma o incluso menor que la actividad del SLC de partida. Por lo que un efecto nulo o levemente negativo se obtuvo en cuanto a concentración de la actividad enzimática. Solamente una significativa reducción de volumen y desalado parcial pudo alcanzarse, lo cual resultaría importante para la producción de enzimas de uso industrial.

Cabe mencionar que los SLC filtrados por membrana de corte de 10 KDa (fracción no concentrada) retuvieron enzimas con actividad pectinolítica, con valores de actividades de 0,063±0,007 y 0,075±0,005 UE/mL en los lotes 2 y 3, respectivamente (actividades no mostradas en la Figura 5). Esto indicaría, preliminarmente, la presencia de enzimas de pesos moleculares relativamente bajas (menores de 10 KDa) con este tipo de actividad. La presencia de pectinasas en esta fracción no sería conveniente en vista de la producción de una preparación enzimática parcialmente purificada y concentrada, porque si bien la actividad mostrada no es demasiado alta, sí lo es el volumen de dichos extractos, conllevando esto a una importante pérdida de actividad enzimática en la fracción concentrada.

En general, el peso molecular de las enzimas pectinolíticas depende del tipo de enzima que se trate, tomando valores muy variables, comprendido en un rango de entre 35 y 140 KDa (Kashyap y col., 2001). Con respecto a las pectinasas reportadas para el género *Bacillus*, la mayoría de las enzimas identificadas hasta el momento en este género son pectato liasas, siendo las liasas de la familia PL1 las más numerosas, con pesos moleculares entre 30 y 50 kDa. La familia PL3 contiene pectato liasas de un menor tamaño molecular, entre 20 y 25 kDa, mientras que la familia PL9 contiene pectato liasas con un tamaño molecular superior a 72 kDa.

En la Tabla 2 se muestra el rendimiento del proceso de purificación por ultrafiltración en los lotes de producción 2 y 3.

Tabla 2. Evaluación de los procesos de purificación enzimática por ultrafiltración en dos lotes de producción (lotes 2 y 3).

Muestras	Actividad enzimática (UE/mL)	Volumen de muestra (L)	Proteínas (mg)	Actividad pectinásica neta (UE)	Actividad específica (UE/mg)	Fold purification	Producción (%)
SLC-2	0,099	1,550	43,70	153,21	3,51		
Conc/Purif 10KD-2	0,097	0,315	23,68	30,58	1,29	0,37	19,96
Filtrado 10KD-2	0,063	1,150	25,22	71,96	2,85	0,81	46,97
SLC-3	0,148	0,650	29,52	96,14	3,26		
Conc/Purif 10KD -3	0,119	0,240	16,91	28,67	1,70	0,52	29,82
Filtrado 10KD-3	0,075	0,280	5,70	21,11	3,70	1,14	21,95

Para ambos lotes pudo observarse una significativa pérdida de actividad enzimática al pasar por el módulo de filtración de 10 KDa, siendo más drástica en el lote 3. Esto conllevó a que la producción sea muy baja en las fracciones concentradas, aproximadamente un 20 y 30% en los lotes 2 y 3. Con respecto a la concentración de proteínas totales, hubo una recuperación adecuada en las fracciones concentrada y filtrada, respecto a la de partida. Sin embargo, en las fracciones de mayor interés, es decir los concentrados (Conc/Purif), las actividades específicas son muy bajas e inferiores a las de partida, por lo que no pudo lograrse una correcta purificación enzimática. Con respecto a las fracciones filtradas, se constata la actividad de enzimas pectinolíticas en las mismas, siendo particularmente en el lote 2 considerablemente mayor la producción debido al gran volumen de dicha fracción.

Dichos resultados corroboran lo estipulado para la producción de preparaciones de enzimas comerciales, que debe evitarse pasos de purificación innecesarios, porque se ve comprometida la estabilidad y actividad catalítica de las enzimas cuando se modifica el medio en el que se encuentran activas, además de que se elevarían los costos de producción.

4. Conclusiones

De acuerdo a los sistemas de producción enzimática evaluados en el presente trabajo, se puede observar que el método más conveniente es la fermentación en el biorreactor, ya que con éste se alcanzó una alta densidad celular en muy corto período de tiempo y la mayor actividad enzimática en el extracto crudo. Esto puede ser atribuido especialmente a las condiciones de aireación constante del cultivo, teniendo en cuenta que se trata de un microorganismo aeróbico. Otros métodos de cultivos no estáticos, como la fermentación en estufas o baños termostáticos agitados sería una alternativa interesante de estudiar.

Con respecto al proceso de *downstream* realizado por ultrafiltración tangencial, con membranas de *cut-off* de 10 KDa, este no resultó un método adecuado para lograr una correcta purificación de las enzimas de interés, debido a que se observaron grandes pérdidas de la actividad enzimática. Sin embargo, una concentración en volumen fue lograda, a expensas de un mantenimiento en los niveles de actividad enzimática respecto a los SLC de partida, obteniéndose un producto final apto para su potencial aplicación industrial.

5. Referencias Bibliográficas

- Aberer Werner, Maria Hahn, Manfred Klade, Uli Seebacher, Armin Spök, Karoline Wallner, Helmut Witzani. (2002). "Collection of Information on Enzymes", Final Report. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2002.
- Ahlawat, S., Dhiman, S. S., Battan, B., Mandhan, R. P., & Sharma, J. (2009). Pectinase production by *Bacillus subtilis* and its potential application in biopreparation of cotton and micropoly fabric. *Process Biochemistry*, 44(5), 521-526.
- Bradford M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry* 72, 248-254.
- Cabeza M.S., Baca F.L., Muñoz Puentes E., Loto F., Baigorí M.D., Vilma I. Morata (2011). Selection of psychrotolerant microorganisms producing cold-active pectinases for biotechnological processes at low temperature. *Food Technology and Biotechnology* 49(2), 187-195.
- Sharma, D. C., & Satyanarayana, T. (2006). A marked enhancement in the production of a highly alkaline and thermostable pectinase by *Bacillus pumilus* dcsr1 in submerged fermentation by using statistical methods. *Bioresource Technology*, 97(5), 727-733.
- Joshi M., M. Nerurkar, R. Adivarekar. (2013). Use of citrus limetta peels for pectinase production by marine bacillus subtilis. *Innov. Roman. Food Biotechnol.* 12, 75-83.
- Kashyap, D. R., Vohra, P. K., Chopra, S. y Tewari, R. (2001). Applications of pectinases in the commercial sector: a review. *Bioresource Technology*, Vol. 77, 215-227.
- Kobayashi, T., Higaki, N., Yajima, N., Suzumatsu, A., Hagihara, H., Kawai, S. & Ito, S. (2001). Purification and properties of a galacturonic acid-releasing exopolysaccharidase from a strain of Bacillus. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 65, 842-847.
- Martín, María C. and Morata de Ambrosini, Vilma I. (2013). Cold-active acidic pectinolytic system from psychrotolerant *Bacillus*. Application in pigment extraction from red grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*, 64:4, 495-504.
- Martín, María C. and Morata de Ambrosini, Vilma I. (2014). Effect of a cold-active pectinolytic system on colour development of Malbec red wines elaborated at low temperature. *International Journal of Food Science & Technology*, 49:8, 1893-1901.

Miller, G. L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry* 31, 426-428.

Pedrolli, D. B., Monteiro, A. C., Gomes, E., & Carmona, E. C. (2009). Pectin and pectinases: production, characterization and industrial application of microbial pectinolytic enzymes. *Open Biotechnology Journal*, 9-18.

Uzuner, S., & Cekmecelioglu, D. (2015). Enhanced pectinase production by optimizing fermentation conditions of *Bacillus subtilis* growing on hazelnut shell hydrolyzate. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, 113, 62-67.

16TC-A5-Evaluación de las Propiedades Funcionales y la Capacidad Antioxidante de Harina de Remolacha (*Beta Bulgaris*)

R. Masciarelli

(CIDTA- Facultad Regional Rosario /UTN)

H. Lucero

(CIDTA- Facultad Regional Rosario /UTN)

S. A. Silvester

(CIDTA- Facultad Regional Rosario /UTN)

J. Luisetti

(CIDTA- Facultad Regional Rosario /UTN)

E-mail: hectorlucerouranga@hotmail.com

Resumen

El objetivo de este trabajo fue estudiar la influencia de las temperaturas de secado (40, 70 y 100 °C) y de diferentes mezclas extractoras etanol agua en los parámetros de calidad de la remolacha (*Beta bulgaris*). Para ello se han evaluado las propiedades funcionales a través de la relación de rehidratación (RR), de la capacidad de retención de agua (CRA) y del índice de pardiamiento no enzimático (IPNE); en tanto que la capacidad de los extractos hidroalcohólicos obtenidos, se determinó a partir del contenido de flavonoides totales (CFT), del porcentaje del radical libre 1,1-difenil-2-picrilhidrazil residual (DPPH* residual ya que del 100 % incorporado inicialmente corresponde al % sin reaccionar del mismo con la sustancia presente en el sistema que se a su vez se comportan como radicales libres) y la presencia de pigmentos característicos más importantes de la remolacha como la betaxantina y la betacianina, cuya presencia y cantidad se identificaron mediante un barrido de longitudes de onda. Respecto de los resultados del análisis, el valor más alto de la RR se obtuvo para la temperatura de 100°C, el de CRA para 40 °C y el del IPNE para 100 °C. Los menores valores del DPPH* residual correspondieron a los extractos realizados con etanol-agua en una relación 50:50 en las muestras secadas a 40 °C. Esto demuestra una alta presencia de antioxidantes naturales en la remolacha secada a dicha temperatura con respecto a los radicales libres generados y compuestos de Maillard formados a temperaturas más elevadas durante el proceso de secado. Asimismo, para dicha mezcla se verificó el mayor contenido de flavonoides totales, para todas las temperaturas de secado. Mediante el barrido realizado a las longitudes de onda de 480 y 538nm, se observó que en la mezcla 50:50 se detectaron los mayores picos de los pigmentos característicos mencionados, para las temperaturas de 40 y 70 °C respectivamente. Del estudio realizado se deduce que la mayor extracción de flavonoides se produjo para el solvente de concentración etanol-agua 50:50 para las tres temperaturas de secado, que coincide con los mayores valores de absorbancia (y en consecuencia, de concentración) obtenidos para las betaxantina y betacianina.

Palabras claves: temperaturas de secado, mezclas etanol-agua, parámetros de calidad, remolacha.

Introducción

En la actualidad, existe un interés creciente en los colorantes obtenidos de fuentes naturales. Esto es debido en parte a la necesidad de ampliar el grupo de los colorantes y en parte a la implicancia de que, al ser naturales, son más seguros. Los colorantes son importantes indicadores de la calidad, ya que determinan la aceptación de los alimentos por parte del consumidor. Últimamente, el mercado para la aplicación de colorantes sintéticos ha disminuido a favor de los colorantes naturales (Fletcher, 2006). Las frutas y verduras son buenas fuentes de colorantes naturales. Sin embargo, estos tienen la desventaja de su costo superior y de su reducida estabilidad (Herbach, Stintzing y Carle, 2006).

Las betalaínas son los principales pigmentos presentes en la raíz de la remolacha (Delgado y col., 2000). Son derivados del ácido betalámico y responsables de su coloración roja característica. En el área de los alimentos han sido empleados principalmente como colorantes naturales. Estos colorantes son captadores de radicales libres, impidiendo la oxidación de las moléculas biológicas. Tienen efectos antivirales y antimicrobianos (Strack, Vogt y Schliemann, 2003) y también pueden inhibir la proliferación celular de las células tumorales humanas (Reddy, Ruby, Lindo y Nair, 2005). Las betalaínas están constituidas por dos grupos de estructuras: las betacianinas, de color rojo-violeta, y las betaxantinas, de color amarillo-naranja. (Delgado-Vargas y col., 2000; Stintzing y Carle, 2004). Ambos grupos de moléculas son ópticamente activos ya que poseen dos centros quirales en C-2 y C-15. La diferencia estructural permite la medición espectrofotométrica simultánea del contenido del pigmento sin la necesidad de separación cromatográfica o electroforética.

Los alimentos de origen vegetal son generalmente procesados por métodos térmicos para extender su vida útil, mejorar el sabor y aumentar su palatabilidad. El procesamiento produce cambios significativos en las betalaínas. La deshidratación es uno de los métodos más utilizados para la preservación de frutas y verduras. Su principal objetivo es la eliminación de agua hasta el nivel en el que el deterioro microbiano y las reacciones de deterioro se reducen al mínimo. Sin embargo, durante el secado las verduras sufren cambios físicos, estructurales, químicos y nutricionales que pueden afectar a los atributos de calidad como la textura, color, sabor y valor nutricional (Di Scala y Crapiste, 2008). La destrucción del sistema celular es uno de los más importantes cambios físicos y estructurales que se producen durante el secado (Crapiste 2000; Yadollahinia, Latifi y Mahdavi, 2009). El comportamiento en la rehidratación se considera como una medida del daño producido en el material durante el secado, tales como la pérdida de la integridad y la reducción de propiedades hidrófilas, que disminuyen la capacidad de rehidratación (Marques, Prado y Freire, 2009).

La extracción de pigmentos de fuentes vegetales utilizando solventes es un paso importante en la fabricación de suplementos dietarios, nutraceuticos, alimentos funcionales, productos farmacéuticos y cosméticos.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la influencia de las temperaturas de secado en las propiedades funcionales de la remolacha y el uso de diferentes mezclas de etanol-agua en la extracción de compuestos antioxidantes de la misma. Para lograr esta meta se siguió la secuencia de trabajo representada en la Figura 1.

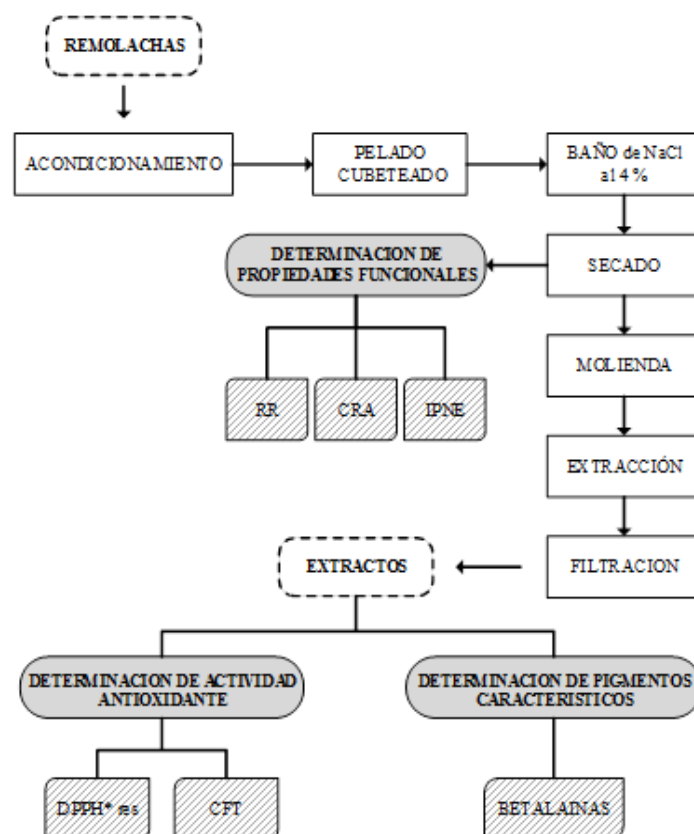


Figura 1. Diagrama de bloques del procesamiento de la remolacha

2. Materiales y métodos

2.1. Materias primas. Procesamiento.

Las remolachas se lavaron con una solución acuosa de detergente neutro y enjuagaron con agua corriente tres veces. Con una proporción sólido-líquido de 1:10, fueron hervidas durante 30 min contados a partir de alcanzar el punto de ebullición. Esta operación se realizó a los efectos de reducir la carga microbiana, inactivar a las enzimas responsables del deterioro durante el procesamiento posterior y facilitar los procesos extractivos posteriores (Delgado-Vargas y col., 2003). Se enfriaron a temperatura ambiente, se pelaron y se cortaron en cubos de $1 \pm 0,2$ cm. Se colocaron en baño de solución de cloruro de sodio al 4 % a temperatura ambiente, para fijar los pigmentos (Raupp y col., 2011). Se escurrió el líquido; a posteriori, se embolsaron en film de polietileno y se guardaron en freezer a -18 °C hasta su uso. Luego, se sometieron a tratamientos de secado mediante estufa de tiro forzado con aire a velocidad constante a las temperaturas: 40, 70 y 100 °C. El proceso de secado se continuó hasta alcanzar peso constante. Las humedades finales fueron: 16,8; 15,3 y 14,3% (en base húmeda), respectivamente. Todos los ensayos se realizaron por triplicado.

2.2. Reactivos químicos.

Los siguientes reactivos químicos fueron provistos por Sigma (St. Louis, EEUU): metanol; etanol; 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH*); catequina; nitrito de sodio; tricloruro de aluminio; hidróxido de sodio. Todos los reactivos químicos y solventes utilizados fueron de grado reactivo analítico.

2.3. Propiedades funcionales del producto secado.

2.3.1. Análisis de rehidratación

La temperatura de secado afecta la calidad final del producto rehidratado, por lo que se utilizan índices numéricos para observar este efecto. Entre estos indicadores se destacan: la relación de rehidratación (RR) y la capacidad de retención de agua (CRA).

Los trozos de material seco se colocaron en agua destilada a 40 °C durante 6 horas, empleando una relación sólido-líquido de 1:50. Luego se drenaron durante 30 segundos y se pesaron. Las determinaciones se realizaron por triplicado. La RR se calculó de acuerdo a la Ecuación (1), según Vega-Gálvez y col. (2009). La CRA se determinó por centrifugación de las muestras rehidratadas anteriormente, a 3500xg durante 15 minutos a 20 °C. Se escurrió el líquido sobrenadante y se pesó el mismo. La CRA se obtuvo a partir de la Ecuación (2).

$$RR = \frac{W_{reh} \cdot X_{reh} - W_{seca} \cdot X_{seca}}{W_{seca} \cdot (1 - X_{seca})} \quad (1) \qquad CRA = \frac{W_{reh} \cdot X_{reh} - W_l}{W_{reh} \cdot X_{reh}} * 100 \quad (2)$$

Dónde: W_{reh} es el peso del material rehidratado; X_{reh} es la humedad del material rehidratado en base húmeda; W_{seca} es el peso del material luego del proceso de secado; X_{seca} es el contenido de humedad del material seco en base húmeda; W_l es el peso del líquido escurrido luego de la centrifugación.

2.3.2. Determinación del índice de pardeamiento no enzimático (IPNE)

Ya que las enzimas fueron inactivadas en el tratamiento térmico practicado inicialmente a las remolachas, se aplicó el método propuesto por Vega-Gálvez y col. (2009) para determinar el IPNE. El agua de la rehidratación anterior fue clarificada por centrifugación a 3200xg durante 15 minutos. El sobrenadante se diluyó con igual volumen de etanol al 95 % y se centrifugó nuevamente a 3200xg durante 15 minutos. El IPNE, es decir, la absorbancia a 420 nm de los extractos, se determinó en espectrofotómetro (Jasco 7800 UV-Vis, Japan Spectroscopic Co., Tokio, Japón). Todas las mediciones se realizaron por triplicado.

2.4. Preparación de extractos

El material seco obtenido en cada tratamiento fue molido con molino de cuchillas hasta que el material pasó por tamiz malla 40, obteniéndose harina de remolacha. 0.6 g de la misma se extrajeron por agitación con 10 mL de solvente con relaciones etanol-agua de 100:0, 80:20 y 50:50, durante 2 horas, a temperatura ambiente y al abrigo de la luz. Luego, los sólidos se separaron mediante filtración (Whatman N°40). Los extractos (filtrados para cada

temperatura y cada solvente) se conservaron a 4°C en frascos herméticos de vidrio hasta su utilización en la obtención del barrido y las determinaciones analíticas. Todos los ensayos se realizaron por triplicado.

2.5. Determinación de la actividad antioxidante de los extractos

El DPPH* es un reactivo analítico, en rigor un radical libre capaz de reaccionar con los flavonoides, polifenoles, las betalaina y con los radicales libres presentes o formados durante el tratamiento de secado y se denomina residual ya que del 100% incorporado, queda libre el resto, debido a la no presencia de las sustancias mencionadas (se comportan como radicales libres), las cuales ya fueron neutralizadas.

2.5.1. DPPH* residual

La capacidad antioxidante se determinó evaluando la capacidad de captura de radicales libres mediante el ensayo con DPPH* utilizando el método espectrofotométrico de Shimada y col. (1992), expresando los resultados como % de DPPH* residual. Se mezcló 1 mL de cada extracto con 5 mL de una solución metanólica y 0,1 mM de DPPH*. Luego, se midió la absorbancia a 517 nm mediante un espectrofotómetro (Jasco 7800 UV-Vis, Japan Spectroscopic Co., Tokio, Japón). El estándar catequina se utilizó como comparación. El DPPH* (%), se calculó según:

$$\% \text{ DPPH}^* \text{ residual} = 100 - \% \text{ DPPH}^* \quad (3)$$

$$\% \text{ DPPH}^* = 1 - \frac{\text{Absorbancia muestra}}{\text{Absorbancia blanco de reactivo}} \times 100 \quad (4)$$

2.5.2. Contenido de flavonoides totales de los extractos

El contenido de flavonoides totales (CFT) se evaluó mediante el método de Kim y col. (2003), con modificaciones aquí introducidas para mejorar la operatividad. A tiempo cero, a 1 mL del extracto se le adicionaron 4 mL de agua bidestilada y 0,3 mL de nitrito de sodio. A los 5 min se le agregaron 0,3 mL de cloruro de aluminio al 3%, a los 6 min, 2 mL de hidróxido de sodio (1M) e, inmediatamente, 2,4 mL de agua bidestilada. La absorbancia de la mezcla se midió a 510 nm contra un blanco de reactivo, utilizando un espectrofotómetro. Los CFT son expresados en mg de catequina equivalente (CE) / mL de solución.

2.6. Determinación de betalainas por barrido espectrofotométrico

Se realizaron los barridos de cada uno de los extractos en el rango de longitudes de onda comprendido entre 190 y 1100 nm, utilizando un espectrofotómetro (Shimadzu Modelo UV-1800, Japón). Para la mezcla etanol-agua 50:50, se debió realizar una dilución debido a que los valores de absorbancia obtenidos fueron mayores a 1.

2.7. Análisis estadístico de los resultados.

Los datos fueron procesados mediante el software Origin Pro 8 y, para establecer las diferencias significativas de los parámetros en estudio, se empleó análisis ANOVA. El nivel de significación se estableció para un valor $p < 0,05$.

3. Resultados y discusión

3.1. Propiedades funcionales

En la Figura 2a se muestran los valores de RR en gramos absorbidos de agua/gramos de masa seca, mientras que en la Figura 2b se muestran los valores de CRA en gramos retenidos de agua /100 gramos de agua, para los tratamientos de 40,70 y 100 °C, respectivamente. Generalmente el aumento de la temperatura, produce una disminución de los valores del parámetro de RR y CRA. Esto se debe probablemente el colapso de los tejidos y al daño celular producido por las altas temperaturas del secado, ya que los tejidos dañados, al contraerse por efecto del secado, absorben menor cantidad de agua y no pueden retenerla (Vega- Gálvez et al., 2009). En nuestro caso observamos que los valores de RR a 40 y 70 °C, disminuyen levemente y prácticamente no presentan diferencias significativas, y el mayor valor de RR se presenta a los 100 °C. A su vez, el máximo CRA

se da a los 40 °C por lo tanto, las remolachas deshidratadas a esta temperatura retienen grandes cantidades de agua.

El aumento de dichos parámetros a 100 °C, puede atribuirse, probablemente, que a dicha temperatura, con respecto a la de 70 °C, se producen una mayor proporción de compuestos altamente polares (productos de la reacción de Maillard), cuyas interacciones químicas con el agua, aumentan su capacidad de retención, lo que concuerda con los mayores valores de IPNE, como se verá más adelante. Por lo tanto a 70 °C, el tejido resulta menos dañado que a 100 °C, pero obviamente más dañado que a 40 °C.

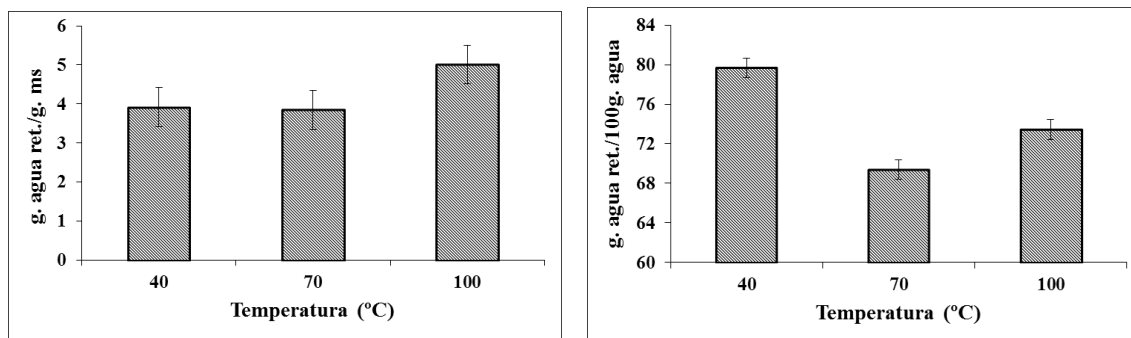


Figura 2. Efecto de la temperatura de secado en cubos de remolacha secados y rehidratados en: (a) la relación de rehidratación (RR) y (b) capacidad de retención de agua (CRA).

Los valores de IPNE se muestran en la Figura 3 para los tratamientos de 40,70 y 100 °C, respectivamente. Se observa que se produce un incremento significativo ($p < 0,05$) del IPNE, para todos los tratamientos con el aumento de la temperatura de secado. Los compuestos de Maillard, a cuya formación se atribuye el pardeamiento no enzimático, si bien tienen propiedades antioxidantes, están asociados a la reducción del valor nutricional de los alimentos.

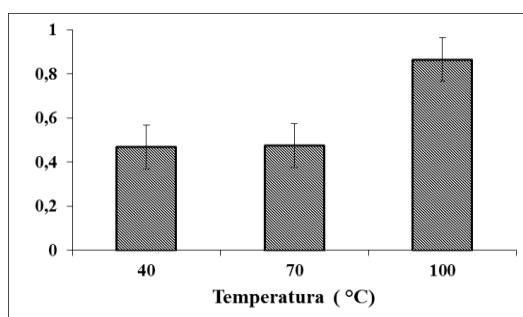


Figura 3. IPNE para tratamientos de 40,70 y 100 °C

3.2. Determinación de actividad antioxidante

En la Figura 4a se presentan los valores de DPPH* residual obtenidos para los diferentes extractos. Se observa que no existen diferencias significativas entre las tres temperaturas para la mezcla (100:0), de la misma manera para el solvente (80:20) para 40 y 70°C. Los extractos a 100°C presentan mayores valores de DPPH* residual para las mezclas de (80:20) y (50:50), respecto a las otras temperaturas. Para la mezcla (50:50) a 40°C es prácticamente imperceptible el porcentaje de DPPH* residual. A los efectos comparativos, en estudios sobre pulpa de remolacha, realizando extracciones a 40°C bajo vacío con soluciones acuosas de etanol al 50%, 80% y 100%, Sakac y col. (2004) encontraron valores de DPPH* residual de 75,92; 81,05 y 84,94 %, para 160 mg de ms /mL, en tanto los valores obtenidos a dicha temperatura para 60 mg de materia seca (ms)/mL en este trabajo resultaron 0,26; 33 y 52 %. El DPPH* es un radical libre capaz de reaccionar con los flavonoides, las betalainas y con los radicales libres presentes o formados durante el tratamiento de secado. El método utilizado está basado en medir la captura del radical por parte de los extractos con capacidad antioxidante. A medida que aumenta el contenido de compuestos antioxidantes el DPPH* residual disminuye.

En la Figura 4b, se muestran los resultados obtenidos del contenido de flavonoides totales en función del solvente utilizado, para las diferentes temperaturas de secado. La mayor extracción de flavonoides se produjo

para el solvente de concentración etanol- agua 50:50 y a la temperatura de secado de 70 °C. Asimismo, se puede observar que, al utilizar un solvente con mayor cantidad de agua, el contenido de flavonoides extraídos se incrementa. Con respecto a la temperatura, tanto en la remolacha secada a 40°C como a 100°C se obtuvo una menor cantidad de flavonoides respecto a la muestra de 70°C, siendo mínima con la de 100°C. Utilizando como solvente etanol puro, prácticamente no se observan diferencias significativas para las tres temperaturas de secado.

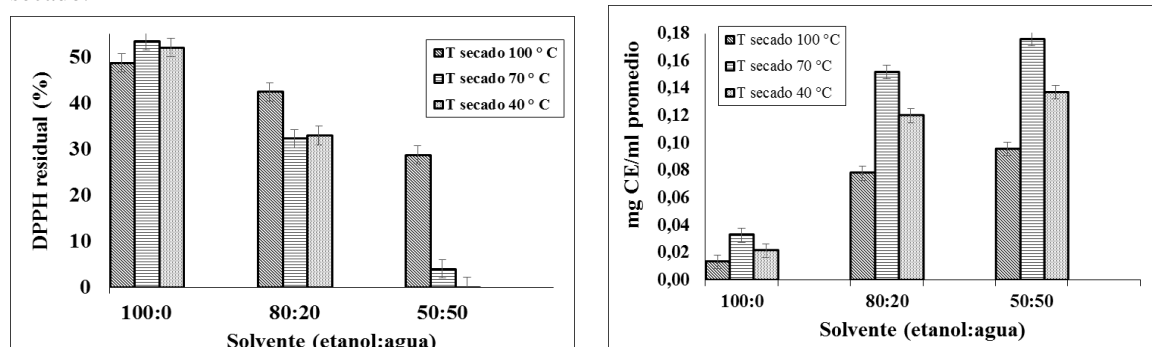


Figura 4. Determinación de: (a) DPPH* residual y (b) Contenido de flavonoides totales

A los efectos comparativos, a los efectos comparativos, Ciappini y col. (2013) obtuvieron valores de CFT para mieles de trébol, eucalipto y alfalfa comprendidos entre 0.0072 y 0.0037 mg de CE/mL. Dichos autores realizaron extracciones acuosas utilizando una relación de solido/liquido de 100 mg/mL. Mientras que en el presente trabajo utilizamos una relación de 60 mg/mL y se obtuvieron los siguientes valores máximos: 0.122, 0.1543 y 0.072 mg de CE/mL para 40,70 y 100 °C, respectivamente, empleando una solución hidroalcohólica 50:50.

3.3. Barrido espectrofotométrico

En las Figuras 5a, 5b y 5c, se presentan los barridos obtenidos con las diferentes muestras de remolacha. Todas las muestras presentan un pico predominante alrededor de $\lambda=280$ nm, el cual se puede asociar a la presencia de proteínas, según Franco Zabaleta (2004). Se puede observar que al utilizar el solvente que contiene etanol puro, no se evidencia ningún otro pico. Por el contrario, con las demás mezclas de solventes, se obtuvieron picos que se asocian a la presencia de betalaínas. Las betaxantinas se identifican a $\lambda=480$ nm y las betacianinas a $\lambda=538$ nm, correspondiéndose a los picos observados.

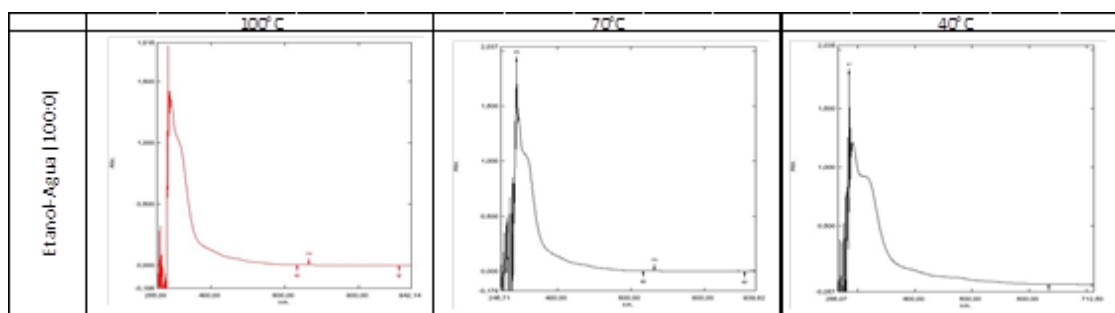


Figura 5 (a). Barridos extracto de remolacha etanol: agua (100:0).

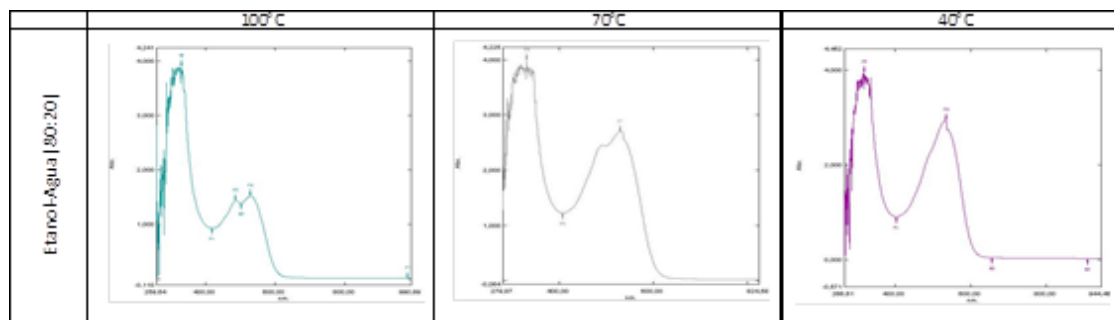


Figura 5 (b). Barridos extracto de remolacha etanol: agua (80:20).

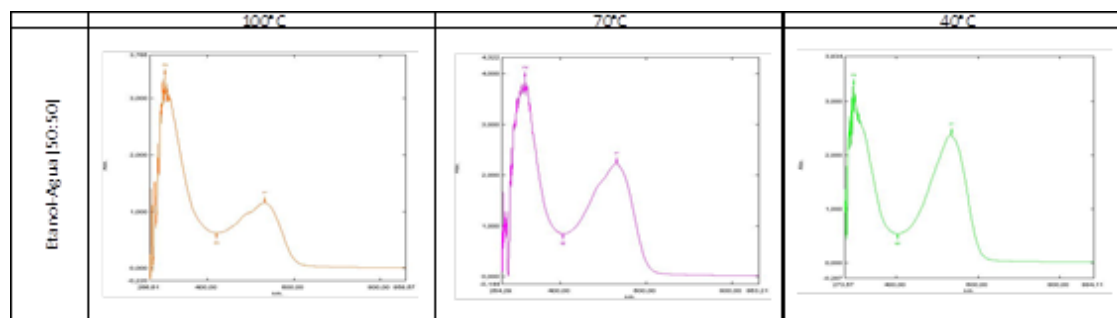


Figura5 (c). Barridos extracto de remolacha etanol: agua (50:50).

A menor temperatura de secado la presencia de betalaínas es mayor según puede observarse en las Figuras 5b y 5c. Asimismo, con una relación de solvente al 50:50, se obtiene el mayor contenido de pigmentos.

4. Conclusiones

Con referencia a los parámetros de calidad, se produce un incremento del IPNE para todos los tratamientos con el aumento de temperatura de secado. Ello coincide con la evaluación del DPPH* residual, que nos señala la formación de compuestos de Maillard con manifiesta capacidad antioxidante en particular a 100°C. Con respecto a los otros tratamientos, los menores valores del IPNE y los valores análogos del DPPH* residual, se atribuyen a la escasa la formación de los compuestos de Maillard, prevaleciendo aquellos compuestos antioxidantes naturalmente presentes en la remolacha.

La mayor extracción de flavonoides se produjo para el solvente de concentración etanol-agua al 50:50 para las tres temperaturas de secado, que coincide con los mayores valores de absorbancia obtenidos de las betalaínas. Se considera que esto se debe a la alta capacidad polar tanto de los pigmentos como de los solventes. El menor porcentaje de DPPH* residual para el solvente de concentración etanol-agua al 50:50 a 40°C está de acuerdo con una alta presencia de antioxidantes naturales como son los flavonoides y las betalaínas.

Debido a que se realizaron extracciones etanólicas, en trabajos futuros se propone obtener extractos concentrados de remolacha en estado viscoso mediante evaporación bajo vacío, destacándose que no se emplearán solventes tóxicos en ningún punto del procesamiento. Luego, estos concentrados de remolacha podrían emplearse como prebióticos para reforzar la capacidad antioxidante de distintos alimentos.

Referencias

- Ciappini, M.C. Sttopani, S.F.Martinet, R. Alvarez M.B. (2013). Antioxidant activity and content of phenolic and flavonoids compounds in clovers, eucalyptus and lucerna honeys. *Revista Ciencia y Tecnología*, 15, n° 19, 45-51.
- Crapiste, G. H. (2000). Simulation of drying rates and quality changes during dehydration of foodstuffs. In J. E. Lozano, M. C. Añón, E. Parada Arias, & G. V.
- Delgado-Vargas, F., Jiménez, A. R., & Paredes-López, O. (2000). Natural pigments: Carotenoids, anthocyanins, and betalains — characteristics, biosynthesis, processing, and stability. *Critical Reviews in Food Science and*

Nutrition, 40, 173–289.

Delgado-Vargas, F., Jimenez, A. R. and Paredes –López, O. (2003). Natural pigments: carotenoids, anthocyanins and betalains, characteristics, biosynthesis, processing and stability. *Critical Reviews in food Science and Nutrition*, 40: 173-289.

Di Scala, K. C., &Crapiste, G. H. (2008). Drying kinetics and quality changes during drying of red pepper. *LWT: Food Science and Technology*, 41(5), 789–795.

Fletcher, A. (2006). Lycopene colorant achieves regulatory approval. foodnavigator.com/news.

Franco Zavaleta, M. E. (2004). Caracterización parcial del pigmento rojo del fruto de la jiotilla (*Escontria chiotilla*), una cactácea subexplotada. México: Universidad Autónoma Metropolitana.

Herbach, K. M., Stintzing, F. C., &Carle, R. (2006). Betalain stability and degradation-Structural and chromatic aspects. *Journal of Food Science*, 71, R41–R50.

Kim, D., Jeoung, S., Lee, C. (2003). Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry*, 81, 321-326.

17TC-A5-Padronização de Componentes: Simplificação de Processos Automotivos

Antônio Afonso Neto

(antonioafonso.rn@gmail.com - GRAD/Centro Universitário de Belo Horizonte)

Diego Rodrigues Andrade Simão

(diegoandradesimao@gmail.com - GRAD/Centro Universitário de Belo Horizonte)

Josiane Menezes Toledo

(josi_m_t@hotmail.com - GRAD/Centro Universitário de Belo Horizonte)

Paula Kaory Aarão Lima

(paulakal29@hotmail.com GRAD/Centro Universitário de Belo Horizonte)

Rafael Felipe Bastos

(rfaelbastos@hotmail.com - GRAD/Centro Universitário de Belo Horizonte)

Ramom Cleiton da Silva

(ramomkleyton@hotmail.com - GRAD/Centro Universitário de Belo Horizonte)

Tiago Augusto Campos Nunes

(tiago_campos@hotmail.com - GRAD/Centro Universitário de Belo Horizonte)

Resumo

Esse projeto apresenta os resultados de um trabalho de pesquisa, realizado de forma individual de um determinado componente utilizado na montagem de um veículo, o que resulta em um processo de padronização de componentes de uma empresa montadora de veículos. Buscou-se, com essa pesquisa, avaliar se esse processo de padronização está contribuindo para a simplificação dos processos de desenvolvimento e de gestão dos componentes e para a redução de custos, apresentando a viabilidade econômica. O processo de padronização está sendo estudado e efetuado por um grupo de empregados da empresa, constituído para tal trabalho, em sua maioria engenheiros. Especificamente, pretendeu-se avaliar a efetividade desse processo e os impactos gerados pela adoção deste processo. Como instrumento de investigação, optou-se pelo uso do estudo de caso com pesquisa e visita técnica. O processo de pesquisa e elaboração se desenvolveu em quatro fases: identificação do problema, planejamento de uma solução, implementação, monitoramento e avaliação do processo. A partir deste, foi possível verificar que: a padronização de peças está contribuindo para a simplificação dos processos de desenvolvimento, através do compartilhamento de soluções técnicas existentes entre carros em produção e novos projetos, facilitando o desenvolvimento de um novo programa através da redução de tempo, complexibilidade e custos. De acordo com os resultados apresentados no decorrer do artigo, percebe-se que a padronização se mostra extremamente competitiva e adequada ao cenário atual da economia do país.

Palavras chave: *Padronização de componentes, viabilidade econômica, simplificação de processos.*

1 Introdução

O processo de desenvolvimento de um produto deve ser bem sistematizado, a fim de garantir que cada componente que integra o produto final seja desenvolvido de acordo com todos os parâmetros técnicos exigidos. No desenvolvimento de um automóvel, além de haver sistematização no processo de desenvolvimento, existe toda uma preocupação com tempo, dinheiro e design do projeto. Para solucionar estas preocupações, várias empresas da indústria automotiva investem na padronização de componentes, a padronização consiste em

reutilizar uma determinada solução técnica em mais de um projeto, com o intuito de poupar tempo de desenvolvimento e consequentemente investimento necessário para desenvolver um novo componente. A relação entre padronização e design é um ponto muito importante, porque a essência da padronização é associar um componente entre vários projetos; já o design é tido como algo em especial, característica específica do produto. A princípio parece ser impossível a utilização da padronização neste mercado que é bem exigente e subjetivo, mas atualmente já é realidade, pois não é difícil perceber que as montadoras estão passando por um processo de familiarização de seus produtos, como uma forma de criar uma identidade da marca, ou algo que facilite a identificação de seu produto além de um simples emblema. Mas é claro que esta familiarização não é no sentido de tornar os produtos de determinada marca extremamente iguais, até porque cada carro é destinado a atender um público específico e por isso cada modelo tem suas particularidades que o tornam atraentes ao seu consumidor. Geralmente, a padronização é destinada a componente que não estão 100% visíveis aos olhos do consumidor, ou seja, é possível associar peças entre veículos populares e de luxo. A aplicação do conceito de padronização facilita o desenvolvimento, gera economia e possibilita a adoção de conteúdos mais elaborados em veículos de menor valor expressivo, valorizando a gama inferior e ao mesmo tempo exalta a gama superior, devido à aplicação de particularidades em carros de maior valor expressivo, que diferem um carro de alto segmento de um carro popular, fazendo com que se ganhe competitividade em todos os segmentos. Portanto, a questão norteadora do presente trabalho foi: como a padronização de componentes automotivos pode influenciar na redução de custos e facilitar o desenvolvimento de um novo produto?

O objetivo geral deste artigo foi analisar como o uso de componentes padronizados pode contribuir para facilitar o desenvolvimento técnico e a viabilidade econômica de um novo projeto, o que levou aos seguintes objetivos específicos:

- Efetuar uma análise entre os diversos sistemas de padronização de componentes automotivos no desenvolvimento do produto.
- Avaliar o processo de mudança dentro da organização, sob a ótica da otimização do progresso do produto.
- Realizar uma pesquisa de mercado de empresas que já utilizam esse desenvolvimento;
- Fazer um estudo identificando as possíveis falhas no processo atual;
- Construir um business case.

Tendo em vista a recente crise envolvendo a indústria automotiva brasileira motivada pela redução do volume de vendas em relação ao ano de 2014, o tema se insere no contexto produtivo-econômico da atualidade. A perspectiva é de que haja queda de vendas para os próximos anos consequentemente um aumento de demissões, sendo necessário trabalhar com medidas que possibilitem a redução de gastos. Acredita-se que o trabalho proposto poderá desenvolver uma contribuição efetiva na discussão de medidas que contribuem para a economia financeira no desenvolvimento de produtos no setor automotivo.

2 Referencial Teórico

2.1 Engenharias do Produto

Segundo Pugh (1990, p.5) “o desenvolvimento do produto é a atividade sistemática necessária desde a identificação do mercado/necessidades dos usuários até a venda de produtos capazes de satisfazer estas necessidades – uma atividade que engloba produto, processos, pessoas e organização”.

2.1.1 Gestões do desenvolvimento do produto

Com a necessidade de se diminuir o tempo de desenvolvimento de produtos, demandada pela globalização da economia e pelo decorrente surgimento de um novo perfil de consumidor, as empresas tiveram de proceder à utilização de novas formas de condução dos procedimentos relacionados com o ciclo de criação e produção de novos produtos (HARTLEY, 1992).

As dificuldades relativas ao planejamento e controle das diversas tarefas efetuadas em regime de paralelismo temporal suscitaram a introdução, na área do desenvolvimento de produtos, de métodos e técnicas da área de gestão de projetos, anteriormente já dominadas no âmbito da gestão empresarial (MEREDITH e MANTEL, 2000).

2.2 Padronizações

De acordo com Cavanha Filho (2006), padronizar significa normalizar, reduzir, esquematizar, sistematizar e induzir a todas as formas de economia e redução da dispersão, direcionando para menores falhas e desvios. O processo de padronização é que possibilita uniformidade das atividades, para a empresa e possibilita melhoria contínua no sistema produtivo, tendo como base um conjunto de atividades sistemáticas para a avaliação dos resultados.

No que tange a tipos de padrões, Cavanha Filho (2006), complementa que existe três tipos de padronização como, de especificação ou técnica, relacionada a bens tangíveis ou intangíveis como equipamentos; de procedimentos, voltada atividades internas da organização e a documental, referente aos documentos emitidos pela empresa.

Baseado no que afirma Goese (1999), antes de definir padrões, é preciso compreender o funcionamento da organização e analisar processos que possam trazer melhorias. Sendo que, para Campos (1992) o reconhecimento dos processos pode ser adquirido através da análise da relação causa-efeito, em que para um efeito (fim, decorrência) existe conseqüentemente um conjunto de causas que podem ter influenciado.

Campos (1998) afirma que a padronização é o alicerce da estrutura da qualidade. Através da cultura da qualidade a padronização pode ser implementada na organização, por meio da metodologia conhecida como Cinco Sentidos (5S) ou Housekeeping. A partir desta implementação a organização armazena-se para começar o processo de padronização, abolição das anomalias e arranjo do seu gerenciamento.

De acordo com Moura (1999), quando se implementa a padronização, diz-se que a organização apresenta uma regalia competitiva através da prática da cultura do “Fazer certo na primeira vez”. Para que a organização forneça produtos e/ou serviços que atendam completamente as exigências dos clientes.

Conforme apresentado por Oliveira (2004), um processo de padronização pode ser iniciado pela criação de um simples fluxograma, onde são identificados os principais passos a serem estabelecidos para definir as atividades de um processo. No entanto, quanto maior a especificidade de uma tarefa, maior será o nível de detalhamento da mesma.

Segundo Wiemes e Balbinotti (2009), a padronização pode oferecer diversos benefícios qualitativos e quantitativos. Para Campos (1999), as empresas modernas devem considerar a padronização como a mais fundamental das ferramentas gerenciais.

2.3 Reduções de custos na empresa

O crescimento de uma organização no mundo globalizado necessita de um conjunto de ações estratégicas de empresas que apresentam confiabilidade, eficiência frente às demandas do mercado e aos requisitos dos clientes. A necessidade de competitividade e ação no mercado vem promovendo uma incessante busca por métodos de gestão de processos Correa (1996).

O sistema financeiro tornar-se mais eficiente quando a empresa, seus clientes e fornecedores buscam formas de redução de custos, seja na fabricação de um produto ou prestação de serviços. Uma das técnicas mais utilizadas para identificar as áreas que se fazem necessários esforços para redução de custos e melhoria contínua da qualidade, é o Kaizen. Segundo Imai (2005), Kaizen significa melhoria contínua na vida pessoal, social e no trabalho.

Segundo Chiavenato (1993, p. 245), todo indivíduo responsável pelo lucro empresarial, encontra-se sob a responsabilidade do empreendedor e dos possíveis colaboradores: “A ideia é que, se os empregados percebem que seus ganhos dependem do sucesso global da empresa, eles estarão predispostos a aumentar sua eficácia na organização”. Toda empresa deve realizar sua contabilidade de custo, envolvendo a somatória dos lucros, prejuízos e probabilidades de aumento lucrativo, de acordo com o mercado atual e possíveis oscilações negativas

2.4 Inovações no setor automobilístico

De acordo com a (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico, 2001) o setor automobilístico pode ser classificado com base nos seus atributos tecnológicos, já que, a indústria automobilística e os automóveis utilizam várias tecnologias, sistemas e componentes familiares, devido a grandes investimentos em atividades de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento).

A inovação na no mercado automotivo caracteriza-se do surgimento de resultados de processos de desenvolvimento de novos produtos Clark; Fujimoto (1991); Marsili (2001). Esta característica faz com que o gerenciamento das atividades de P&D seja realizado através de equipes de projeto, que visam o crescente desenvolvimento das atividades tecnológicas inerentes as necessidades dos novos desenvolvimentos da empresa Coriat Weinstein, (2001); Fujimoto, (1999). Através da P&D é que se inicia o processo de inovação tecnológica dentro de uma organização Calabrese (2001). O aumento da concorrência na indústria automobilística tem como fator principal a utilização mais intensa de novas tecnologias nos processos e produto Vickery (1996) Fine Et Al. (1996).

No setor automotivo, as grandes empresas (com forte disposição a monopolizar e poder financeiro) encontram-se, em geral, em posição de destaque em seus mercados e nos respectivos modelos tecnológicos. Normalmente, essas posições foram conquistadas ao longo dos respectivos processos de desenvolvimento dos chamados designs dominantes Utterback (1996) Freeman Soete, (1997).

3 Procedimentos Metodológicos

Para desenvolver este trabalho foram definidas algumas vertentes de pesquisa. Primeiramente a realização prévia de um levantamento bibliográfico, a fim de identificar autores que apontam a padronização como algo benéfico, dando sentido à realização deste estudo. Após constatar a existência de autores que defendem e apresentam resultados positivos da padronização na indústria, iniciaram-se estudos de campo através de visitas a escritórios de engenharia de uma montadora de automóveis, para conhecer como funciona a padronização de componentes no setor automotivo, como ela entra no processo de desenvolvimento do produto (PDP), as alterações no PDP devido à inserção da padronização, apontar possíveis falhas no processo e conhecimento que demais empresas do mesmo ramo utilizam do mesmo recurso em seus produtos.

Foi realizado, portanto um estudo de caso para demonstrar com resultados numéricos o quão vantajoso pode ser o uso da padronização. Desta forma a metodologia empregada neste artigo foi de natureza quantitativa devido à preocupação por apresentar resultados numéricos decorrentes da generalização de componentes automotivos. Durante as visitas realizadas aos escritórios de engenharia da empresa estudada, surgiu uma oportunidade de aplicar a padronização em um determinado componente. Decorrente desta oportunidade, foi feito um trabalho em conjunto com a empresa, e no decorrer do artigo são apresentados os seus resultados.

Este trabalho é classificado como estudo de caso, conforme (GIL, 2002) porque o objeto de estudo será profundamente investigado, elucidando os conhecimentos de modo amplo e detalhado. Por se tratar de um estudo de caso, os resultados obtidos nesta pesquisa não podem ser generalizados para outros segmentos ou mesmo para outras montadoras, pois foi realizado em uma montadora, sendo o processo muito particular em sua aplicação para cada situação (GIL, 2008).

4 Resultados

4.1 A estrutura organizacional da empresa e a participação da padronização

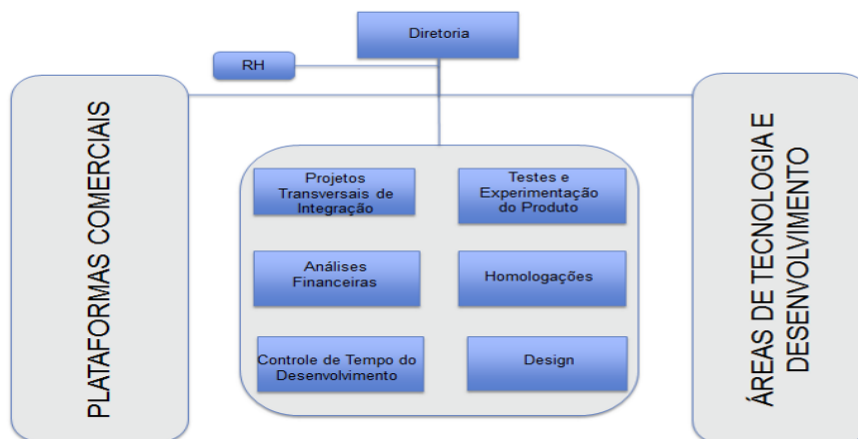
A empresa adotada como objeto de estudo da presente pesquisa é dividida em diretorias, sendo que cada uma é responsável por determinadas ações da empresa. No desenvolvimento deste artigo focou-se na Diretoria de Desenvolvimento do Produto (DDP). A vertente da empresa é responsável pelas ações de criação e elaboração de novos desenvolvimentos, gestão técnica, planejamento de vida útil e volume da produção do produto, manutenção de produtos inseridos no mercado, pesquisa e inovação. Através da estrutura organizacional desta diretoria foi possível identificar onde e como a padronização de componentes participa do PDP.

Abaixo de cada diretoria existem ramificações bem específicas, que são responsáveis por projetos e entregas, a fim de garantir a boa gestão de novos desenvolvimentos e também de projetos atuais.

Na figura 1 é possível visualizar a disposição de cada setor integrante da DDP. As plataformas a esquerda são um conjunto de gerências responsáveis pelos modelos da empresa, que são divididos por características semelhantes entre si. Veículos comerciais, por exemplo, dividem uma mesma plataforma. As plataformas são

responsáveis pela gestão de estratégias comerciais de venda do produto e pelos investimentos carregados nos projetos. As áreas de tecnologia e desenvolvimento à direita, respondem tecnicamente por cada componente empregado em um automóvel produzido pela empresa analisada. E ao centro, concentram-se as chamadas áreas de integração do sistema, que são responsáveis pela comunicação entre Plataformas e Áreas de Tecnologia e Desenvolvimento.

Figura 1 - Organograma da diretoria de desenvolvimento do produto.



Fonte – Elaborado pelos autores

A padronização de componentes faz parte de uma das gerências de integração, possibilitando a comunicação entre áreas de desenvolvimento e plataformas no que diz respeito a componentes padrão. De acordo com a empresa, a padronização deve entrar logo na fase inicial de novos desenvolvimentos, pois através dela é possível identificar possibilidades de ganho em tempo de desenvolvimento, como por exemplo, qual seria a necessidade de se desenvolver um sistema totalmente novo de direção para um futuro carro, quando se pode apenas fazer leves alterações em um já existente, ou até mesmo utilizá-lo de forma integral? Esta é a situação ideal e é claro que nem sempre é a real.

A padronização não é algo engessado, pois caso realmente exista a necessidade de criação de uma nova tecnologia ou componente, o mesmo será feito, mas desde que sejam realizados estudos durante a sua construção para potencializar a sua chance de futuramente ser empregado em mais de um modelo.

4.2 Processos de mudança da empresa e falhas no processo

A padronização de componentes ainda é tida como algo novo dentro da empresa, criada no ano de 2012 devido a estudos feitos na concorrência que demonstravam a utilização de tal prática e seus benefícios. Dentro do organograma da empresa está localizada em uma das áreas de integração do sistema de desenvolvimento, e segundo a empresa divide responsabilidade com as áreas de desenvolvimento e tecnologia por cerca de 30% dos componentes que fazem parte do carro, ou seja, atualmente quase um terço do veículo é padronizado.

Após a inserção da padronização que é algo novo, a empresa vem passando por uma mudança de cultura, pois muitos engenheiros eram convictos de que para atender os requisitos de um novo produto era necessário criar algo totalmente novo e particular. Já a padronização, tem um conceito genérico de que um atual ou um novo desenvolvimento deve sempre ser transversal e extensível a no mínimo mais de um projeto. Desta forma, a empresa preocupou-se em reeducar seus colaboradores para facilitar o trabalho de padronização e colher seus benefícios.

4.3 Descrições do processo de padronização

A adesão da padronização de componentes no PDP da empresa é resultado de análises de concorrência, onde foram verificadas a utilização de um mesmo componente em mais de um modelo da gama de outras montadoras. Através destas análises, surgiram estudos para verificar se a adoção da reutilização de um mesmo componente em mais de um modelo realmente traria algum impacto positivo.

Inicialmente houveram alguns atritos devido a opiniões conservadoras sobre o que seria a adoção do conceito de padronização. Muitos líderes acreditavam ser impossível que houvesse o compartilhamento de componentes entre os diversos carros da gama da empresa, pois são carros distintos e com propostas diferentes para agradar a nichos específicos de mercado. Os estudos de concorrência tiveram grande impacto ao provar que isso já era feito em outras empresas. Abaixo segue um exemplo de como um componente pode servir a carros de segmentos diferentes, sem deixar de atender às necessidades de seu público-alvo.

Figura 2 - Aplicação de um mesmo volante em carros de diferentes segmentos pela Renault do Brasil



Fonte - Empresa A

Conforme citado anteriormente, o processo de padronizar adotado pela empresa não exige que o mesmo seja feito de forma engessada, ou seja, podem e devem ocorrer mudanças para atender a determinados requisitos de um projeto. Inclusive esta é uma estratégia adotada pela empresa, que para agregar valor a um carro de menor valor expressivo, fez com que este compartilhasse a mesma armação de volante usada por um carro de maior valor expressivo, conforme pode ser visualizado na figura 3.

Figura 3 - Mesma solução técnica adotada pela Empresa A para volante em carros distintos



Fonte - Empresa A

De acordo com a empresa, a adoção da padronização de componentes facilita a utilização de componentes de maior qualidade e melhor performance, porque como a solução deve ser compartilhada com mais de um projeto, há um ganho em aumento de volume de compra durante a negociação com o fornecedor, possibilitando um maior poder de barganha e consequentemente redução de preço-peça e investimento necessário para usar determinado componente.

Outro fator que favorece e muito a padronização de componentes é a questão da gestão de desenvolvimento de produto, ou seja, tempo. A padronização trabalha na utilização de uma solução já existente, não sendo necessário

todo o trabalho de desenvolvimento, mas apenas a gestão de modificações nos casos mais extremos, onde não é possível utilizar o componente tal e qual em mais de um projeto.

Como uma das propostas deste trabalho é quantificar com resultados financeiros positivos, as práticas da padronização de componentes no desenvolvimento de projetos da indústria automotiva, foi realizado um estudo de caso.

4.4 Estudo de caso

A fim de atender a requisitos de um novo design, foi estabelecido por uma das áreas de desenvolvimento tecnológico em conjunto com uma das plataformas, que seria necessário desenvolver um novo conjunto de acionadores elétricos de vidro para ser usado no restyle de um carro atualmente em produção. Tal componente é considerado pela empresa como de desenvolvimento “pesado”, pois seu correto funcionamento depende e interage com todo o esquema elétrico do carro e sua central eletrônica, fazendo com que sua construção eletroeletrônica seja complexa.

Uma proposta levantada pela equipe de padronização da empresa, e que está sendo acompanhada pelos autores deste artigo, é a utilização de uma peça já existente, mas “salvando” apenas os elementos eletroeletrônicos e modificando o design externo da peça, que é o estético e visual ao cliente. Teoricamente seria extremamente viável a adoção desta proposta, mas seria necessário comprovar por meios quantitativos o quão viável pode vir a ser utilização do componente padrão. Foram então realizados estudos de engenharia de custos, para verificar o quanto custaria a peça nova, quanto custaria fazer apenas o investimento de modificação da peça atual e quanto tempo levaria para desenvolver um componente eletroeletrônico compatível com o sistema já embarcado no veículo. A empresa não abriu à pesquisa o seu processo de análise de custos de componente, disponibilizou apenas para ambas as peças, os dados de valor para uma única peça com dois acionadores, com quatro acionadores e com um acionador, investimento (compartilhado para todas as peças de determinada solução) que deve ser feito para adoção de cada proposta e tempo necessário para desenvolver e testar cada solução.

Figura 4 - Valorização de nova peça e peça padrão

Valorização de acionadores elétricos para vidro

	Novo desenvolvimento	Peça padrão	Delta
1 peça c/ 4 acionadores	R\$ 52,70	R\$ 33,50	R\$ 19,20
1 peça c/ 2 acionadores	R\$ 29,00	R\$ 13,60	R\$ 15,40
1 peça c/ 1 acionadores	R\$ 7,28	R\$ 5,50	R\$ 1,78
Investimento necessário	R\$ 1.600.000,00	R\$ 97.000,00	R\$ 1.503.000,00
Preventivo de horas de desenvolvimento e testes	2140h	133h	2007h

Delta positivo
Delta negativo

Fonte - Empresa A

Conforme pode ser visualizado na figura 4, a peça padrão apresenta maior competitividade econômica em relação ao novo desenvolvimento. Com a adoção da solução padrão, a empresa tem uma redução de custo equivalente a R\$19,02 por carro que use a peça de 4 acionadores, e de R\$15,40 para carros que usem a peça de 2 acionadores. Deve também ser considerado em cada carro, o delta para peça de um acionador que é usada apenas no lado do passageiro para carros que usam a versão de dois acionadores, e também nas janelas posteriores para carros que usam a versão de 4 acionadores no motorista, que é de R\$1,78 por peça. Um detalhe importante é que as reduções de preço dependem do volume de produção de cada carro, ou seja, quanto maior o volume de produção do carro, maior será o valor economizado. Além da economia com preço peça, houve redução por parte de investimento (R\$1.503.000,00) e horas de desenvolvimento e testes (2.007h).

Para demonstrar como a adoção de uma peça padrão gera economia, foram montados três gráficos e também um esquema com dados não reais, a fim de facilitar a interpretação dos dados.

Figura 5 - Esquema de aplicação do componente valor - economizado por versão

Estudo de caso para aplicação de componente padrão
 Estimativa de vendas no primeiro ano
 Veículo A

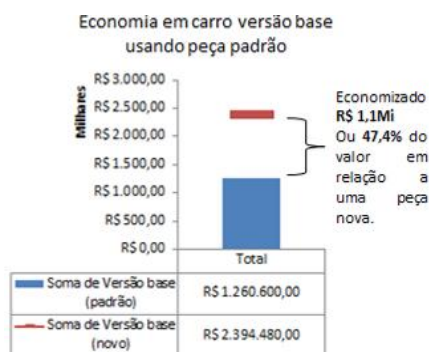
	Custo nova peça	Custo peça padrão	Delta (nova peça / peça padrão)	Valor economizado por versão					
				Versão base	Versão intermediária	Versão luxo	Versão base	Versão intermediária	Versão luxo
Volume de veículos no 1º ano	-	-		66.000	33.000	12.000	66.000	33.000	12.000
1 peça c/ 4 acionadores	R\$ 52,70	R\$ 33,50	R\$ 19,20	X	O	O	0,00	633.600,00	230.400,00
1 peça c/ 2 acionadores	R\$ 29,00	R\$ 13,60	R\$ 15,40	O	X	X	1.016.400,00	0,00	0,00
1 peça c/ 1 acionador (passageiro)	R\$ 7,28	R\$ 5,50	R\$ 1,78	O	O	O	117.480,00	58.740,00	21.360,00
2 peças c/ 1 acionador (posterior)	R\$ 14,56	R\$ 11,00	R\$ 3,56	X	X	O	0,00	0,00	42.720,00

LEGENDA:
 O - aplicado
 X - Não aplicado

Fonte - Elaborado pelos autores

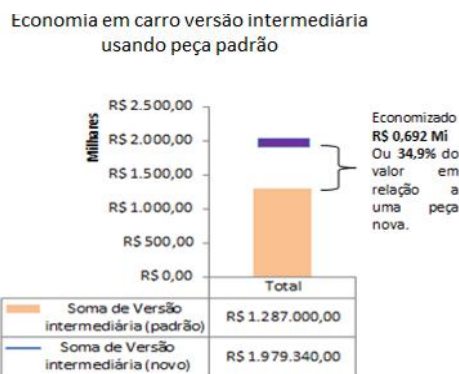
Gráficos:

Gráfico 1 - Economia em carro versão base considerando volume estimado



Fonte - Elaborado pelos autores

Gráfico 2 - Economia em carro versão base intermediário volume estimado



Fonte - Elaborado pelos autores

Gráfico 3 - Economia em carro versão luxo considerando volume estimado



Fonte - Elaborado pelos autores

No esquema foi considerado o volume de produção de um modelo atual da empresa que tem em sua configuração de fábrica a possibilidade de usar o componente verificado (comando de vidro elétrico) em sua configuração de fábrica. Este volume foi escolhido porque de acordo com a empresa o componente analisado no estudo de caso, deve ser empregado inicialmente em um carro com projeção de vendas próxima a esta. Foi feita uma suposição de aplicação do componente considerando o volume de vendas deste modelo no ano passado, em forma de simulação, para verificar se realmente é possível salvar capital com a peça padrão ao invés de um novo desenvolvimento. Conforme pode ser verificado, existe a expectativa de que a peça padrão gere um alto “cost avoidance” (deixar de gastar).

5 Conclusões

A empresa que serviu de fonte de informações para a construção deste artigo, atualmente, está sentindo os efeitos da queda nas vendas impactando diretamente no desenvolvimento de novos produtos, pois a redução da demanda do mercado minimiza a margem de lucro e conseqüentemente reduz as reservas da empresa, que passa a adotar uma política de redução de custos. Esta atual conjuntura do mercado automotivo possibilita que práticas de trabalho como a padronização de componentes se firmem e ganhem força dentro dos processos de Engenharia do Produto das empresas do ramo. Desde a adoção da padronização, a empresa vem conseguindo reduzir seus gastos com o desenvolvimento de novas tecnologias sem necessariamente deixar de oferecer um novo produto ao seu cliente. Inclusive este ponto é cuidadosamente trabalhado pela empresa, porque a redução da demanda de clientes faz com que fatores como qualidade, performance, confiabilidade, segurança e preço sejam decisivos na hora de ganhar clientes.

Conforme apresentado no decorrer do artigo, a padronização tem papel fundamental na política de redução de gastos que atualmente está sendo empregada na empresa. Seus resultados geram economia a DDP e interferem no orçamento geral da empresa. Portanto, as cifras economizadas através do processo de padronização podem influenciar na saúde de outras áreas da empresa. Desta forma, percebe-se que a adoção da padronização de componentes no decorrer do desenvolvimento e manutenção do produto automotivo possibilita que a empresa se beneficie não só no âmbito técnico, mas também no âmbito financeiro.

Durante a realização do estudo de caso foi possível acompanhar de perto uma parcela do processo de desenvolvimento de produto da empresa analisada. Percebeu-se que os processos adotados pela empresa são diretamente influenciados por outras que fazem parte do mesmo grupo na qual a verificada está inserida. Desta forma os estudos sobre a padronização de componentes podem ser estendidos, a fim de verificar os seus impactos sobre todo o grupo e não apenas a uma fração.

Referências

- CALABRESE, G. “R&D Globalization in the Car Industry”. CoCKEAS,2001.
- CAMPOS, V. F.: TQC :Controle da qualidade total no estilo japonês. 5 ed.; Minas Gerais; 1992.
- CAMPOS, Vicente Falconi, Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia, 7ª Edição, Editora de Desenvolvimento Gerencial, Belo Horizonte, 1998.
- CAMPOS, Vicente Falconi. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. 7.ed. BELO HORIZONTE: EDG, 1999. 276p.

- CAVANHA FILHO, A. O. *Estratégia de Compras*, Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2006.
- CHIAVENATO, Idalberto. *Gerenciando Pessoas: o passo decisivo para a administração participativa*. 3 ed. São Paulo, Makron Book do Brasil, Editora Litade 1993.
- CLARK, K. B. e FUJIMOTO, T. *Product Development, Performance Strategy, Organization and Management in the World Auto Industry*. Cambridge, Harvard Business Press, 1991.
- CORIAT, B. e WEINSTEIN, O. “The Organization of R&D and the Dynamics of Innovation: a ‘Sectorial’ View”. Paris, Working Paper Essay, 2001.
- CORREA, H. L., GIANESI, I. G. N. *Administração Estratégica de Serviços*. 1 ed São Paulo: Atlas, 1996.
- FINE, C. H. et al. *The U.S. Automobile Manufacturing Industry*. U.S. Department of Commerce, Office of Technology Policy, 1996.
- FREEMAN, C. e SOETE, L. *The Economics of Industrial Innovation*. Mit Press, Cambridge, 1997.
- FUJIMOTO, T. *The Evolution of a Manufacturing System at Toyota*. New York, Oxford University Press, 1999.
- GIL, A.C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GIL, A.C. *Metodos e técnicas de pesquisa social*. 6. Ed São Paulo: Atlas, 2008.
- GOESE, I.B.; BRAGATO, L.L.V. & PEREIRA, N.N. *A padronização dos processos: uma ferramenta gerencial*. In: FACULDADE CAPIXABA DE NOVA VENÉCIA. Espírito Santo: publicado no diário oficial da união, 1999.
- HARTLEY, J.R. *Concurrent Engineering: Shortening Lead Times, Raising Quality, and Lowering Costs*. Productivity Press. 1992.
- IMAI, Masaaki. *Gemba Kaizen*. 6. ed. São Paulo: Instituto IMAM, 2005. *Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo*. 6 ed. São Paulo: IMAM, 2005.
- MARSILI, O. *The Anatomy and Evolution of Industries*. Edward Elgar, Cheltenham, 2001.
- MEREDITH, J.R. & MANTEL JR., S.J. *Project Management – A Managerial Approach*. John Wiley & Sons. 2000.
- MOURA, José Aristides M., *Os Frutos da Qualidade: A Experiência da Xerox do Brasil*, 3ª edição revisada e ampliada, São Paulo, Makron Books, 1999.
- ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. *Measuring Globalisation: The Role of Multinationals in OECD Economies*. Paris: OECD, 2001b.
- OLIVEIRA, Otávio J. et al, *Gestão da Qualidade: Tópicos Avançados*, São Paulo, Pioneira Thomson Learning, 2004.
- PUGH, S. *Creating innovative products using total design*, Addison-Wesley, 1996.
- UTTERBACK, J. M. *Dominando a Dinâmica da Inovação*. Qualitymark Ed., Rio de Janeiro, 1996.
- VICKERY, G. “Globalization in the Automobile Industry”. In: OECD (ed.). *Globalization of Industry*. Paris, 1996.
- WIEMES, Leandro; BALBINOTTI, Giles. *A padronização de processo produtivo em uma indústria automobilística: uma análise teórico prática*. *Gestão e Tecnologia Industrial*. Belo Horizonte, mai. 2009. Seção artigos. Disponível na internet por http em: Acesso em: 12 ago. 2015.

18TC-A5-Análise de Modelos de Desenvolvimento de Produtos Visando o Atendimento a Regulamentações da ANVISA - Estudo no Desenvolvimento de Produtos Médicos Implantáveis

Flavio Haruo Clemente de Oliveira
(flharuo@gmail.com, PPGECC-UFPR)

Adriana de Paula Lacerda Santos
(adrianapls1@gmail.com, PPGECC-UFPR)

Resumo

O desenvolvimento de produtos é um processo que visa atender não somente às expectativas de seus usuários, no Brasil, quando se trata de produtos voltados à saúde, precisam atender a requisitos estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. O Presente artigo reúne informações que favorecem as etapas do processo de desenvolvimento de produtos médicos para a saúde implantáveis, associando as exigências que devem ser atendidas com as fases do DP através da proposta de um Modelo de Desenvolvimento de Produtos.

Palavras-Chaves: *Modelo de Desenvolvimento de Produto, Produtos Médicos, Saúde*

1 Introdução

O desenvolvimento de produtos é um desafio que exige de seus desenvolvedores uma série de expertises que corroboram para que ao final os produtos tenham o sucesso desejado e atendam as expectativas de seus usuários. São diversas as metodologias criadas que permitem, ao final, a obtenção de produtos que, no caso de produtos médicos implantáveis, juntamente com as demandas de projetos, também precisam atender aos requisitos específicos regulamentares.

No Brasil a autarquia que atua para este tipo de produtos é a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a qual é vinculada ao Ministério da Saúde, e estabelece que sua comercialização pode ser realizada a partir do atendimento aos requisitos estabelecidos nas Resoluções criadas pela própria agência. O processo de desenvolvimento de produto para saúde requer adequação à Resoluções da Diretoria Colegiada como a RDC nº185, de 22 de outubro de 2001 e a RDC nº16, de 28 de março de 2013, aplicáveis à dispositivos considerados produtos para a saúde bem como estes devem ser registrados. As resoluções visam a garantia da qualidade, segurança e eficácia deste tipo de produtos bem como as boas práticas de fabricação dos mesmos.

O presente artigo visa avaliar o processo de desenvolvimento de produtos (PDP) proposto por diferentes autores, sob o aspecto de atividades relacionadas às fases deste processo que requerem a tomada de ações específicas por parte dos desenvolvedores de produtos médicos para saúde, as quais assegurem não somente a obtenção do produto final, como também o registro dos produtos junto ANVISA ao final das etapas, tornando possível no Brasil a comercialização dos produtos desenvolvidos.

2 Registro de Produtos de em conformidade com a ANVISA

A ANVISA foi criada pela Lei nº 9.782, de 26 de janeiro de 1999 e sua missão é atuar nos setores e serviços que possam afetar a saúde da população brasileira, através da intervenção nos riscos decorrentes da produção e do uso de produtos e serviços sujeitos à vigilância sanitária em ação coordenada com estados, municípios de acordo com o princípio do sistema único de saúde (SUS). Sua competência abrange tanto a regulação sanitária quanto a regulação econômica do mercado, senda a direção dada por uma diretoria colegiada, a qual é composta por cinco integrantes, e estes têm mandatos de três anos após terem sido sabatinados pelo Senado Federal sendo que um dos integrantes é designado por decreto do Presidente da República para exercer o posto de diretor-presidente. (ANVISA, 2015).

Os produtos para uso médico bem como características do processo de fabricação precisam atender a exigências contidas nos regulamentos sanitários (ANVISA, 2015). Os requisitos estabelecidos em dispositivos legais como Decretos, Leis e através de resoluções da diretoria colegiada - RDC's. (RDC N°. 185, 2001). De acordo com o Manual de Registro e Cadastramento de Materiais de Uso em Saúde, o deferimento ou indeferimento dos pleitos referentes ao registro de produtos são posteriormente publicados em Diário Oficial da União (D.O.U.).

A própria agência reconhece a complexidade que abrange os produtos para saúde, que são utilizados na realização de procedimentos médicos, odontológicos, fisioterápicos e bem como no diagnóstico, tratamento, reabilitação ou monitoração de pacientes, os quais apresentam riscos variados e, conforme estes, os produtos são classificados em famílias visando simplificar o trabalho administrativo e a redução de custos envolvidos para seus desenvolvedores/fabricantes no ato do registro (ANVISA, 2015).

A legislação sanitária, de modo geral, abrange equipamentos de diagnóstico, de terapia, de apoio médico-hospitalar, material de uso em saúde, materiais e artigos descartáveis, materiais e artigos implantáveis, materiais e artigos de apoio médico-hospitalar, produtos para diagnósticos de uso "*in-vitro*" e produto para saúde, conforme definições da Portaria n° 2.043, de 12 de dezembro de 1994 e Portaria SVS n° 686, de 27 de agosto de 1998 (ANVISA, 2015).

Conforme definição na RDC n°185 de 2001, o Produto médico é um produto para a saúde, tal como equipamento, aparelho, material, artigo ou sistema de uso ou aplicação médica, odontológica ou laboratorial, destinado à prevenção, diagnóstico, tratamento, reabilitação ou anticoncepção e que não utiliza meio farmacológico, imunológico ou metabólico para realizar sua principal função em seres humanos, podendo entretanto ser auxiliado em suas funções por tais meios.

A regularização do produto é condicionada também à regulamentação da empresa junto à Vigilância Sanitária, que inclui o Certificado de Boas Práticas de Fabricação (CBPF), o qual precisa estar válido na ocasião do protocolo da petição de registro de produtos para saúde junto a ANVISA. Também é necessário o enquadramento sanitário dos materiais de uso em saúde, conforme risco intrínseco que podem apresentar à saúde dos que entrarão em contato com o mesmo. As classes de risco podem ser I, II, III e IV, e seu enquadramento segue regras definidas nas disposições da RDC n°185, de 22 de outubro de 2001 em seu anexo II. Seguindo um exemplo conforme estas definições, os produtos odontológicos implantáveis entrariam na Regra 8, Classe de Risco III. Tornando este tipo de produto sujeito à registro e não cadastramento, no que se refere a identificação da Petição (ANVISA, 2015).

Os produtos a serem desenvolvidos devem ser agrupados a partir dos materiais, modelos, componentes, partes, acessórios que deverão ser incluídos no processo para fins de registro e cadastramento na ANVISA, de acordo com critérios gerais, critérios específicos ou Regulamentos Técnicos específicos. Produtos para saúde precisam apresentar identificação técnica a partir de uma tabela de codificação de produtos médicos disponível no endereço eletrônico da ANVISA, e também apresentar Rótulos e Instruções de Uso que identifiquem e comuniquem a utilização correta de maneira segura e eficaz para o usuário, paciente, profissional de saúde ou operador (RDC N°. 185, 2001).

De acordo com a RDC n°56, de 6 de abril de 2001, o agrupamento dos itens gerais que caracterizam controles e cuidados mínimos para as fases de projeto e fabricação a serem observados pelo fabricante são descritos nos tópicos abaixo, embora seja possível que apenas alguns deles seja considerado aplicável conforme o tipo de produto, a ser determinado pelo fabricante (ANVISA, 2015):

- a) Propriedades químicas, físicas e biológicas;
- b) Infecção e contaminação por micróbios;
- c) Propriedades ambientais e de fabricação;
- d) Produtos com função de medição e diagnóstico;
- e) Proteção contra radiação;
- f) Requisitos para produtos de uso em saúde conectados a (ou equipados com) uma fonte de alimentação elétrica;
- g) Proteção contra riscos mecânicos;
- h) Proteção contra os riscos associados a administração de energia e substâncias ao paciente;
- i) Proteção contra riscos associados aos produtos para auto teste e auto administração;
- j) Informações fornecidas pelo fabricante (precauções, advertências, indicação de uso, instruções de uso, etc.).

O fabricante determina dentre estes, os requisitos essenciais de segurança e eficácia pertinentes ao produto, sendo necessária a documentação dos motivos para a exclusão dos requisitos considerados não pertinentes.

Durante o ciclo de vida do produto deve ser mantido pelo fabricante um contínuo processo para a identificação das fontes de danos associadas aos produtos de uso em saúde, faz se necessário estimar e avaliar os riscos relacionados controlados e, monitorar a efetividade dos controles por meio do processo de gerenciamento de riscos (DOU, 2015).

De acordo com o Manual de Cadastramento de Materiais de uso em Saúde (2011), são utilizados como comprovação ao atendimento aos requisitos documentos com embasamento científico como laudos, certificados, relatórios de análises, resultados da validação, descritivos de procedimentos de validação e controle, informações sobre características do projeto, estudos comparativos, especificações de matéria prima e de produto acabado, inclusive o controle de validações de processos produtivos dentre outros, que são aceitos como justificativa válida.

Quando não existem publicações científicas para comprovar embasamento técnico-científico, devem ser indicados estudos e pesquisa conduzidos pela empresa que resultaram numa especificação, cujos resultados são apresentados como justificativa. Para a pesquisa clínica, é necessária a apresentação de detalhamento dos elementos que compõem e caracterizam o produto de uso em saúde, apresentando as suas peculiaridades, finalidade, modo de uso, indicações e contraindicações, além de informações que possibilitem a autoridade sanitária proferir decisão sobre pedido de registro (DOU, 2015). Conforme publicação no Diário Oficial da União (D.O.U), as pesquisas clínicas, necessárias para o desenvolvimento de novos medicamentos e produtos para saúde/ dispositivos médicos são normalizadas pela RDC nº10, de 20 de fevereiro de 2015, a qual requer o desenvolvimento de um Dossiê de Investigação Clínica de Dispositivo Médico (DICD) (DOU, 2015)

Após estas etapas pode ser realizado o peticionamento eletrônico a partir do cadastro do fabricante no sistema eletrônico da ANVISA. Então a petição deverá ser protocolizada na Unidade de Atendimento e Protocolo (UNIAP) em Brasília-DF ou enviada via correspondência em conformidade com a RDC nº25, de 16 de junho de 2011. Ao término do processo de petição eletrônica é gerada a Guia de Recolhimento da União (GRU), indicando o valor das taxas podem ser obtidos conforme RDC nº 222, de 28 de dezembro de 2006, em seu anexo I item 07, a ser pago pela empresa referente à petição solicitada. O registro é publicado no D.O.U. e sua validade é de cinco anos podendo ser revalidada.

3 Comparativo dos Modelos de Desenvolvimento de Produto

O processo de Desenvolvimento de Produtos (DP) em geral é composto por várias etapas as quais contribuem para que ao final se obtenha um produto que atende às expectativas do usuário, estas etapas podem variar de acordo com os autores que prescrevem tais etapas do processo.

De acordo com Rozenfeld *et al*, (2006), o Processo de Desenvolvimento de Produto apresenta as macrofases de Pré-desenvolvimento, Desenvolvimento e Pós-desenvolvimento. A primeira é constituída das fases de Planejamento do DP a qual visa um plano do portfólio de produtos da empresa a partir de um planejamento estratégico, e a fase de Planejamento do Projeto que desenvolve os planos dos projetos tendo como base as atividades e os recursos. Na macrofase de desenvolvimento tem-se cinco fases, a primeira delas é a de projeto informacional, no qual a partir dos requisitos do produto, determina as especificações que são associadas a valores de meta. A segunda, Projeto conceitual, quando se define a função global do produto a ser desenvolvido, bem como layout, matéria prima e principalmente a tecnologia a ser empregada. Na fase de Projeto detalhado são criados os sistemas, subsistemas e componentes dos produtos sendo especificados o material, embalagem protótipo e o projeto dos recursos. Trata-se da fase com ciclos que envolvem a construção, testes e a otimização. A quarta fase é dada pela Preparação da produção, em que se planeja a produção do lote piloto, testes e também são definidos parâmetros de controle do produto e processo. A quinta e última fase do desenvolvimento é o Lançamento do produto, em que o plano de marketing é colocado em ação, pois envolve desde o lançamento ao gerenciamento da aceitação do produto novo bem como o registro de decisões tomadas e aprendizados. Em seguida a macrofase do Pós-Desenvolvimento possui mais duas fases, sendo a primeira delas o Acompanhamento do Produto, que visa identificar oportunidades de melhoria e a segunda Descontinuidade do produto, quando se elabora um plano para determinar o momento adequado para dar fim à produção do produto. Este modelo completo é empregado no desenvolvimento de produtos complexos e inovadores.

O modelo de PDP de Back et al. (2008) são apresentadas três macro fases: Planejamento, Elaboração do projeto do produto e Implementação do lote inicial. O Planejamento do projeto resulta em um plano de Projeto que oriente as demais áreas da empresa envolvidas no processo de desenvolvimento de produto. Para a elaboração do projeto do produto, as etapas são divididas em Projeto informacional, Projeto conceitual, Projeto preliminar e Projeto detalhado as quais têm como resultado respectivamente as Especificações do projeto, Concepção,

Viabilidade técnica e econômica, e Documentação do produto. A finalização desta etapa permite o Início da Preparação da produção, etapa que já pertence à fase de Implementação do lote inicial, cujas sub etapas são Lançamento e Validação. Nesta mesma fase as saídas são constituídas de Liberação do produto, Lote Inicial e Validade do Projeto.

O modelo conhecido por Stage-Gate® foi desenvolvido por Cooper (2001) e apresenta cinco estágios principais e gates no início de cada uma das fases. O início se dá pela descoberta, seguida dos estágios, que são divididos em definição do escopo, criação do Business Case, desenvolvimento, testes e validação e Lançamento como último estágio, o qual é sucedido pela revisão de pós-lançamento. Para o autor, o Stage-Gate® consiste em um plano inicial para o processo de inovação do produto, para aumento da efetividade e da eficiência. Cada estágio é projetado para reunir informações necessárias para se avançar ao próximo gate ou ponto de decisão. Os gates servem como ponto de análise para o controle de qualidade e decisão sobre o que seguirá pelo caminho ou será eliminado. Como os estágios são multifuncionais não existem fases específicas para P&D ou marketing.

Clark e Whellwright (1993) apresentam no de funil de desenvolvimento Modelo III, a primeira fase e a segunda fase dividida por uma tela inicial que é caracterizada por um grupo de nível médio de gerentes de unidades funcionais individuais, que determinam quais informações adicionais são necessárias. As ideias são avaliadas conforme se adaptam com as tecnologias disponíveis e com as estratégias de marketing do produto, plano estratégico, e recursos da empresa para o desenvolvimento. A tela inicial também visa identificar conceitos competitivos e ideias que podem ser integradas à plataforma de desenvolvimento de produtos. Na tela secundária os gerentes sênior revisam e selecionam as opções de projetos de desenvolvimento de produtos e processos que vão ou não ser introduzidas ao mercado. A segunda fase visa reunir os dados e informações desenvolvidas na primeira fase, para a avaliação dos gerentes sênior que confrontaram com os recursos disponíveis, o plano de projetos e a estratégia da empresa. Quando aprovados para a terceira fase, inicia-se a execução pelo time de projetos.

O diferencial do funil de desenvolvimento Modelo III é proveniente das fontes de informações obtidas na primeira fase, as quais favorecem a obtenção de um conjunto de ideias para um conjunto lógico de desenvolvimento de projetos ligados diretamente à estratégia de negócios.

O modelo de Ulrich e Eppinger (2004) inicia o processo com uma etapa de planejamento, fase zero, seguida de desenvolvimento do produto, após design do nível do produto, design detalhado, teste e refinamento, e como quinta e última fase a produção em escala. Visando assegurar o término das fases do desenvolvimento anteriores, após a finalização destas fases uma fase de revisão pode ser incluída (VALENTE, 2011).

Etapas de esclarecimento da tarefa caracterizam a primeira fase do modelo de Pahl e Beitz (1995), fase seguida de Projeto conceitual com a combinação e a evolução em variantes de concepção. A próxima fase é o projeto preliminar em que há otimizações e complementos e são gerados documentos para a produção. Por final o projeto detalhado, fase em que são finalizados os detalhes de desenhos e documentos. Em qualquer uma das fases é possível adaptar a especificação e todas estão sujeitas a melhorias, assim como a otimização, que é dividida em otimização do princípio e otimização do leiaute e formas. Os produtos apresentam um grau de originalidade conforme a procedência do tipo de projeto.

No processo de desenvolvimento de produto apresentado por Baxter (2000), é utilizado o conceito incorporado ao modelo de Funil de Decisões, em que são sugeridas análises que darão origem à estratégia de negócios, a melhor oportunidade de negócios do produto, o melhor conceito, melhor configuração, protótipo e chegando ao novo produto. Ao se elaborar o projeto de desenvolvimento de produto são menores os riscos e incertezas quando se tomam decisões sobre a oportunidade específica para o desenvolvimento do novo produto, projeto conceitual, a configuração do produto e o projeto detalhado. Para o autor embora possa persistir alguma incerteza, minimizá-la assim como os riscos, faz parte da essência da atividade do desenvolvimento do produto mais seguro.

As atividades relacionadas ao gerenciamento de projeto podem ser classificadas em quatro diferentes etapas, sendo a primeira explorar ideias para um teste de mercado. A segunda etapa inclui a especificação da oportunidade para a seleção do melhor conceito. Na terceira etapa este conceito é submetido a um novo teste de mercado, e se descobre alternativas de projeto não consideradas anteriormente, o que pode levar a revisões do projeto conceitual, porém leva-se menos tempo pois as atividades que envolvem a mudança já são conhecidas. Ao se chegar ao conceito novamente é realizado o terceiro teste de mercado. Na quarta etapa é realizado o detalhamento do projeto e desenvolvido o protótipo, sendo este aprovado encerra-se o desenvolvimento do

produto. As atividades são marcadas por avanços e reciclagens, que melhoram os detalhes do produto deixando mais claro o conceito. Também é possível enxergar problemas e oportunidades não vistos anteriormente.

São apresentados na Figura 1 os modelos de PDP comparados e relacionadas as características destes processos que podem favorecer o desenvolvimento de produtos médicos implantáveis.

Figura 1 – Modelos de PDP e contribuição para desenvolver produtos médicos implantáveis

Modelo	Características do modelo de PDP	Como pode contribuir para o desenvolvimento produtos Médicos Implantáveis
Rozenfeld et al (2006)	Pré-desenvolvimento Desenvolvimento Pós-desenvolvimento	Plano do portfólio de produtos, este favorece estratégia regulatória; Nível de detalhamento da fase de Desenvolvimento demanda maior clareza quanto a requisitos a serem atendidos; Acompanhamento do produto no pós-desenvolvimento
Back et al. (2008)	Planejamento Elaboração do projeto do produto Implementação do lote inicial	Projeto do produto demanda ações que resultam em Especificações do projeto, e Documentação do produto, as quais compõem o Relatório Técnico;
Cooper (2001)	Descoberta Definição do escopo Criação do <i>Business Case</i> Desenvolvimento Testes e validação Lançamento	Contempla uma fase de Testes e Validação, essenciais ao Relatório Técnico;
Clark e Whellwright (1993)	Apresenta três fases divididas por uma etapa de avaliação por gerentes sêniores	Modelo converge recursos disponíveis, o plano de projetos e a estratégia da empresa;
Ulrich e Eppinger (2004)	Planejamento Desenvolvimento do conceito do produto <i>Design</i> do nível de serviço do produto <i>Design</i> detalhado Teste de refinamento Produção em escala Revisão como opcional	Fase específica para Testes de refinamento;
Pahl e Beitz (1995)	Esclarecimento da tarefa Projeto conceitual Projeto preliminar Projeto detalhado	Geração de especificação após esclarecimento da tarefa; Geração de documentação após projeto detalhado;
Baxter (2000)	Funil de decisões	Apresenta na essência atividade do desenvolvimento do produto mais seguro a partir de decisões ao longo do PDP;

4 Método de Pesquisa

Foi realizada uma análise bibliográfica em que foram avaliados sete autores com diferentes propostas de modelos de desenvolvimento de produtos, de modo que estes processos foram caracterizados e comparados de encontro às contribuições mais favoráveis ao desenvolvimento de produtos médicos implantáveis. Com base nestas análises fora desenvolvida uma proposta de PDP específica para o desenvolvimento de produtos médicos implantáveis voltados ao mercado brasileiro, os quais necessitam de registro da ANVISA para serem produzidos e comercializados.

4.1 Proposta para o MDP voltado a Produtos Médicos Implantáveis para o Registro junto a ANVISA

O resultado da comparação entre os diferentes modelos permitiu a visualização das etapas em que se é possível implementar ações que facilitam a preparação de um relatório técnico bem como o enquadramento do produto a ser desenvolvido ao estabelecido pela agência reguladora, neste caso a ANVISA (Figura 2).

Na fase de Planejamento do produto é essencial a uma clara definição no projeto sobre o produto a ser desenvolvido, alinhada ao portfólio de produtos da empresa e orientada pelo planejamento estratégico. Uma vez decidida a atuação no mercado brasileiro, faz-se necessário cumprimento das exigências do órgão regulador vigente para comprovação da segurança e eficácia do produto.

No planejamento do projeto devem ser desenvolvidos planos para adequar as atividades aos recursos disponíveis. Quando se trata de produtos para a saúde, torna-se necessário um Certificado de Boas Práticas de Fabricação antes da submissão de protocolo à ANVISA e este é concedido após comprovação de que a planta industrial atende às exigências vigentes.

No projeto informacional é importante que sejam delineadas todas as indicações de uso bem como as contra indicações.

Na fase de projeto conceitual são fornecidos os dados relacionados ao enquadramento do produto que consideram a duração de contato do mesmo com o paciente, a invasividade, a anatomia, a finalidade, a consequência de falhas e a tecnologia associada.

No projeto detalhado são definidos os sistemas ou subsistemas que compõem o produto, são características essenciais que definem qual família de produtos médicos que o produto novo irá pertencer.

Na fase de preparação para a produção ocorre a produção do lote piloto, testes de verificação a serem realizados, estes alinhados com os requisitos para a regra e classe dos produtos, e também são definidos parâmetros de controle do produto e processo com especificações que poderão integrar um Relatório Técnico.

Na macrofase de pós-desenvolvimento na fase de Acompanhamento do produto, ocorre a Tecnovigilância, que de acordo com a RDC N°67, de 21 de dezembro de 2009, é o sistema de vigilância de eventos adversos e queixas técnicas de produtos para a saúde na fase de pós-comercialização, com vistas a recomendar a adoção de medidas que garantam a proteção e a promoção da saúde da população.

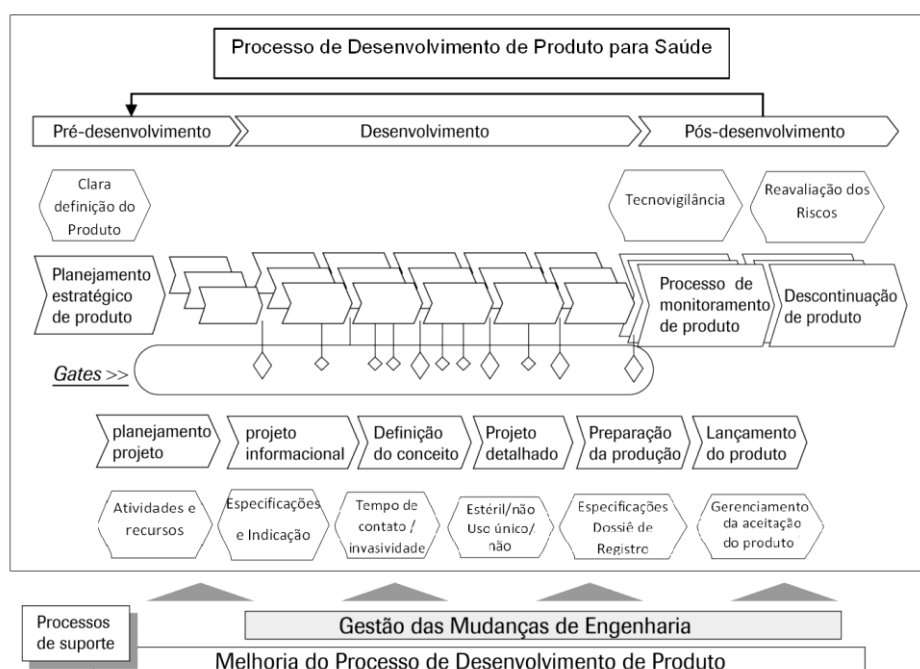
Na fase de descontinuidade do produto é estabelecido um plano para se determinar o momento adequado para dar fim do ciclo de vida do produto, entretanto é importante reavaliar também o gerenciamento de risco considerando as consequências frente a produtos implantados em pacientes.

Figura 2 – Modelos de PDP e contribuição para desenvolver produtos médicos implantáveis

Macro fase	Fase	Atividade combinada com estratégia regulatória
Pré-Desenvolvimento		
	Planejamento do DP	Descrição detalhada do projeto do produto a ser desenvolvido alinhado portfólio de produtos da empresa a partir de um planejamento estratégico.
	Planejamento do Projeto	desenvolvimento planos dos projetos tendo como base as atividades e os recursos disponíveis
Desenvolvimento		
	Projeto informacional	A partir dos requisitos do produto, determina as especificações que são associadas a valores de meta. Associar indicações de uso bem como as contra-indicações
	Projeto conceitual	quando se define a função global do produto a ser desenvolvido, bem como layout, matéria prima. Importante estabelecer o tempo de contato do produto com o paciente e ou grau de invasividade.
	Projeto detalhado	são criados os sistemas, subsistemas e componentes dos produtos sendo especificados o material, embalagem protótipo e o projeto dos recursos como por exemplo a condição de venda (se estéril ou reutilizável)
	Preparação da produção	produção do lote piloto, testes que devem estar alinhados com os requisitos para a regra e classe dos produtos, também são definidos parâmetros de controle do produto e processo com especificações que poderão integrar um Relatório Técnico;
	Lançamento do produto	plano de marketing é colocado em ação, pois envolve desde o lançamento ao gerenciamento da aceitação do produto;
Pós-Desenvolvimento		
	Acompanhamento do Produto	Identificar oportunidades de melhoria através da Tecnovigilância
	Descontinuidade do produto	Quando se estabelece um plano para determinar o momento adequado para dar fim do ciclo de vida do produto reavaliar também o gerenciamento de risco.

Para sintetizar a proposta, foi desenvolvido um modelo de Processo de Desenvolvimento de Produtos para Saúde, apresentado na Figura 3, tendo como referência o Modelo proposto por Rozenfeld *et al*, (2006).

Figura 3 – Modelos de PDP proposto



5 Conclusão

Um modelo de PDP alinhado com o com uma estratégia regulatória bem definida é um mecanismo que favorece a concessão de registro necessário para se desenvolver, produzir e comercializar produtos médicos implantáveis. As etapas do processo de desenvolvimento permitem desenvolver juntamente com o produto, todas as informações necessárias aos documentos que compõem um Dossiê de Registro, o qual concentra as informações relacionadas às exigências de órgãos reguladores.

A disponibilidade para o desenvolvimento de novos produtos para a saúde necessita contemplar esforços para se atender as exigências relacionadas ao processo regulatório de registro de produtos, isto já na fase de planejamento, considerando cumprimento de exigências que a ANVISA, a qual estabelece aos desenvolvedores de produtos para saúde, diversificadas demandas através de seus dispositivos legais.

As etapas do processo de fabricação e seus controles, os registros e documentos relacionados ao sistema de gestão da qualidade, a logística e rastreabilidade bem como sistemáticas de acompanhamento referentes às ações preventivas e corretivas exigem recursos a serem considerados na fase de planejamento do projeto. A partir de definições quanto ao modo de aplicação do produto na fase do projeto informacional, se determina a finalidade do produto segundo o próprio fabricante. No projeto conceitual é possível relacionar o produto a ser desenvolvido à família de produtos médicos a qual este poderá pertencer, que relaciona características técnicas e de aplicação já registrada junto a ANVISA, podendo ser uma família pré-existente ou nova. As informações obtidas na fase de projeto detalhado relacionam o modo de apresentação do produto, assim como assim como sua condição de venda como, por exemplo, uso único ou reutilizável e estéril ou não estéril. Faz se necessário o registro das etapas de cada uma das fases do desenvolvimento. Na preparação para a produção são gerados os principais documentos que compõem o Registro Mestre do Produto (RMP), através de especificações, instruções e procedimentos utilizados para a obtenção do produto acabado.

As sistemáticas utilizadas na fase do desenvolvimento devem estar em conformidade com os requisitos estabelecidos, assim como é necessária a criação de mecanismos que assegurem a correta utilização e instalação dos produtos para a saúde já na fase de pós-desenvolvimento. Considerando a fase de descontinuidade do produto, quaisquer processos relacionados a disposição ou revisão do produtos devem estar descritos em

procedimentos estabelecidos, sendo que cada ação que for tomada, baseada em avaliação do risco, precisará estar documentada, visto que para a manutenção dos registros dos produtos médicos tais evidências podem ser verificadas.

Referências

ABDI . Compêndio da Legislação Sanitária de Dispositivos Médicos - Versão 3.4, 2011. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/387659804900b739a5e1bd466b74119d/1-Comp%C3%AAndio+da+Legisla%C3%A7%C3%A3o+Sanit%C3%A1ria+de+Dispositivos+M%C3%A9dicos.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 8 abr. 2015

ABDI . Guia de Auxílio na Implantação de Boas Práticas em Produtos Para Saúde. Baseado nas normas RDC 16/2013, RDC nº 059/2000 e Portaria nº 686/1998, 2012. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/595ce380407921dbb0a7b447eaaed7e/Manual+de+BPF.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 8 abr. 2015.

ABDI . Manual de registro e cadastramento de materiais de uso em saúde, 2011. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Produtos+para+a+Saude/Assunto+de+Interesse/Publicacoes>>. Acesso em: 8 abr. 2015

ANVISA. Diretoria Colegiada. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Agencia/Assunto+de+Interesse/Diretoria+Colegiada>>. Acesso em: 4 abr. 2015.

ANVISA. Resolução - RDC nº 16, de 28 de março de 2013. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/fl1d1f3804368409d88e5ec74fbf02411/RDC+16-13+BPF+PRODUTOS+E+IVD.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 8 abr. 2015

ANVISA. Resolução - RDC nº 67, de 21 de dezembro de 2009. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/54ffad80474581968ddadd3fbc4c6735/RESOLU%C3%87%C3%83O+RDC+67+09.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 7 mai. 2015

ANVISA. Resolução - RDC nº 185, de 22 de outubro de 2001. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a4f076804745973a9f83df3fbc4c6735/rdc_185.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 8 abr. 2015

BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A.; SILVA, J. C. da. Projeto integrado de produtos : planejamento, concepção e modelagem. Barueri, SP: Manole, 2008.

BAXTER, Mike. Projeto de produto : guia prático para o design de novos produtos. São Paulo, SP: E. Blücher, 2000.

CLARK, Kim Bryce; WHEELWRIGHT, Steven Charles;. Revolutionizing product development : quantum leaps in speed, efficiency, and quality. New York: The Free Press, 1993.

Diário Oficial Da União – DOU. Resolução - RDC nº 10, de 20 de fevereiro de 2015. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=03/03/2015&jornal=1&pagina=73&totalArquivos=140>>. Acesso em: 7 mai. 2015

JUGEND, Daniel; SILVA, Sérgio Luis da. Práticas de gestão que influenciam o sucesso de novos produtos em empresas de base tecnológica. Revista Produção, v.20, n. 3, jul./set. 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/prod/v20n3/aop_t6_0005_0074.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2015.

PAHL, Gerhard e BEITZ ,Wolfgang. Engineering Design - A systematic approach. Berlin: Springer, 1988.

PAHL, Gerhard e BEITZ ,Wolfgang. Engineering Design. Berlin: Springer, 2007.

PAHL, Gerhard; BEITZ, Wolfgang; FELDHUSEN, Jörg; GROTE, Karl-Heinrich. Projeto na engenharia : fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações. São Paulo: Blücher, 2005.

ROZENFELD, Henrique; FORCELLINI, Fernando Antônio; AMARAL, Daniel Capaldo; TOLEDO, José Carlos de; SILVA, Sérgio Luiz da; ALLIPRANDINI, Dário Henrique; Scalice, Régis Kovacs. Gestão de desenvolvimento de produtos: uma abordagem para a melhoria de processos. São Paulo, SP: Saraiva, 2006.

SILVA, Sergio; ROZENFELD, Henrique. Proposição de um modelo para avaliar a Gestão do Conhecimento no Processo de Desenvolvimento de Produtos. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v36n1/a11v36n1.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2015

TONDOLO, Rosana da Rosa Portella. A interação da estratégia competitiva e custos com o processo de desenvolvimento de produtos: um estudo multi-casos. 2010. 112 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-graduação em Administração da Universidade de Caxias do Sul, 2010. Disponível em: <http://tede.uces.br/tde_busca/processaArquivo.php?codArquivo=344>. Acesso em: 26 mar. 2015.

ULRICH, Karl; EPPINGER, Steven. Product Design and Development. 4th Edition. New York: McGraw Hill, 2008.

ULRICH, Karl; EPPINGER, Steven. Product Design and Development. 3rd Edition. New York: McGraw Hill, 2004.

VALENTE, Daniela Telles. Inovação e Empreendedorismo Tecnológico. 2011. 85 f. Dissertação (Mestrado em Inovação e Empreendedorismo Tecnológico) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2011. Disponível em: <<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/63272/1/000149606.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2015

19TC-A5-Análise e Planejamento Estratégico como Meio de Maturação de uma Microempresa

Marcos Lucas de Oliveira
(eng.marcos.lucas@gmail.com – PPGE/UFMS)

Norberto Arend Aviles
(Norberto_arend@hotmail.com – UFMS)

Vanessa de Conto
(vanessadeconto@hotmail.com – PPGE/UFMS)

Andreas Dittmar Weise
(mail@adweise.de – PPGE/UFMS)

Janis Elisa Ruppenthal
(janis.rs.br@gmail.com – PPGE/UFMS)

Resumo

O planejamento estratégico tem o intuito de auxiliar a alta direção de uma organização a traçar seus objetivos visando sempre o melhor resultado. Nesse prospecto o presente estudo tem por objetivo analisar o posicionamento estratégico de uma microempresa em seus aspectos funcionais e macroambientais. Dessa forma, para o embasamento do estudo foi utilizado uma metodologia descritiva. Como resultado obteve-se um planejamento estratégico com perspectivas de revisão através do 5W2H. Como conclusão do estudo observa-se que organizações não tinha um planejamento estratégico estruturado e esse estudo contribuiu para o aprimoramento da gestão empresarial da mesma.

Palavras chave: Modelo STEP, Modelo de Porter, 5W2H.

1 Introdução

O planejamento estratégico constitui uma importante ferramenta administrativa para o alcance de objetivos de uma organização. Basicamente fazem parte do planejamento estratégico análises de ambientes em que a organização está envolvida, estabelecimento de objetivos e planos de ações para atingir os resultados esperados. Para Reginato (2011), o planejamento estratégico tem uma estrutura que pode fornecer respostas específicas de forma ágil, antecipando as mudanças no mercado e assim adaptando a empresa conforme a dinâmica da competitividade. Porter (1999), relata que a essência da formulação de uma estratégia competitiva é relacionar uma organização ao seu ambiente, podendo ser essa analisada sobre duas perspectivas: macro-ambiental e setorial.

O caso estudado é direcionado a uma Padaria e Confeitaria que atua no mercado há aproximadamente 60 anos, localizada na cidade de Santa Maria – RS, Brasil. A padaria vende produtos na área de panificação e confeitaria, assim como produtos de mercearia. A empresa é conhecida no mercado pela qualidade disposta no pão francês e nos frios. Todavia, em virtude do pequeno espaço físico, acaba por ser reconhecida também pelas longas filas de atendimento nos horários de pico. Dessa forma, serão abordadas questões e problemáticas envolvendo a situação da empresa em análise, principalmente quanto a fatores estratégicos, que devem servir para nortear o planejamento e o desenvolvimento de uma estratégia de longo prazo.

Em virtude da empresa não possuir um planejamento estratégico instituído, a elaboração desse estudo foi considerado pelos autores como importante quanto ao tangenciamento de melhorias gerenciais que madurem um melhor posicionamento no mercado para a organização. Para tanto, o presente trabalho tem por objetivo

diagnosticar e desenvolver o planejamento atual de uma padaria e confeitaria, localizada em Santa Maria – RS, constituindo-se de quatro fases de planejamento, foi utilizado-se o modelo de STEP, modelo de Porter e um plano de ação (5H2W) para atingir o objetivo do estudo.

2 Planejamento estratégico

O planejamento estratégico na visão de Kaufmann et al. (2003) expõe, concebe, e registra: a visão empresarial de onde se quer chegar; a missão da organização; objetivos para alcançar a estratégia adotada; precedência através das análises; métodos para alcançar resultados internos. Na concepção da Engenharia de Produção, o planejamento estratégico é um processo administrativo que busca promover uma metodologia que formula um caminho ou curso a ser seguido com o escopo de maximizar a utilização dos recursos de um empreendimento (SOUZA; QUALHARINI, 2007).

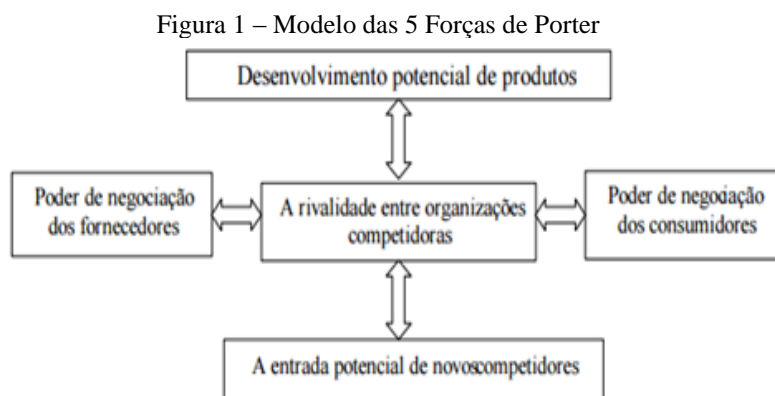
Para Costa et al. (2011), existem outros dois tipos de planejamento que devem estar ligados ao estratégico, são eles: planejamento Tático e planejamento operacional. Kich et. al. (2010) defende que o planejamento operacional é de curto prazo e realizados por aqueles que executam a tarefa em si, possuem contato direto com os problemas e as possíveis soluções. Seu principal objetivo é fornecer informações ao tático. Complementando, Oliveira (2011) afirma que o planejamento operacional é a formalização dos métodos de desdobramento e implantação de resultados específicos referentes a cada área funcional.

2.1 Modelo STEP

Autores como Wright, Kroll e Parnell (2000) defendem que as empresas de maneira geral são afetadas por forças macro-ambientais relacionadas a fatores exógenos, destacam-se as principais: político, econômico, social, tecnológico, ambiental e legal. O elo em comum dessas forças reside no princípio de que as mesmas não estão sob controle das organizações, sendo assim, torna-se necessária a criação de condições para que a empresa seja eficaz na tomada de decisões ao deparar-se com ameaças e oportunidades relativas ao ambiente. Para Cruz et. al. (2012), a primeira etapa de um planejamento estratégico deve ser a avaliação do panorama externo, mesmo que superficial, então, a apresentação da análise PEST, que se mostra como uma ferramenta que busca avaliar as variáveis externas que impactam diretamente no negócio.

2.2 Modelo de Porter

David (1998) argumenta que o modelo das Cinco-Forças de Porter para a análise competitiva é usado para compreender o desenvolvimento de estratégias em muitas indústrias. Porter (1986) afirma que a natureza da competitividade de uma dada indústria pode ser visualizada, na Figura 1, como um conjunto de cinco forças: a rivalidade entre organizações competidoras, a entrada potencial de novos competidores, o poder de negociação dos fornecedores, o poder de negociação dos consumidores e o desenvolvimento potencial de produtos.



Fonte: Azevedo e Costa (2001)

Assim, para Bicho e Baptista (2006) as empresas devem posicionar-se de forma a ajustar as suas capacidades à situação da indústria, a qual é caracterizada pelo peso relativo das cinco variáveis descritas. O posicionamento do negócio, ou seja, a forma como o cliente vê o produto em relação à concorrência em termos de qualidade e preço. Isso pode levar a empresa a concorrer com base em preços reduzidos (porque tem a vantagem dos custos)

ou, pelo contrário, em preços mais elevados pela via da diferenciação, isto se o cliente estiver disposto a pagar mais por um produto que considera diferente e ao qual atribui maior valor, por achar que melhor satisfaz as suas necessidades.

2.3 5W2H

Segundo Polacinski (2012) essa ferramenta consiste em um plano de ação para atividades pré-estabelecidas que têm a necessidade de serem desenvolvidas com a maior clareza possível, além de funcionar como um mapeamento dessas atividades. Concomitantemente Machado (2009), ressalta que a ferramenta consiste na elaboração de um plano estruturado para a execução e controle de tarefas atribuindo as responsabilidades, o método para execução, o motivo, os custos e os prazos para conclusão. Nesse contexto, COLETTI et. al. (2010) explica a aplicação dos questionamentos no Quadro 1.

Quadro 1: Como aplicar o 5WH2

What? (O quê?)	Definição da tarefa a ser realizada;
When? (Quando?)	Elaboração de um cronograma para a realização das atividades;
Who? (Quem?)	Definição dos responsáveis pela execução;
Where? (Onde?)	Definição do local (local físico, setor, etc) de realização da tarefa;
Why? (Por quê?)	Justificativa para a execução das tarefas;
How? (Como?)	Determinação da forma de desenvolvimento das atividades;
How Much	(Quanto custará?): Levantamento dos custos para a concretização do plano

Fonte: COLETTI et. al. (2010)

Rodrigues (2009) orienta que estas perguntas sejam colocadas em uma tabela criando-se um formulário para tomada de ações

3. Metodologia

A metodologia aplicada neste artigo é caracterizada como descritiva. Nas palavras de Miguel (2011), o método de pesquisa descritiva expõe características, no qual compreendem: entrevistas pessoais, entrevistas por telefone, questionários pessoais e observação. Os dados adquiridos são de natureza quantitativa e descritiva, e para obtenção dos mesmos foi necessário executar reuniões com o gestor da empresa.

O presente trabalho tem por objetivo diagnosticar e desenvolver o planejamento atual de uma padaria e confeitaria, localizada em Santa Maria – RS, constituindo-se de quatro fases de planejamento. Esse trabalho teve base em uma disciplina ofertada pelo curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

Inicialmente foi utilizado o modelo STEP para explorar o macroambiente, em relação ao município, visto que a empresa é um negócio de abrangência local. Por conseguinte, uma análise setorial foi realizada com foco no desempenho competitivo da empresa utilizando o modelo de Porter, e partindo do resultado dessa análise foram apontadas as oportunidades e ameaças da empresa. Em seguida, foi feita a análise interna, cujo foco era apontar as forças e fraquezas da empresa. Por fim, apresenta os planos de ação, indicadores e metas, em forma de painel de controle (5W2H).

4. Estudo de caso

A empresa é caracterizada como de pequeno porte, dessa forma, sua estrutura organizacional não é muito complexa. Grande parte das funções gerenciais é centrada e realizada pelos donos da padaria. Os demais setores são fragmentados em produção de pães, de confeitaria e atendimento de balcão e caixa. A produção é subdividida em panificação e confeitaria, as quais, mesmo com auxílio de máquinas, são basicamente manuais.

A panificação produz em dois turnos, das 05:00 às 12:00 horas e das 12:30 às 20:00 horas, já a confeitaria produz em um turno das 07:00 às 14:00 horas. O planejamento da produção é feito com base em dados históricos, e, em fatores diários e sazonais que alteram a demanda, já o controle de produtividade é medido a partir do peso produzido de pão. Para o controle de qualidade da fabricação, está sendo aplicado o programa de boas práticas de fabricação.

O setor de finanças, possui um índice de lucratividade médio de 20%, encontrando-se assim em um bom estado financeiro. O proprietário controla o faturamento diário e mensal, total de entradas e saídas, ticket médio, lucratividade, e total de saídas para cada setor. A empresa, por sua vez, não possui um posicionamento nem

planejamento estratégico formal. E mesmo que não hajam formas de se comprovar a eficiência da gestão, pode-se afirmar que os objetivos principais, que são a venda de pães, satisfação dos clientes e obtenção de lucros, são alcançados, refletindo satisfatoriamente na questão financeira.

4.2 Aplicação do modelo STEP

Neste tópico serão abordadas questões e problemáticas envolvendo a situação da empresa em análise, principalmente fatores estratégicos, que devem servir para nortear o planejamento e o desenvolvimento da mesma, no longo prazo.

4.2.1 Ambiente sócio cultural

As instalações físicas da empresa situam-se no bairro Centro, na cidade de Santa Maria-RS, no qual residem aproximadamente 7.2% da população santa mariense, este ponto comercial é favorecido pela presença de dois dos pontos de ônibus de grande circulação da cidade, assim sua região de influência acaba sendo toda a Região Administrativa do Centro Urbano e mais a Região Administrativa Leste, que corresponde ao bairro Camobi. Dessa forma, tem-se que 33.11% do total da população do Distrito Sede de Santa Maria são influenciados diretamente pelas atividades da empresa (PMSM, 2012).

Simultaneamente, analisando a perspectiva social da cidade, temos que: 6% da população total da mesma estão abaixo da linha da pobreza, captando 3.3% da renda do município; somente 99.3% do total de jovens, entre 15 e 24 anos, são alfabetizados; e, o índice de desenvolvimento humano do município é de 0.784. Esses dados classifica Santa Maria como município de alto desenvolvimento humano (Maslow e Herzberg, 1987; Grimm Michael, 2006; Portal ODM, 2012). Em contra partida, apesar da grande quantidade de escolas técnicas e universidades, o município apresenta carências de profissionais em diversas áreas de mercado, e, portanto, há dificuldade de se conseguir mão de obra qualificada há alguns setores, como é o caso de padarias e confeitarias.

4.2.2 Ambiente tecnológico

Em termos de pesquisa e inovação, Santa Maria é sede de diversos centros de P&D, aproximadamente 470 grupos de pesquisa e mais de 280 laboratórios podem ser encontrados nas Universidades da cidade, dedicados principalmente às áreas da saúde, química, bioquímica toxicológica, rural e tecnológica. Caraterísticas que descrevem a cidade como excelente agente para inovação tecnológica (ADESM, 2013).

Nesse viés, o município de Santa Maria-RS, através da Lei Municipal nº 5306, de 04 de maio de 2010, ao qual dispõe sobre medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica, institui o Conselho Municipal de Ciência, Tecnologia e Inovação de Santa Maria – COMCETI. Esse, por sua vez, estabelece medidas de fomento às tecnologias inovadoras das empresas santamarienses através da concessão de incentivos fiscais (PMSM, 2010).

4.2.3 Ambiente econômico

Sobre inflação e juros, dados históricos apontaram que a inflação brasileira mensal segue uma tendência de baixa mensal e alta anual, comparativamente aos meses anteriores, apresentando 5.859 pontos percentuais registrados para o mês de setembro (IPC, 2012). A taxa de juros Selic em vigência é de 9.5 pontos percentuais registrados em outubro, e segue uma tendência de alta, comparativamente aos valores em vigência para os períodos mensais anteriores (BC, 2013).

Mesmo assim, segundo dados de 2012 da ABIP (Associação Brasileira da Indústria da Panificação e Confeitaria), o segmento faturou no ano 70.2 bilhões de reais, sendo que 39.3% desse valor corresponderam à venda de produtos de fabricação própria; a expectativa para este ano é um crescimento de 8% nesse faturamento (FIPAN, 2013). Um estudo sobre o Índice de Confiança do Consumidor e do Empresário Industrial apontou que em média os consumidores e empresários brasileiros mantêm uma perspectiva otimista em relação ao futuro, mas não em relação às condições atuais (FEE, 2012; VOLPAN, 2013).

4.2.4 Ambiente ecológico

Segundo informações da FEPAM as indústrias de produtos alimentares e bebidas do tipo padaria/confeitaria/pastelaria com forno elétrico ou a gás são empreendimentos de baixo impacto ambiental (FEPAM, 1998). Para estes casos, a Lei Estadual nº 11520 de 03 de agosto de 2000, estabelece, no artigo 69, que cabe aos municípios o licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades consideradas como de

impacto local. (FEPAM, 2011). Não obstante para o funcionamento destes estabelecimentos em Santa Maria, são necessários, com relação ao meio ambiente, o estudo de impacto de vizinhança e a obtenção das licenças ambientais prévias, de Instalação e Operação, cada qual com particularidades e exigências próprias que devem ser observadas caso a caso (PMSM, 2006).

4.2.5 Ambiente político-legal

Em termos de legislação, partindo do princípio que a empresa em estudo é caracterizada como de pequeno porte, a mesma recebe tratamento jurídico diferenciado, ou seja, simplificado, favorecido e de incentivo em conformidade com arts. 146, III, d, 170, IX, e 179 da Constituição Federal e a Lei Complementar Federal nº. 123, de 14 de dezembro de 2006 (PMSM, 2009).

Dessa forma, a Lei Municipal nº 5245, de 05 de novembro de 2009, dispõe a cerca dessas modalidades de pessoa jurídica, ao qual transcreve sobre o tratamento às microempresas, empresas de pequeno porte e ao micro empreendedor individual, que incluirá principalmente: incentivos fiscais; apoio à inovação tecnológica; apoio à educação empreendedora; incentivo à geração de emprego; unicidade e simplificação do processo de registro e de legalização de empresários e de pessoas jurídicas; e, simplificação, racionalização e uniformização dos requisitos de segurança sanitária, metrologia, controle ambiental e prevenção contra incêndios, para fins de registro, legalização e funcionamento (PMSM, 2009).

Além disso, empresas deste tipo optantes pelo Simples Nacional recolherão o Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza – ISSQN. Isso significa que a empresa está sujeita ao recolhimento dos tributos IRPJ, CSLL, PIS, COFINS, Contribuição Previdenciária, IPI, ICMS e ISS (Lima, 2011), e pode fazer uso de benefícios fiscais que incluem a isenção no pagamento da Taxa de Alvará de Localização e a isenção no pagamento do Imposto Sobre Propriedade Predial e Territorial Urbano – IPTU nos primeiros 12 (doze) meses de instalação incidente (PMSM, 2009).

4.3 Aplicação do modelo de Porter

No Quadro 2 é apresentado um resumo das oportunidades e ameaças do macroambiente. Concomitantemente, no Quadro 3 é descrito as forças e ameaças da empresa em estudo.

Quadro 2: Oportunidades X Ameaças

Oportunidades	Ameaças
<ul style="list-style-type: none"> – Grande fluxo de pessoas na proximidade da padaria; – Diversidade da clientela; – Diversidade Cultural de imigrantes (Alemã, Italiana, Portuguesa); – Cenário favorável à expansão; – Política de relacionamento aberta entre a Academia e Indústria; – Novas tecnologias de apoio à infraestrutura e gestão; – Cursos de treinamento e consultoria; – Cenário favorável a investimentos; – Programas de Preservação Ambiental – Incentivo à Gestão Ambiental; – Incentivos a inovação e P&D. 	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento tecnológico dos concorrentes; Falta de mão de obra qualificada para funções vitais da empresa; Expansão do mercado dos concorrentes; União de concorrentes contra a empresa em estudo.

Fonte: Autores

Comparativamente, observa-se predominância de oportunidades em detrimento de ameaças, o que acaba por induzir ao pensamento de que a empresa está consolidada no mercado, possui clientes fiéis e infraestrutura adequada para sobreviver e responder rapidamente às mudanças nesse ambiente.

Quadro 3: Forças X Fraquezas

Forças	Fraquezas
<ul style="list-style-type: none"> – Grande fluxo de clientes que frequentam a padaria; – Produtos de elevada demanda; – Imagem fortalecida em função do longo tempo de mercado; – Padeiros qualificados; – Clientes que abrangem várias classes sociais; – Equipamentos modernos na área de produção; – Horários de funcionamento diferenciado (atendimento aos domingos e feriados); – Possibilidade de fazer pedido por tele-entrega; – Localização Central. 	<ul style="list-style-type: none"> Mix de produtos reduzido; Confeitaria não acompanha as inovações do setor; Grande parte das decisões centrada no proprietário; O atendimento é um gargalo, originando filas; Espaço físico pequeno; Não possui planos de marketing; Layout no setor de vendas é inadequado; Não possui divisão de setores (RH, mkt, finanças); Não ter espaço para comer no local; Falta de estacionamento.

Fonte: Autores

Mediante ao Quadro 3, é possível observar leve predominância de fraquezas em detrimento de oportunidades. Essa situação é caracteriza necessidade de melhoria interna.

4.4 5W2H

Na sequência, utilizando a ferramenta 5W2H, foram estabelecidos os parâmetros de planejamento para as ações relacionadas à cada um dos objetivos, com exceção dos relacionados à perspectiva Financeira, como pode ser observado na Quadro 4. Estes objetivos foram excluídos do planejamento pois entende-se que o resultado da implementação das medidas associadas aos outros objetivos vão consequentemente impactar nas metas financeiras, e assim serão alcançadas sem que nada específico seja feito à respeito.

Quadro 4: 5W2H

O que? Plano de ação:	Por quê? Objetivos:	Como? Atividades:	Quem? Equipe:	Quando? Data inicial e final:	Onde? Local:	Quanto? Custos:
Programa de capacitação de funcionários e gerencia	Capacitar as pessoas envolvidas, de forma a profissionalizá-las e manter os talentos na empresa.	Buscar treinamentos na área de panificação, confeitaria, atendimento, gerencia e outras áreas.	Proprietário da empresa	Prática constante	Em todas as áreas da Padaria.	Custos da inscrição e materiais para realização do curso. Custo variável de acordo com o nível do curso.
Desenvolver novos produtos	Para aumentar o mix de produtos, oferecendo assim produtos inovadores e diferenciados	A partir de conhecimento existente e cursos realizados pelo padeiros e confeitarias, e também com parcerias com a universidade, fornecedores e órgãos que ofereçam cursos	Padeiro, confeitarias.	Deve ser uma prática contínua.	Produção	Custos com cursos, pesquisa, testes e para contratar pessoas qualificadas para auxiliar no desenvolvimento.
Organizar a estrutura interna da Padaria	Para que os setores e tarefas sejam divididos, buscando uma maior estruturação interna, afetando diretamente no fluxo de informações e qualidade do serviço.	Através de descrição de cargos, delegação de tarefas, divisão de setores e atribuição de responsabilidades.	Proprietário	Fevereiro à Maio	Gerencia	Não há custos significativos.
Elaborar método de medição da	Para que se tenha um método de medir a qualidade e a	Estudar métodos existentes e elaborar uma planilha para medir e	Proprietário e estagiário.	Janeiro à maio	Produção e vendas	Não há custos significativos.

qualidade padronização dos produtos.	e padronização os produtos.	quantificar a qualidade, com base nas características percebidas pelo cliente.				
Análise de preços da concorrência	Para se obter um parâmetro de preços entre os demais concorrentes	Por meio de benchmarking com os concorrentes mais diretos e coleta de dados.	Proprietário	Junho e Dezembro	Meio externo	Não há custos significativos.
Mudança de layout da área de vendas	Para inovar o setor de vendas, buscando uma maior eficiência no atendimento, maior satisfação dos clientes e melhor exposição dos produtos.	Verificar tendências da área de vendas, elaboração de projeto, elaborar cronograma para implementação do projeto.	Proprietário, estagiário e arquiteto contratado.	Janeiro á Junho.	Vendas	Custos com projeto, implementação do projeto
Implantar P+L	Melhoria da imagem da empresa junto aos consumidores, fornecedores. Para realização de marketing verde.	Contratar consultoria do SEBRAE	Proprietário, estagiário e consultor do SEBRAE	Agosto à dezembro	Em todas as áreas da Padaria.	Custos da contratação da consultoria e para implantar as melhorias.
Implantação de Boas práticas de fabricação	Melhoria da qualidade de fabricação dos produtos e redução dos riscos de contaminação biológica.	Contratar consultoria do SEBRAE	Proprietário, estagiário e consultor do SEBRAE	Fevereiro a abril.	Em todas as áreas da Padaria.	Custos da contratação da consultoria e para implantar as melhorias.
Participar de projetos sustentáveis.	Pode ser utilizado para marketing verde e para a marca da empresa ser associada a uma imagem sustentável.	Pesquisando possíveis projetos no município e fazendo parcerias.	Proprietário	Prática contínua	Meio externo	Custo variável de acordo com os projetos escolhidos.
Fechar contratos de fidelidade com fornecedores.	Pra redução dos custos, aumento da confiabilidade da produção.	A partir da negociação com potenciais e atuais fornecedores.	Proprietário	Pratica contínua	Gerencia	Não há custos significativos.

Desenvolvimento de ações de marketing	Para atrair novos clientes, resultando em aumento do market share.	Contratar profissional ou estagiário da área marketing e comunicação para desenvolvimento das ações.	Proprietário e profissional/ estagiário	Pratica contínua	Gerencia	Custos com campanhas publicitárias e para manter o profissional desta área.
Realizar pesquisas de satisfação com os clientes.	Para monitorar o nível de satisfação dos clientes.	A partir da elaboração, aplicação e análise dos questionários.	Profissional da área de marketing	Semestralmente	Gerencia	Custos de impressão dos questionários

Fonte: Autores

5. Considerações Finais

As organizações não planejam qualificadamente todos os aspectos de suas ações atuais ou futuras, mas todas as organizações necessitam de alguma direção estratégica (Slack, 2009). Neste contexto, o presente trabalho, propôs-se a avaliar os processos estratégicos de uma pequena empresa do setor de panificação. Tendo como objetivo diagnosticar e desenvolver o planejamento atual da padaria e confeitaria X, situado Santa Maria – RS.

Uma análise setorial foi priorizada com o intuito de observar o desempenho competitivo da mesma, através do modelo de Porter. Perante a isso, foram apontadas as oportunidades e ameaças da empresa, assim como seus pontos fortes e fracos foram por suma apresentados através da análise interna.

Salienta-se que, neste trabalho, foi desenvolvido para a empresa sua identidade visual, ou seja, negócio, missão e visão, pontos aos quais a empresa não possuía de forma clara e concisa. Em vista disso, para a segunda etapa, focalizou-se na análise das operações da empresa perante os seus stakeholders, ao qual permitiu a identificação das relações existentes entre os mesmos e seus concorrentes, e por suma uma melhor visualização do setor interno da mesma. Contudo, a terceira etapa, apresentou os planos de ação, indicadores e metas, em forma de painéis de controle, ou seja, de uma forma sistêmica e visual. Na sequência, utilizou a ferramenta 5W2H, para que o estabelecidos dos parâmetros de planejamento para as ações relacionadas.

Contudo, ao término do planejamento proposto a empresa, desenvolveu-se uma planilha de Monitoramento e controle da estratégia de produção, no qual a mesma deve ser utilizada para verificar se os objetivos estratégicos estão sendo realizados conforme almeja-se, por fim sugerimos que o painel de indicadores fosse associado a metodologia do BSC. Perante ao que foi descrito a cima, conclui-se que o objetivo deste trabalho foi cumprido

Referências

- Abraham H. M e Frederick H. (2013) *As teorias motivacionais de Maslow e Herzberg*, 7 p, 1987, Disponível em: <<http://www.aiec.br/plataforma/101101/101/unidade03/downloads/leitura/101u03lc03.pdf>>. Acesso em 12 de outubro.
- Acampanhamento Municipal dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (Portal ODM). (2012) *Relatórios dinâmicos indicadores municipais*, 9 p. Disponível em: <<http://goo.gl/ehPmU>>. Acesso em 12 de outubro, 2013.
- ADESM. (2011) *Descrição das potencialidades da cidade de Santa Maria 2011*, Disponível em: <<http://adesm.org.br/santa-maria>>. Acesso em 14 de outubro, 2013.
- AZEVEDO, M C; COSTA, H G. (2001) Métodos para avaliação da postura estratégica.
- Banco Central, tabela selic. (2013) Revista exame, Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/economia/indicadores/selic/>>. Acesso em 17 de outubro, 2013.
- Bicho, L.; Baptista, S. (2006) Modelo de Porter e análise SWOT: estratégias de negócio. Instituto Politécnico de Coimbra.
- COSTA, C. G. Freire, A. P. F., Cunha, M. C. F., Araujo, A. O. (2011) Strategic cost management: a study in an ethanol production plant. Custos e Agronegócio online. v. 6, n. 2, Maio-Ago.
- CRUZ, E. P.; FONTANILLAS, C. N.; SILVA, F. N. S. (2012) Modelagem de estratégias organizacionais em companhias aéreas brasileiras. Latin American Journal of Business Management, v. 3, n. 1.
- FEE, Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser. (2011) Resumo estatístico do RS, Disponível em: <http://www.fee.tche.br/sitefee/pt/content/resumo/pg_estado.php>. Acesso em 17, outubro, 2013.
- FEE, Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser. (2012) Indicadores econômicos, Revista FEE, Volume 40, número 1º, 2012, ISSN 0103-3905, Disponível em: <<http://revistas.fee.tche.br/index.php/indicadores/article/view/2744/3099>>. Acesso em 16 de outubro, 2013.
- FEPAM, Fundação Estadual de Proteção Ambiental. (1998) Classificação de atividades de impacto local sujeitas ao licenciamento ambiental no RS, anexo único da resolução consema 05/98. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/consema/Res05-98_anexo.asp>. Acesso em 15 de outubro, 2013.
- FEPAM, Fundação Estadual de Proteção Ambiental. (2013) Licenciamento ambiental municipal, lei complementar n 140, 2011, Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/central/licenc_munic.asp>. Acesso em 16 de outubro, 2013.

- FIPAN. (2013) Feira de panificação reúne obra de arte comestíveis e alta tecnologia, Disponível em: <<http://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2013/07/22/padarias-faturam-r-70-bi-por-ano-feira-do-setor-comeca-hoje-em-sp.htm>>. Acesso em 16 de outubro, 2013.
- Grimm M., Kenneth H. (2006) Relatório do desenvolvimento humano, p. 393-424. Disponível em: <http://hdr.undp.org/en/media/10-Backmatter_PT.pdf>. Acesso em 12 de outubro, 2013.
- IPC. (2012) Inflação brasil – índice de preços ao consumidor. Disponível em: <<http://pt.global-rates.com/estatisticas-economicas/inflacao/indice-de-precos-ao-consumidor/ipc/brasil.aspx>>. Acesso em 14 de outubro, 2013.
- KAUFMANN, R. et al. Kaufman, R., Oakley-Browne, H., Watkins, R., & Leigh, D. (2003) Strategic planning for success: Aligning people, performance, and payoffs CA: Published by Jossey-Bass/Pfeiffer.
- Kich, J. I. D. F., Pereira, M. F., Almeida, M. I. R. D., & Moritz, G. D. O. (2010). Planejamento Estratégico: uma abordagem sistêmica. REUNA, 15(2).
- Lima M. J. R. (2011) Quais impostos toda pequena empresa paga, Revista Exame, Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/pme/dicas-de-especialista/noticias/quais-impostos-devem-ser-pagos-pelas-pequenas-empresas>>. Acesso em 17 de outubro, 2013.
- Oliveira D. P. R. (2000) Administração Estratégica Na Prática: A Competitividade Para Administrar O Futuro Das Empresas . Editora Atlas SA.
- POLACINSKI, E; Veiga R.; Silva, V; Tauchen, J; Pires, M. (2012) Implantação dos 5Ss e proposição de um SGQ para uma indústria de erva-mate. Congresso Nacional de Administração.
- PORTER, MICHAEL E. Competição: Estratégias Competitivas Essenciais. Ed. Campus, 1999
- PMSM, Prefeitura Municipal de Santa Maria. (2006) Estabelece normas para a expedição dos licenciamentos municipais referentes aos alvarás de localização e sanitário, licenças ambientais e registro no serviço de inspeção municipal, Decreto executivo número 32. Disponível em: <<http://www.santamaria.rs.gov.br/docs/noticia/2013/02/D27-463.pdf>>. Acesso em 18 de outubro, 2013.
- PMSM, Prefeitura Municipal de Santa Maria. (2009), secretaria de município e gestão e modernização administrativa, institui a lei geral municipal da microempresa, empresa de pequeno porte e micro empreendedor individual e da outras providências, Lei municipal número 5245, de novembro de 2009, Disponível em: <<http://www.santamaria.rs.gov.br/docs/noticia/2012/05/D03-270.pdf>>. Acesso em 18 de outubro, 2013.
- PMSM, Prefeitura Municipal de Santa Maria. (2010), secretaria do município e gestão de modernização administrativa, Estabelece medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no município de Santa Maria e outras providências, Lei municipal número 5304, de maio de 2010, Disponível em: <<http://www.santamaria.rs.gov.br/docs/noticia/2012/05/D03-269.pdf>>. Acesso em 18 de outubro, 2013.
- PMSM, Prefeitura Municipal de Santa Maria. (2012), Indicadores Socioeconômicos e Ambientais de Santa Maria/RS: Análise demográfica do município. 1ª Edição, 48. Disponível em: <http://www.escriptoriodacidade.net.br/sm%20dados/PDF/demografia_sma_2012_07_31.pdf>. Acesso em 12 de outubro, 2013.
- PMSM, Prefeitura Municipal de Santa Maria. (2013), secretaria de município e meio ambiente. Disponível em: <<http://www.santamaria.rs.gov.br/ambiental/>>. Acesso em 18 de outubro, 2013.
- REGINATO, L. (2011) The contribution of information technology to strategic planning. International Journal of Strategic Management, v. 11, n. 1.
- SLACK, N. (2009) Administração da produção, São Paulo, editora Atlas, 3 ed.
- SOUZA, W.; QUALHARINI, E. (2007) O Planejamento estratégico nas Micro e Pequenas Empresas. III Workshop Gestão Integrada: Riscos e Desafios. Centro Universitário Senac São Paulo.
- Volpon Tony. (2013) Para especialista Brasil corre o risco de recessão em 2014, Jornal o Estadão, seção Economia & negócio. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/impresso,para-especialista-brasil-corre-risco-de-recessao-em-2014-,1045884,0.htm>>. Acesso em 17 de outubro, 2013.
- WRIGHT, P.; KROLL, M.; PARNELL, J. (2000) Administração estratégica: conceitos. São Paulo: Atlas.

20TC-A5-Estudo de Caso do Processo de Desenvolvimento de Produtos em Empresas Industriais no Setor de Implementos e Máquinas Agrícolas da Região Noroeste - RS

Franco da Silveira
(franco.da.silveira@hotmail.com - PPGE/UFMS)

Filipe Molinar Machado
(fmacmec@gmail.com - URI)

Janis Elisa Ruppenthal
(profjanis@gmail.com - PPGE/UFMS)

Jéferson Réus da Silva Schulz
(jefersonschulz@gmail.com - PPGE/UFMS)

Norberto Aviles
(norberto_arend@hotmail.com - UFSM)

Resumo

Através do crescimento no setor de máquinas e implementos agrícolas a importância da área de desenvolvimento de produtos ampliou-se significativamente nas últimas décadas, pois houve aumento da concorrência entre os fabricantes, exigindo assim, produtos mais complexos e com maior eficiência nos seus processos produtivos. Esta realidade exige, das empresas, maior formalismo do processo de desenvolvimento de produtos (PDP), com projeto e fabricação, voltados ao lançamento de novas tecnologias e inovações. Desse modo, o presente trabalho realizou-se através da identificação de empresas, fabricantes de máquinas e implementos agrícolas, localizadas na região noroeste do Rio Grande do Sul, que desenvolvem o projeto e a fabricação destes equipamentos. Através da colaboração de algumas empresas, houve a aplicação de um questionário através da plataforma (google drive), onde foram coletadas as informações de acordo com os responsáveis pelo setor de desenvolvimento de produtos, para identificar as metodologias (modelos de referência) atualmente praticadas no processo de desenvolvimento de máquinas e implementos agrícolas. Desse modo, obteve-se as informações necessárias para constatar os métodos de trabalho desenvolvidos pelas empresas, colaborando na identificação de semelhanças e distinções entre os métodos levantados e os recomendados através da literatura. Desse modo, pode apresentar síntese de comparação e propor sugestões de melhoria caso fosse necessário. Assim, justificam-se os objetivos desses estudos de caso.

Palavras chave: PDP. Máquinas e Implementos Agrícolas. Modelos de Referência.

1 Introdução

O cenário de concorrência acirrada na maioria dos setores, atualmente, exige que as organizações estabeleçam mecanismos para que a inovação em produtos e processos seja um exercício constante e que não apresente erros. Por isso, é importante que as empresas industriais organizem formalmente seus processos de desenvolvimento de produtos (PDP) para evitar falhas, retrabalho e insatisfação do mercado comparador (BERTOLDI et al., 2014; LORENZI, 2013).

Assim, como para outros processos, é possível e útil construir modelos para o processo de desenvolvimento de produtos (SMITH e MORROW, 1999; ENGWALL et al., 2005). Desse modo, para que o processo padrão de desenvolvimento de produtos venha a ser reutilizado por várias pessoas, ele é documentado na forma de um

modelo. O modelo serve para demonstrar a realidade, auxiliando as pessoas a representar e compreender todas as interações internas ao processo que nem sempre estão evidentes. Como os projetos de desenvolvimento são definidos a partir desse modelo, ele é conhecido como modelo de referência (ROZENFELD et al., 2006).

Ao longo das últimas décadas, diversos casos bem-sucedidos de empresas e países em termos de desenvolvimento de produtos evidenciaram que o desempenho desse processo – PDP depende do modelo e das práticas de gestão adotadas. Mesmo sendo um processo com elevado grau de incerteza e baixa previsibilidade de resultados, é possível e necessário gerenciar o PDP, planejando, executando, controlando e melhorando as atividades, em busca de melhores resultados de desempenho e de aprendizagem que acarretem na sobrevivência e competitividade empresarial (JUGEND, 2006; ROZENFELD et al., 2006).

Assim, cada vez mais são incorporados os métodos de desenvolvimento de produtos, pois além de influenciar na qualidade do produto e do processo, tem forte influência sobre outros fatores de vantagem competitiva como a inovação, custo, velocidade e confiabilidade de entrega e flexibilidade.

Diante disso, o objetivo do presente trabalho é, a partir de uma ampla revisão de modelos referenciais, propor uma metodologia de PDP que seria correspondente as empresas industriais de máquinas e implementos agrícolas da região noroeste do Rio Grande do Sul - RS. Através disso, pretende-se verificar o conhecimento que os envolvidos no processo têm e a maneira como eles executam as atividades voltadas ao projeto de produto e, por fim, constatar as metodologias de trabalho desenvolvidas pelas empresas. Identificando semelhanças e distinções entre os métodos levantados e os recomendados através da literatura.

Deve-se ressaltar que, apesar da proposição dos métodos encontrados na literatura de desenvolvimento de produto, não é objetivo dessa pesquisa definir com rigor a semântica e a sintaxe desses métodos. Esses métodos têm como objetivo demonstrar quais novas vistas ou metodologias devem ser adotadas para que ocorra um melhor desempenho do processo de desenvolvimento de produtos e também, que facilite a aplicação do mesmo.

2 Revisão de literatura

A revisão de literatura será delineada inicialmente pela caracterização do setor de máquinas agrícolas, com ênfase na produção e nas empresas que constituem o setor. Após isso, a pesquisa terá sua continuidade a partir de estudos relacionados aos métodos de desenvolvimento de produtos, posteriormente o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas e por fim o modelo correspondente de desenvolvimento de produtos para o setor de máquinas agrícolas.

2.1 Setor de Máquinas Agrícolas

No Brasil, a indústria de máquinas agrícolas é solene no aspecto econômico e social para o País, que apresenta em seu território, subsidiárias dos maiores fabricantes mundiais, conhecidas como empresas-âncoras, de tratores, colhedoras e implementos agrícolas. Esse setor, caracteriza-se por uma estrutura heterogênea onde coexistem empresas de diferentes tamanhos e características (ROMANO, 2003; BERGAMO, 2014).

Em vista disso, as empresas buscam se especializar em um conjunto definido de produtos, permitindo sua participação em vários segmentos de mercado. Pode-se justificar isso como forma de evitar as oscilações frequentes na demanda por produtos, decorrentes da sazonalidade que caracteriza a atividade agrícola, como também na fabricação de peças para outras empresas produtoras de máquinas agrícolas (ROMANO, 2003).

Esses produtos são divididos em: tratores; máquinas para preparo do solo; máquinas para semeadura e adubação; máquinas para tratamentos culturais; máquinas para colheita de grãos; e, máquinas para o processamento de grãos. Percebe-se assim, que as vendas desses produtos tendem a apresentar um comportamento sazonal, sendo exceção os tratores, devido à sua utilização em todas as etapas da atividade agrícola (ROMANO, 2003).

Nota-se que atualmente o governo federal tem disponibilizado inúmeras linhas de crédito para pequenos, médios e grandes produtores rurais, através de programas como o PRONAF - Mais alimentos (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar), destinado a produção de soja, trigo, arroz e outros produtos agrícolas. Através desta linha de crédito, os pequenos e médios produtores rurais tem alavancado o mercado de tratores de rodas pequenos, com potenciais de 75 CV. Por meio destes incentivos fornecidos pelo governo federal que o mercado de máquinas e implementos agrícolas superou a crise que teve início em 2005 e se prolongou até o ano de 2006, onde ocorreram as baixas cotações do dólar (BERGAMO, 2014).

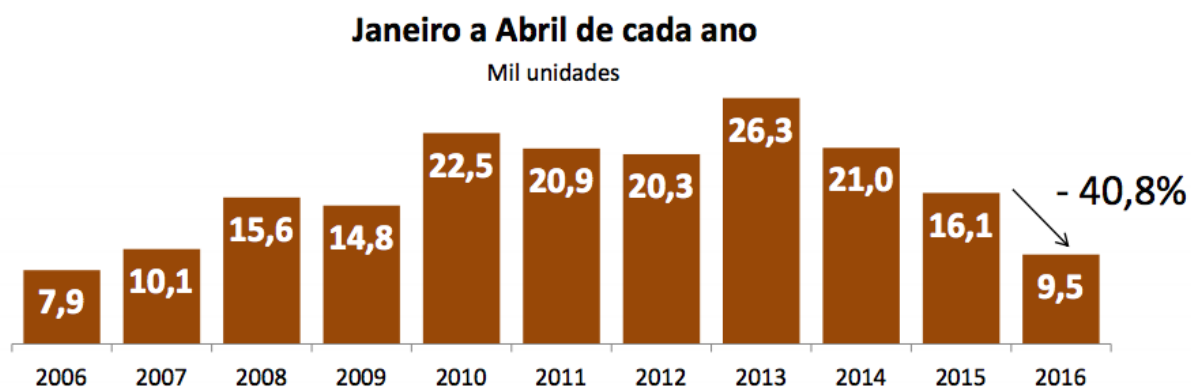
2.1.1 Produção

A produção brasileira de máquinas agrícolas é estimada através do indicativo do número de máquinas autopropelidas produzidas e vendidas, uma vez que não existe registro das informações sobre a produção e a venda de implementos agrícolas. No entanto, devido à forma conjunta como são utilizados nas propriedades agrícolas, pode-se afirmar que o desempenho deste último acompanha os números do primeiro (BERGAMO, 2014).

Atualmente o anuário da ANFAVEA (2015), apresenta os dados relativos à produção de equipamentos por Estado, indicando que dentre o total de máquinas produzidas em 2014, 24,6% deste volume foram oriundas das empresas sediadas no Estado de São Paulo, 3,4% no Estado de Minas Gerais, 26,2% no Paraná e 45,9% no Estado do Rio Grande do Sul.

Segundo a ANFAVEA (2016), o desempenho da indústria brasileira de máquinas agrícolas passou por um ótimo período de crescimento da produção de 2010 a 2013, porém nos anos seguintes está sofrendo quedas de vendas. De acordo com o autor Bergamo (2014) a oscilação na produção de máquinas e implementos agrícolas é resultante de vários fatores envolvidos ao agronegócio, tais como condições climáticas, que interferem diretamente sobre a produção de grãos, valor das commodities, produção, exportações, incentivos governamentais, grau de obsolescência dos equipamentos (devido ao seu ciclo de vida longo que varia entre 10 e 15 anos), entre outros. O anuário apresenta as vendas de máquinas agrícolas e rodoviárias, através da Figura 1, há qual expressa uma quantidade de 9,5 mil unidades vendidas para o ano de 2016, queda de 40,8% em relação as 16,1 mil comercializadas em igual período do ano passado.

Figura 1 – Vendas de máquinas agrícolas – 2006/2016



Fonte: (ANFAVEA, 2016)

Para o Estado do Rio Grande do Sul, o setor de máquinas e implementos agrícolas é muito saliente do ponto de vista econômico e social. Nesse Estado, existem muitas fábricas de implementos agrícolas, que tornam o Estado com o maior número de empresas no setor e o maior exportador de equipamentos agrícolas do País (DALL'AGNOL, 2001). Segundo ANFAVEA (2015), o setor de máquinas agrícolas e rodoviárias sofreu uma queda de 34,5% nas vendas internas, sendo que o resultado de 44,9 mil unidades vendidas em 2015 foi o mais baixo desde 2007. A entidade ainda prevê recuperação de 2% para 2016, porém o ano iniciou sem o Programa de Sustentação de Investimento e com mudanças nas regras do Finame Agrícola, o qual passou a ser vinculado à Taxa de Juro de Longo Prazo (TJLP).

A partir disso, utilizando os números do Rio Grande do Sul como referência, apresentam-se algumas características das empresas fabricantes de máquinas agrícolas. Conforme Passos e Calandro (1999), quanto ao tamanho das empresas, 82% das empresas instaladas são de pequeno porte (menos de 99 funcionários), 11% de médio porte (de 100 a 499 funcionários) e 7% de grande porte (mais de 500 funcionários). Quanto à origem das empresas, as mesmas são predominantemente nacionais, não pertencendo a grandes grupos econômicos, sendo a maioria de origem familiar. Deve-se ressaltar que há exceção no caso de fabricantes de tratores e colhedoras, onde as empresas são multinacionais (ROMANO, 2003).

2.1.2 Empresas

Através do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), e da Rede Nacional de informação sobre o Investimento, atualmente encontram-se sediadas no Estado do Rio Grande do Sul 60% do total dos fabricantes de máquinas e implementos agrícolas que atuam no Brasil (BRASIL, 2012).

Entre esses fabricantes localizados no Estado, três destas empresas respondem por 45,9% da produção de tratores de rodas e de esteiras, colhedoras e retroescavadeiras, concentrando assim, no RS, um terço da força de trabalho deste setor industrial do país (ANFAVEA, 2015 e BRASIL, 2012). Através deste relatório, o Estado abriga aproximadamente 641 empresas localizadas predominantemente no Noroeste do Estado (77,78%). As indústrias do setor estão presentes em pelo menos 35 municípios gaúchos e concentram 93% dos empregos efetivos. Dentre as cidades gaúchas ligas ao setor, nota-se que dez delas possuem a concentração de 79% dos estabelecimentos ligados ao setor de máquinas e implementos agrícolas e 505 estabelecimentos (BRASIL, 2012).

Nesse setor, há um marcante aspecto heterogêneo. Entre as empresas de grande porte, no Estado, localizam-se seis unidades de três dos principais players mundiais (empresas-âncoras) de fabricantes de máquinas agrícolas, formadas através do capital estrangeiro. As empresas de grande e médio porte, fabricantes de implementos destinados ao mercado interno e externo; e por empresas de pequeno porte, de capital nacional, que produzem equipamentos de pouca complexidade, e que estão voltadas a atender aos clientes e demandas regionais (ROMANO, 2003; BRASIL, 2012).

Nesse contexto, as empresas que estão sediadas no Rio Grande do Sul desenvolvem como principais atividades: aparelhos e instrumentos de medição, máquinas, ferramentas, utensílios de uso geral e implementos agrícolas para uso na agricultura; máquinas e equipamento de pós-colheita, classificação e armazenamento; máquinas e equipamentos para todos tipos de irrigação; peças, acessórios e componentes; tratores de rodas; colhedoras; entre outros (BRASIL, 2012). Por fim, pode-se dizer que as empresas do setor de máquinas e implementos agrícolas, do Rio Grande do Sul, são fundamentais para a economia do Estado e conseqüentemente, geram reflexos diretos em toda a cadeia produtiva (BERGAMO, 2014).

Embora o segmento, como todo, apresente avanços, há a necessidade de atualização constante do setor e o desenvolvimento de metodologias para o projeto de produtos que possam auxiliar as empresas, na identificação das necessidades dos clientes e a transformação dos requisitos em mudanças precisas de seus produtos. Nesse sentido, é importante que sejam disponibilizados processos adequados à realidade das empresas de pequeno porte, que normalmente, desenvolvem novas tecnologias para pequenos produtores rurais (BERGAMO, 2014). O papel das pequenas empresas é de implementar, aplicar, diferenciar produtos já existentes e adaptar inovações dentro das trajetórias tecnológicas. Essas trajetórias representam o conjunto de inovações tecnológicas que são desenvolvidas após o lançamento de uma tecnologia radicalmente nova, cabendo às pequenas empresas a difusão e adaptação ao mercado das novas tecnologias, complementando assim, o papel das grandes empresas (MENDES, 2008).

2.1.3 Métodos de Desenvolvimento de Produtos

Os modelos existentes para o desenvolvimento de produtos envolvem princípios e conceitos que representam diferentes visões de mundo. Isto é, distintos autores divergem sobre o número e a definição das etapas que envolvem o mesmo. Pode-se evidenciar esse contexto através das diferentes afirmações dos autores. Para KASPER (2000) os padrões, conhecimentos e princípios assimilados que resultam em um modelo mental a partir do qual são desenvolvidos procedimentos metodológicos e várias linguagens para descrever os fenômenos, situações e problemas contextuais.

Outra análise pode ser constatada por meio dos métodos e as utilidades que cada autor tem proposto, ao longo do tempo, podem ser reconhecidos pelas suas técnicas de pesquisa e da iniciativa de gerar não só um conjunto de procedimentos, mas, várias alternativas que, em síntese, convergem em um mesmo sentido: a de poder solucionar um problema que atenda ou vá além da necessidade do usuário (KINDLEN JÚNIOR, CÂNDIDO e PLATCHECK 2003).

Dessa forma, serão apresentados alguns modelos que foram selecionados durante a pesquisa bibliográfica, cada um com suas particularidades e atribuições. No Quadro 1 é apresentado uma classificação das etapas metodológicas dos modelos de desenvolvimento de produtos determinados para o estudo.

Quadro 2 – Classificação das etapas metodológicas de métodos de DP

Modelo/ autor	Etapas Metodológicas
Asimow (1962)	I - Identificar necessidade primária; II - Estudar a exequibilidade; III -Projetar preliminarmente; IV - Projetar detalhadamente; V - Planejar a produção; VI - Planejar a distribuição; VII - Planejar o consumo; VIII - Planejar a retirada do produto.
Back (1983)	I - Estudar viabilidade; II - Projetar preliminarmente; III - Projetar detalhadamente; IV - Revisar e testar; V - Planejar a produção; VI - Planejar o mercado; VII - Planejar para o consumo e manutenção; VIII - Planejar a obsolescência.
Clark e Fujimoto (1991)	I - Concepção do produto; II - Planejamento do produto; III - Projeto do produto; IV - Projeto do processo.
Wheelwright e Clarck (1992)	I - Divergência: Obter informação primária; Explorar a situação do projeto; II - Transformação: Perceber ou transformar a estrutura do problema; III - Convergência: Localizar parâmetros; Descrever sub-soluções; Identificar contradições; Combinar sub-soluções em alternativas; Avaliar alternativas; Escolher solução (design final).
Pahl et al. (2005)	I - Planejar a tarefa: Analisar o mercado, empresa e conjuntura; Encontrar e selecionar ideias; Esclarecer a tarefa; Elaborar lista de requisitos; II - Desenvolver o princípio da solução; III - Desenvolver a estrutura de construção: Formar corpo preliminar; Selecionar estudos preliminares; Refinar a forma preliminar; Avaliar; IV - Projetar a forma definitiva: Eliminar pontos fracos e erros; Elaborar lista preliminar; Elaborar instruções para produção e montagem; V - Desenvolver documentação para fabricação: Detalhar, complementar e verificar a documentação.
Rozenfeld et al. (2006)	(1 - Pré-Desenvolvimento): I - Planejar estrategicamente os produtos; II - Planejar o projeto; (2 - Desenvolvimento): I - Efetuar o projeto Informacional; II - Efetuar o projeto conceitual; III - Efetuar o projeto detalhado; IV - Preparar a produção; Obter recursos de fabricação; Planejar produção piloto; Receber e instalar recursos; Produzir lote piloto; Homologar o processo; Otimizar a produção; Certificar o produto; Desenvolver processos de fabricação e manutenção; V - Lançar o produto: Planejar lançamento; Desenvolver os processos de venda, distribuição, atendimento e assistência; Promover marketing; Lançar produto; Gerenciar lançamento; (3 – Pós Desenvolvimento): I - Acompanhar o produto e processo: Avaliar satisfação do cliente; Monitorar desempenho; Realizar auditoria pós-projeto; Registrar lições apreendidas; II - Descontinuar o produto: Analisar, aprovar e planejar a descontinuidade; Preparar e acompanhar o recebimento do produto; Descontinuar a produção; Finalizar suporte ao produto; Avaliar e encerrar o projeto.

Fonte: Adaptado de (JUNG et al., 2008).

2.1.4 O Processo de Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas

No contexto da indústria de máquinas agrícolas, nota-se a necessidade de realizar estudos sobre o processo de desenvolvimento de produtos do setor. É notória a informalidade do processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas (PDMA) praticado em grande número de empresas deste segmento industrial. Como pode-se verificar através dos autores Passos e Calandro (1999) e Romano (2003), as empresas produtoras de máquinas agrícolas, em geral, não adotam e não utilizam procedimentos sistemáticos para a realização do processo de desenvolvimento de produtos, sendo fácil encontrar exemplos onde este processo é realizado apenas de acordo com a experiência dos seus responsáveis.

E também, mesmo nas empresas que realizam o processo com um certo grau de formalidade, pode-se observar deficiências, principalmente, nas fases que envolvem o processo de projeto do produto, pela não aplicação de conhecimentos como engenharia simultânea e metodologias de projeto, causando dificuldades desde a tradução das necessidades ou desejos de mercado em requisitos de projeto do produto, passando por questões de geração de concepções até falhas das máquinas em operações (ROMANO, 2003).

Salvo raras exceções, percebe-se que o processo de desenvolvimento do produto ainda está muito baseado na definição da demanda de mercado e na adaptação de concepções de máquinas já existentes, resultando em produtos lançados no mercado com características muito parecidas aos dos concorrentes e com baixo conteúdo de inovação tecnológica. Paralelamente a esse contexto, pode-se verificar uma escassez de material bibliográfico sobre o PDMA, principalmente no que se refere ao detalhamento das especificidades do mesmo. Desse modo, um modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas pode servir como diretriz

para as empresas implementarem um processo formal de desenvolvimento de produtos, ou incorporarem melhorias ao processo já estabelecido (ROMANO, 2003).

2.1.4 Método de Desenvolvimento de Produtos para o setor de Máquinas Agrícolas

Além dos métodos de desenvolvimento de produtos descritos anteriormente, pode-se incluir e destacar o trabalho apresentado como tese de doutorado por Romano (2003), que é denominado Modelo de Referência para o Processo de Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas.

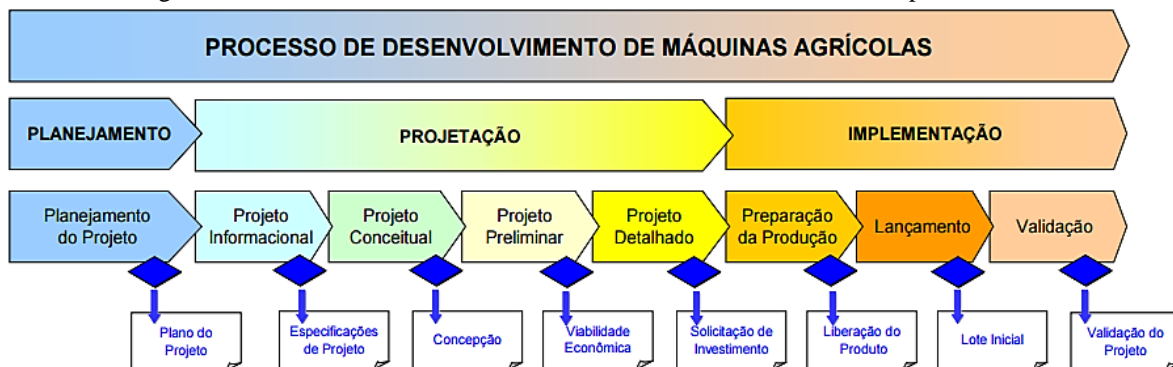
O modelo de referência procura explicitar o conhecimento do processo de desenvolvimento de produtos, de modo a auxiliar no entendimento e na prática do processo, e expõem que este modelo auxilia as empresas na execução de um processo de desenvolvimento de produtos mais formal e integrado aos demais processos empresariais com a participação de fornecedores e cliente (BACK et.al., 2008).

Segundo Back et. al. (2008) o modelo apresenta em linhas gerais algumas características, como:

- O processo está em consonância com os planos estratégicos da empresa;
- Apresenta através da representação gráfica todo o processo de desenvolvimento;
- É decomposto em macrofases, fases, atividades e tarefas, com sequência lógica das mesmas;
- Explicita o que (quando, como, etc.) fazer, apoiado sobre os princípios da engenharia simultânea;
- Define as áreas envolvidas em cada etapa do processo;
- Define entradas, mecanismos e controles para a realização de atividades.

Segundo Romano (2003) o processo de desenvolvimento é apresentado através do modelo em três macrofases, denominadas de planejamento do projeto, elaboração do projeto do produto e implementação do lote piloto, como apresentado na Figura 1, e a sua correspondente ligação as fases do processo, suas respectivas saídas e os domínios de conhecimentos ligados as atividades do processo.

Figura 1 – Processo, macrofases, fases e saídas do modelo de referência para o PDMA



Fonte: (ROMANO, 2003)

Desta forma, pode-se perceber que o modelo apresentado, assim como os métodos descritos anteriormente, podem ser utilizados para os diversos setores da indústria, possuem semelhanças em sua estrutura, e que é voltada para o desenvolvimento total do produto, partindo da ideia de um produto até o acompanhamento do mesmo no seu pós-venda, possibilitando-se identificar que a utilização do modelo é voltada a concepção de produtos radicais, inovativos ou originais, participando, assim, de forma significativa do ciclo de vida do produto (ROMANO, 2003).

Assim, entende-se neste momento, que a adoção de um modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos, voltados às características da empresa, tem a finalidade de tornar o processo mais eficiente e eficaz proporcionando maior competitividade da empresa no mercado, possibilitando o lançamento de produtos com nível de aperfeiçoamento superior aos demais e com maior inovação tecnológica, formalizando o modelo de gestão do processo e melhorando o envolvimento das diversas áreas no desenvolvimento de produto.

3. Metodologia

O método selecionado para este trabalho trata-se do estudo de caso (EC) explanatório. A metodologia exploratória é uma espécie de estudo piloto que pode ser feito para testar as perguntas norteadoras do projeto, hipóteses, e principalmente os instrumentos e procedimentos (YIN, 2001). Busca-se a partir dele, compreender

como o segmento industrial de máquinas agrícolas está realizando o PDP. Desse modo, definiu-se como unidade-caso uma pesquisa de múltiplos casos em empresas de pequeno, médio e grande porte, com a finalidade de estudar o processo empregado pelas empresas, permitindo conhecê-los de forma detalhada.

Os (EC) tiveram a finalidade, ainda, de verificar o conhecimento que os envolvidos no processo têm sobre o tema e a maneira como eles executam as atividades voltadas ao projeto de produto. Os dados obtidos, junto às empresas, foram usados, como embasamento para caracterizar o processo de desenvolvimento de máquinas e implementos agrícolas destinados às empresas participantes da pesquisa, e propor sugestões de melhoria caso seja necessário.

A metodologia utilizada na obtenção das informações respectivas ao (EC) envolveu, inicialmente, a seleção de empresas que encontram-se na região noroeste do RS através da sua linha de produtos e de informações disponíveis na internet. O questionário foi aplicado através da plataforma (*google drive*), que baseia-se no conceito de computação em nuvem, pois através dele pode-se armazenar arquivos e formular questionários utilizando a internet como meio de relação para aplicá-los nas empresas. Desse modo, necessita-se apenas do endereço (*e-mail*) da pessoa responsável pelo setor de PDP na empresa selecionada para pesquisa para submeter o questionário.

A coleta de dados realizou-se através do questionário aplicado as empresas, com os sócios, proprietários ou gerentes do setor de desenvolvimento de produtos. Para as questões mais específicas referente ao PDP deixou-se espaço suficiente no questionário para que os entrevistados falassem livremente sobre o tema. O questionário utilizado foi o mesmo para todas as empresas.

4. Resultados e discussões

As informações coletadas sobre os (EC) permitem expressar que cada uma das empresas pesquisadas, possui características próprias, metodologias e maneiras de realizar as suas atividades, conforme o seu tamanho, estrutura organizacional e, ainda, o seu conhecimento a respeito das diversas etapas que envolvem o processo de desenvolvimento de produtos.

Em ambos os casos, a caracterização das empresas, realizou-se através das informações obtidas sobre as respostas fornecidas pelo questionário. Levou-se em conta as considerações e explicações complementares dadas sobre os tópicos abordados no instrumento de coleta de dados, permitindo, desta forma, uma caracterização individual de cada (EC), abordando, as informações relevantes a respeito do seu processo de desenvolvimento de produtos, composta pelos seguintes pontos:

- Dados gerais da empresa: número de funcionários, linha de produtos, mercado de atuação, certificação NBR ISO 9001.
- Caracterização do setor de desenvolvimento de produto: nome do setor, estrutura organizacional, matriz “tarefa x responsabilidade”.
- Caracterização do processo de desenvolvimento de produto: tipo de projeto desenvolvido, duração, planejamento do produto, formalização do processo, processo sequencial ou simultâneo.
- Caracterização da equipe de desenvolvimento de produto: formação acadêmica, enfoque do curso realizado, conhecimento de metodologias de projeto e de modelos de gerenciamento de projeto.

Das cinco empresas que responderam o questionário, duas eram de pequeno porte (possuem menos de 100 funcionários), duas de médio porte (entre 100 e 500 funcionários) e uma de grande porte (mais de 500 funcionários). Todas as empresas estão localizadas na região noroeste do Rio Grande do Sul, assim como as empresas que não participaram do estudo.

Em três (EC), a administração é familiar, e duas empresas possui a administração realizada por uma sociedades entre terceiros. Todos os participantes são constituídos somente por capital nacional e atuam principalmente no mercado interno, porém, uma empresa comercializa seus produtos, também, no mercado externo, com clientes em diferentes países.

Os principais produtos fabricados e comercializados pelas empresas são: peças para tratores, colheitadeiras, plantadeiras, pulverizadores, carretas, distribuidor de fertilizantes, semeadeiras, entre outros. Algumas empresas não detalharam seus produtos e responderam somente a linha de produtos que seria correspondente há elas, assim são elas: máquinas, implementos agrícolas, peças do ramo automotivo. Com relação à certificação das empresas pela norma NBR ISO 9001, que rege todas as fases do processo produtivo, desde o projeto do produto até a assistência técnica, das cinco empresas participantes do estudo duas delas possuem a certificação e as outras três não possuem.

O nome do setor no qual é realizado o desenvolvimento de produto apresentou diferentes denominações de empresa para empresa, como pode-se verificar: engenharia, desenvolvimento, engenharia de produto e desenvolvimento de produtos. A estrutura organizacional utilizada nos projetos é funcional somente em um dos casos, no restante é estrutura por projetos. Desta maneira, quatro empresas pesquisadas expressaram que possuem, dentro do setor de desenvolvimento, uma matriz “tarefa x responsabilidade”. Assim, pode-se entender que é definido formalmente o responsável por determinada tarefa durante o processo de desenvolvimento do produto. Por fim, percebe-se que há empresa que não apresenta essa matriz trata-se de uma de pequeno porte e que produz implementos agrícolas.

As questões relacionadas ao processo de desenvolvimento de produtos procuraram explorar um conjunto de tópicos que definisse claramente a forma como o processo é realizado, mas sobre tudo, avaliasse o conhecimento existente na empresa sobre o tema pesquisado. Assim, quanto ao tipo de projeto desenvolvido, todos os (EC) consideraram executar, dentro das suas possibilidades, o desenvolvimento do projeto inovadores, ou seja, abrangem o desenvolvimento de um novo produto.

Referente a complexidade dos produtos desenvolvidos uma empresa considerou que seu produto é de baixa complexidade, ou seja, que tem menos de 500 componentes, duas empresas consideraram que o produto tem média complexidade, ficando entre 500 e 5000 componentes e as outras duas possuem alta complexidade no seu processo produtivo, acima de 5000 componentes. Porém, três empresas mencionaram que o processo de manufatura de produtos é de média complexidade (vários processos), da mesma forma que outras duas dizem que possuem alta complexidade no seu processo produtivo.

Com relação ao tempo médio de duração dos projetos desenvolvidos, três (EC) informaram uma duração entre 6 e 18 meses (projetos de média duração). Duas empresas do (EC) declararam uma duração superior a 18 meses (projetos de longa duração), onde uma caracteriza-se por ser de médio porte (entre 100 e 500 funcionários) e a outra de grande porte (mais de 500 funcionários).

Apesar de considerarem um tempo médio para a duração dos projetos, o tempo para o desenvolvimento de um produto apresenta correlação direta com o tipo do projeto, mas existem outros aspectos que deve-se observar, tais como: complexidade do projeto; a época de lançamento, onde são observadas as características agrônomicas para as diversas culturas; distância entre a empresa e a região de comercialização dos produtos, dificultando a execução dos testes de campo; entre outros (BERGAMO, 2014).

Das cinco empresas, três afirmaram que o fornecedor participa do desenvolvimento do produto. Dessas, um estudo de caso, que trata-se de uma empresa de médio porte (entre 100 e 500 funcionários), mencionou que o fornecedor pode auxiliar no APQP (*Advanced Product Quality Planning* ou Planejamento Avançado da Qualidade do Produto), ou seja, ele pode interferir nos procedimentos e técnicas utilizadas para gerenciar a qualidade produtiva. Atualmente, o APQP é empregado em empresas do ramo automotivo, a fim de assegurar a qualidade dos produtos e processos desenvolvidos em sua planta, e é regido pelo manual do APQP, traduzido no Brasil pelo IQA (Instituto de Qualidade Automotiva). A mesma empresa, ainda afirmou, que o fornecedor pode participar das etapas finais do *Try-out* (testes de ferramental). Em outras duas empresa participante do (EC), foi expresso que o fornecedor pode auxiliar desde o início no desenvolvimento do produto. As outras duas empresas responderam que os fornecedores não participam em nenhuma etapa do desenvolvimento do produto, o que pode-se questionar ainda é que uma delas trata-se de uma empresa de grande porte (mais de 500 funcionários).

Normalmente, uma atividade que ocorre durante o ano inteiro nas empresas é o planejamento dos produtos a serem desenvolvidos. Diante disso, constatou-se que todas as empresas participantes do questionário realizam o processo de planejamento dos produtos. Do mesmo modo, que todas elas afirmam que é realizado o processo de planejamento do projeto de produto.

Com relação ao processo de desenvolvimento de produtos, três empresas declararam que os procedimentos são conduzidos conforme a experiência dos profissionais envolvidos no processo, e duas utilizam um sistema formal de desenvolvimento. O projeto é conduzido de forma sequencial em dois (EC), e três empresas responderam que o processo de desenvolvimento de produtos utiliza conceitos de engenharia simultânea, acontecendo muitas vezes, involuntariamente.

Quando as empresas foram questionadas referentes aos procedimentos adotados que podem ser ou não representados através de um modelo esquemático contendo as principais fases, etapas ou tarefas, todas responderam que sim. Somente uma empresa respondeu que não são realizados e adotados procedimentos padronizados e documentos. Dos quatro (EC) que mencionaram que realizam esses procedimentos, uma empresa especificou que é realizado um POP (Procedimento Operacional Padrão), onde são descritos todas as operações necessárias para a realização de uma atividade, ou seja, trata-se de um roteiro padronizado para realizar uma atividade. Geralmente, a maioria das empresas que empregam este tipo de formulário possuem um Manual de

Procedimentos que é originado a partir do fluxograma da organização. Complementando essa tarefa adotada pela empresa, o POP pode ser aplicado, por exemplo, em uma empresa cujos colaboradores trabalhem em três turnos, sem que os trabalhadores desses turnos se encontrem e que, por isso, executem a mesma tarefa de modo diferente.

Desta forma, três empresas afirmaram que os procedimentos adotados têm correlação aos modelos disponíveis na literatura, onde, em duas empresas que caracterizam-se por ser de pequeno porte o responsável por responder o questionário mencionou que é utilizado a produção em série, ou seja, não segue um modelo disponível na literatura. A terceira empresa, trata-se da de grande porte, mencionou que são considerados como modelos os conhecimentos operacionais de campo, inovação e tecnologia, demonstrando assim, que não é empregado alguma metodologia clássica (modelo de referência).

Dentre as ferramentas utilizadas no desenvolvimento de produtos, gestão e projeto do produto, houve diferentes respostas entre todas as empresas participantes do questionário. Duas empresas relataram que as ferramentas utilizadas são: solda, dobra, pintura e montagem. Nota-se então, que são procedimentos adotados para fabricar ou produzir o produto, e não ferramentas para gerenciar o projeto. Outro (EC) relatou que são efetuados reuniões de desenvolvimento, APQP's como descrito anteriormente e o EMS (engenharia simultânea com cadastro das atividades para cada responsável com cronograma e prazos definidos).

Para os demais (EC) referentes a gestão e projeto do produto, nota-se que o softwares de CAD (desenho assistido ou auxiliado por computador) é utilizado na realização dos desenhos e de análise estrutural. Dentre as outras ferramentas utilizadas no processo, consideram-se ainda softwares de planilhas de cálculo, editores eletrônicos de texto, *Windows* e os respectivos softwares de gerenciamento por ERP (Planejamento dos Recursos Empresariais ou *Enterprise Resource Planning*) dos Sistemas Integrados de Gestão Empresarial (SIGE ou SIG), utilizado para fazer o gerenciamento de todas as atividades de gestão, tais como o gerenciamento financeiro, contabilidade, recursos humanos, fabricação, vendas, compras entre outros. Assim, nota-se que duas empresas não utilizam ferramentas de apoio ao projeto, nem mesmo *softwares* de CAD, demonstrando então que quando há necessidade de execução de desenhos, as mesmas devem contratar empresas terceirizadas para a realização destas atividades.

O último grupo de perguntas estava relacionado à formação das pessoas envolvidas no desenvolvimento de produtos. Basicamente, elas possuem formação em engenharia e engenharia mecânica em três dos (EC) e nas outras duas a formação relatada é apenas do ensino médio com técnico em mecânica. Analisando o caso específico dos profissionais com formação em engenharia mecânica, foi informado que o curso de graduação realizado não oferecia disciplinas da área de projeto, sendo que as informações mais próximas a esta área eram transmitidas, por exemplo, nas disciplinas de Elementos de Máquinas ou Projetos de Máquinas. Assim, sobre o enfoque do curso realizado, os responsáveis por responder o questionário informaram que o mesmo não atende às necessidades da atividade de desenvolvimento de produtos, a não ser no que se refere ao dimensionamento de componentes mecânicos. Do mesmo modo, um (EC) relatou que os funcionários que desenvolvem os projetos possuem experiência, e outro mencionou que falta experiência e conhecimento de campo, tratando-se este de uma empresa de médio porte. Para finalizar o questionário, teve-se como pergunta se as empresas tinham conhecimento de metodologias de projeto (modelos de referências) e de modelos de gerenciamento de projetos. Dos cinco empresas estudadas, quatro tinham algum tipo de conhecimento sobre esse tema, e uma relatou que a metodologia de projeto adotada trata-se da padronizada.

5. Conclusão

Considerando os resultados obtidos neste questionário realizado, supostamente, com os responsáveis dos respectivos setores de desenvolvimento de produtos, conclui-se que a constituição de todas as empresas é, somente, por capital nacional e três delas possuem administração familiar. Todas as empresas atuam no mercado nacional, destacando-se que a empresa de grande porte atua no mercado interno e externo.

Três empresas não possuem certificação ISO 9001, entre elas uma empresa de médio porte. Pode-se perceber que todos os estudo de casos consideraram executar, o desenvolvimento de projetos inovadores, ou seja, desenvolvimento de um novo produto. O tempo de vida dos projetos normalmente é de média duração (entre 6 e 18 meses).

Todas as empresas expressaram que que é realizado o planejamento sobre o projeto dos produtos. E normalmente o processo de desenvolvimento de produtos é conduzido conforme a experiência dos profissionais. Apenas em um dos casos estudados é constatado através do POP a realização de procedimentos representados por modelos esquemáticos ou fluxogramas. Nota-se que as empresas relataram que abordam metodologias de projeto, gerenciamento de projetos ou modelos de referências mas nenhuma descreveu ou citou algum,

demonstrando assim que é notório que as mesmas não utilizam abordagens metodológicas clássicas, de desenvolvimento de produtos;

Não são utilizadas outras ferramentas de apoio ao projeto, a não ser as ferramentas de desenho, e de gerenciamento industrial. As empresas que apresentam na equipe de projetos os engenheiros, verifica-se que esses não têm conhecimento sobre modelos de gerenciamento de projetos ou modelos de referências.

Referências

- ASIMOW, M. 1962. Introduction to design. New Jersey: Prentice-Hall.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (ANFAVEA). 2015. Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira. 2015. São Paulo: ANFAVEA.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (ANFAVEA). 2016. Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira. 2016. São Paulo: ANFAVEA.
- BACK, N. 1983. Metodologia de projeto de produtos industriais. Rio de Janeiro: Guanabara Dois.
- BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A.; SILVA, J. C. 2008. Projeto Integrado de Produtos: planejamento, concepção e modelagem. Barueri, SP: Manole.
- BERGAMO, R. L. 2014. Modelo de Referência para o Processo de Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas para empresas de Pequeno e Médio Porte. 2014. 303 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- BERTOLDI, E.; BERTOLDI, E.; MEDEIROS, J. F. 2014. Proposta de Processo de Desenvolvimento de Produtos para Empresa de Médio Porte. In: XXI Simpósio de Engenharia de Produção, 2014, Bauri SP. Anais do XXI SIMPEP. As Demandas de Infraestrutura Logística para o Crescimento Econômico Brasileiro. Bauri: UNESP, 2014. p. 1-14.
- BRASIL. 2012. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Rede Nacional de Informação sobre o Investimento (RENAI). Programa setorial máquinas e implementos agrícolas 2012 – 2014. Brasília, DF. Disponível em: http://www.desenvolvimento.gov.br/sistemas_web/renai/public/arquivo/arq1345212602.pdf. Acesso em: 14 out. 2015.
- CLARK, K. B., FUJIMOTO, T. 1991. Product development performance: strategy, organization, and management in the world auto industry. Boston: Harvard Business School Press.
- DALL'AGNOL, R. 2011. Desenvolvimento de Novos Produtos através do Gerenciamento Simultâneo de Projetos (GSP): um estudo de caso na indústria de máquinas agrícolas. 2011. 67 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- ENGWALL, M.; KLING, R.; WERR, A. 2005. Models in action: how management models are interpreted in new product development. R and D Management, v. 35, n. 4, p. 427-439.
- LORENZI, B. C. 2013. Gerenciamento de Projetos em uma Consultoria Industrial Aplicando a Metodologia PMBoK. 2013. 50 f. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira.
- JUGEND, D. 2006. Desenvolvimento de produtos em pequenas e médias empresas de base tecnológica: práticas de gestão no setor de automação de controle de processos. 2006. 125 f. Tese (Dissertação). São Carlos: UFSCar.
- JUNG, C. F.; RIBEIRO, J. L. D.; ECHEVESTE, M. E. S.; CATEN, C. S. t. 2008. Uma discussão de modelos de desenvolvimento de produto e suas características lineares e sistêmicas. Anais. VIII SEPROSUL – Semana de Engenharia de Produção Sul-Americana. Bento Gonçalves, FEENG.
- KASPER, H. 2000. O processo de pensamento sistêmico: um estudo das principais abordagens a partir de um quadro de referência proposto. Porto Alegre: UFRGS. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- KINDLEIN JÚNIOR, W.; CÂNDIDO, L. H.; PLATCHECK, E. 2003. Analogia entre as Metodologias de Desenvolvimento de Produtos Atuais, com a Proposta de uma Metodologia com Ênfase no Eco design. Anais. II Congresso Internacional de Pesquisa em Design, Rio de Janeiro.
- MENDES, G. H. S. 2008. O processo de desenvolvimento de produto em empresas de base tecnológica:

- caracterização da gestão e proposta de modelo de referência. 2008. 294f. Tese (Doutorado). São Carlos: UFSC.
- PAHL, G.; BEITZ, W.; FELDHUSEN, J.; GROTE, K. 2005. Projeto na engenharia: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações. Trad. Werner, H. A., 6ª ed. São Paulo: Editora Edgar Blücher.
- PASSOS, M. C.; CALANDRO, M. L. 1999. Impactos Sociais e Territoriais da Reestruturação Econômica no Rio Grande do Sul: transformações nas estratégias de Produção da Indústria de Máquinas e Implementos Agrícolas do Rio Grande do Sul. Secretaria da Coordenação e Planejamento. Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser. Documentos FEE, 14, Porto Alegre.
- ROMANO, L. N. 2003. Modelo de Referência para o Processo de Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas. 2003. 321 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- ROZENFELD, H; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C. de; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SACLICE, R. K. 2006. Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria de processos. São Paulo: Editora Saraiva, 1. ed.
- SMITH, R. P.; MORROW, J. A. 1999. Product development process modeling. *Design Studies*, v.20, n. 3, p. 237-261.
- YIN, R. 2001. Estudo de caso. Planejamento e métodos. 2ª edição, Porto Alegre/RS: Bookman.
- WHEELWRIGHT, S. C., CLARCK, K. B. 1992. Revolutionizing product development process: quantum leaps in speed, efficiency, and quality. New York: The Free Press.

21TC-A5-Selección e Identificación de Levaduras para el Control Biológico de *Alternaria* en Uva Malbec

Luciana Paola Prendes (CONICET / FCAI-UNCuyo)

María Gabriela Merín (CONICET/ FCAI-UNCuyo)

Mario Alberto Andreoni (INTA)

Vilma Inés Morata (CONICET/ FCAI-UNCuyo)

Resumen

La presencia del género fúngico *Alternaria* con capacidad de producir micotoxinas en uva para vinificar podría significar un gran riesgo para la salud de los consumidores de vino. En pos de seleccionar un posible agente de control biológico del mismo en uva para vinificar, se evaluaron levaduras aisladas del mismo ecosistema. El 22,1 % del total de levaduras y organismos tipo levadura aislados de uvas Malbec evaluados presentaron actividad antagonista de *A. alternata* en uva y la mayoría de ellas (14/15) mostraron una gran capacidad antagonista logrando un efecto preventivo. Todas las cepas de levadura con mayores requerimientos nutricionales, como *Metchnikowia* spp., *C. zemlinina* y la mayoría de *H. uvarum* probadas mostraron capacidad antagonista frente a *A. alternata*, no así las cepas de menores requerimientos, como el organismo tipo levadura *A. pullulans*, o las levaduras *Cr. laurentii* II y *Rhodotorula* spp., sugiriendo una correlación positiva entre estos factores. La identificación de las levaduras antagonistas mediante la metodología de secuenciación del 26S, permitió corroborar la identidad asignada por el método de PCR-RFLP. Estos hallazgos resultan prometedores para el control biológico de *Alternaria* en uva para vinificar.

Palabras clave: *Alternaria*, control biológico, levaduras antagonistas, uva Malbec.

1 Introducción

El género *Alternaria* es un componente principal de la micobiota en uvas para vinificar en diversas regiones vitivinícolas de Argentina y del mundo (Rouseaux y col., 2014; Tancinova y col., 2015; Prendes y col., 2015). La existencia de cepas de la especie *Alternaria alternata* aisladas de uva Malbec con habilidad de producir ATe, AOH y AME (Prendes y col., 2015; Vargas Trinidad y col., 2015) así como la incidencia natural de estas micotoxinas en jugo de uva y vino (Lau y col., 2003; Scott y col., 2006; Broggi y col., 2013; Pizzutti y col., 2014; Fan y col., 2016; Lopez y col., 2016), indican que la presencia de este género en uvas para vinificar podría significar un riesgo para la salud de los consumidores de vino.

La prevención del crecimiento de hongos productores de micotoxinas es la estrategia más efectiva para controlar la presencia de micotoxinas en los alimentos (Hocking y col., 2007). En los últimos 25 años, debido al aumento de las regulaciones y las demandas de los consumidores por productos más saludables, se ha incrementado el interés por el control biológico como método alternativo a la aplicación de fungicidas orgánicos y/o químicos para el control del crecimiento fúngico en frutos (Liu y col., 2013). En este sentido, las levaduras epífitas de uva para vinificar resultan prometedoras para el control biológico de *Alternaria*, debido a que como componentes mayoritarios adaptados fenotípicamente a este nicho, son capaces de colonizar más efectivamente y competir por los nutrientes y el espacio además de poder permanecer en las superficies de planta o heridas durante largos periodos y condiciones secas (Suzzi y col., 1995).

El control biológico con levaduras epífitas de bayas de uva ya ha sido propuesto como una herramienta útil para reducir el impacto de especies de *Aspergillus* productoras de ocratoxina en los viñedos. Cepas de *Issatchenkia orientalis*, *Metschnikowia pulcherrima*, *Issatchenkia terricola* y *Candida incommunis*, fueron capaces de disminuir la colonización de las uvas por *A. carbonarius* y *A. niger* (Bleve y col., 2006). Así también, dos cepas de *Kluyveromyces thermotolerans* mostraron capacidad de controlar el crecimiento de *A. carbonarius* y de especies de *Aspergillus* del agregado *A. niger* y la acumulación de OTA (Ponsone y col., 2011).

También se han realizado estudios con levaduras aisladas de ambientes vitivinícolas, para el control de diversos patógenos fúngicos de planta o uva de mesa. Suzzi y col. (1995) observaron que levaduras naturales del vino aisladas de baya de uva poseían actividad biocontroladora contra hongos patógenos de planta (*A. niger*, *A. alternata*, *Botrytis squamosa*, *Cladosporium variable*, *Colleotrichum acutatum*, *Fusarium oxy sporum*, *Macrophomina phaseolina*, *Penicillium digitatum*, *Phomopsis longicola*, *Rhizoctonia fragariae*, *Sclerotinia sclerotium* y *Trichoderma viride*). Dos cepas de *S. cerevisiae* y una de *Zygosaccharomyces resultaron* los antagonistas más prometedores. Asimismo, entre levaduras aisladas de ambientes vitivinícolas en Argentina, se encontraron 16 levaduras antagonistas de *B. cinerea* (15 *S. cerevisiae* y 1 *Sch. Pombe*) en uvas de mesa (Nally y col., 2012) y 43 levaduras antagonistas (16 *Saccharomyces*, 9 *Candida*, 4 *Dekkera*, 1 *Issatchenkia orientalis*, 2 *K. marxianus*, 2 *P. membranifaciens*, 1 *S. roseus*, 8 *T. delbrueckii*) de alguno de los hongos componentes del complejo de podredumbre ácida en uvas de mesa (*Aspergillus caelatus*, *A. carbonarius*, *Aspergillus terreus*, *Aspergillus versicolor*, *F. oxysporum*, *Penicillium comune*, *R. stolonifer* y *Ulocladium* sp.) (Nally y col., 2013).

Por otra parte, el biocontrol puede visualizarse como un sistema, en donde existe una relación cuantitativa entre la concentración de las células del antagonista, concentración de organismo a controlar y el resultante biocontrol (Schisler y col., 2011). En este sistema, resulta importante conocer la concentración del patógeno a la cual se lo puede controlar así como definir la concentración del antagonista necesario para tal fin.

Es importante destacar que en el mercado, ya se han desarrollado varios productos basados en levaduras antagonistas para el control de enfermedades post-cosecha de uvas, frutos de pepito y cítricos como Aspire (Ecogen, Inc., Langhore, PA) con la levadura antagonista *C. oleophila* (Droby y col., 1993,1998), Yieldplus (Anchor yeast, Cape town) basado en *Cryptococcus albidus* (De Koch, 1998) hecho y registrado en el sur de África y Shemer (Agrogreen, Asgdod) basado en *M. fructicola* (Kurtzman y Droby 2001; Karabulut y col., 2002 y 2003) hecho y registrado en Israel.

2 Materiales y Métodos

2.1 Selección de levaduras y organismos tipo levadura con potencial de biocontrol de *Alternaria alternata* en uva

2.1.1 Preparación del inóculo de levadura y organismos tipo levadura

Se realizaron siembras de cada una de las cepas de levadura a evaluar en medio MYGP y se incubaron a 28 °C durante 48-72 hs. Se tomaron varias colonias aisladas por cepa y se resuspendieron en 1 mL de agua destilada estéril contenida en un microtubo de 1,5 mL. Estas suspensiones fueron centrifugadas a 6200 g por 5 minutos a 4 °C, se descartaron los sobrenadantes y los pellets fueron resuspendidos nuevamente en agua destilada estéril para repetir el procedimiento, para eliminar cualquier nutriente remanente del medio inicial. Finalmente los pellets fueron resuspendidos en agua destilada estéril y se ajustó la concentración de levadura a 10⁶ UFC/mL mediante recuento en cámara de Neubauer.

2.1.2 Cepas e inóculo fúngico

Se utilizaron 3 cepas de *A. alternata* (5.5, 7.5 y 25.1) seleccionadas por su capacidad toxicogénica en medio AMLM (*in vitro*) y actividad patogénica demostrada en uva (Prendes y col., 2015). Para la preparación del inóculo fúngico, se sembraron cada una de las cepas de *A. alternata* en medio APZ y se incubaron a 20-25 °C durante 7-10 días bajo ciclos alternativos de luz blanca: oscuridad (8: 16 hs). Finalizado el período de incubación, se adicionaron 4 mL de agua destilada- 0.05 % Tween 20 (v/v) estéril a cada una de las placas, para remover las esporas del micelio. Cada suspensión fue recolectada en microtubos de 1,5 mL estériles que se centrifugaron a 13.000 g por 5 minutos a 4 °C, se descartó el sobrenadante y el precipitado de esporas fue resuspendido en 1 mL de una solución 0,01 % de Tween 20 (v/v) estéril. La concentración de esporas fue determinada mediante recuento en cámara de Neubauer y las concentraciones a utilizar fueron ajustadas por dilución en solución 0.01 % Tween 20 (v/v).

2.1.3 Determinación de la concentración mínima infectiva (CMI) de *Alternaria alternata* en uva

Previamente a la selección de las levaduras y organismos tipo levadura con capacidad antagonista frente a *A. alternata* en uva, se procedió a determinar la concentración mínima infectiva de cada una de las 3 cepas de *A. alternata* utilizadas. La metodología se basó en el ensayo de fitopatogenicidad descrito por Nally y col. (2013). Brevemente se tomaron bayas de uva Malbec sanas (recolectadas en tiempo de cosecha) con sus pedicelos remanentes y se las desinfectó superficialmente con una solución de hipoclorito de sodio (1 %, v/v) seguido de 3

lavados con agua destilada estéril. Las uvas fueron inoculadas mediante el uso de micropipeta con un volumen de 20 µl de una suspensión de esporas en solución 0.01 % Tween 20 (v/v) a una concentración dentro del rango de $1,75 \cdot 10^2$ a $1,9 \cdot 10^5$ esporas/mL, generando una herida ecuatorial con el mismo tip estéril que contenía la suspensión. El control negativo consistió en uvas inoculadas sólo con 20 µl de la solución 0.01 % Tween 20 (v/v). Las uvas inoculadas se incubaron en placas de Petri (90 mm) a 25°C en estufa, a humedad relativa de 100 % por 5 días. Se utilizaron 3 placas con 8 uvas por placa por cada cepa y condición a evaluar. El experimento se repitió 2 veces.

Al final del experimento, se determinó para cada cepa y concentración de esporas evaluadas, el porcentaje de infección o la incidencia de la enfermedad ocasionada por *Alternaria* en uvas (%), calculada como el número de heridas infectadas/ número de heridas totales x 100. La mínima concentración de esporas capaz de producir un porcentaje de infección del 100 % para cada cepa de *Alternaria*, fue definida como la CMI.

2.1.4 Evaluación del efecto preventivo de las levaduras y organismos tipo levadura frente a la infección de *Alternaria alternata* en uva

Se utilizaron 67 cepas de levadura y organismos tipo levadura aisladas durante las vendimias 2011, 2012 y 2013 en uvas Malbec a tiempo de cosecha de la DOC San Rafael, previamente identificadas mediante el método de RFLP-ITS (Esteve-Zarzoso y col., 1999). En pos de generar una presión de selección durante el aislamiento, las colonias con características de levadura se aislaron al cabo de 7 días de incubación de bayas de uvas Malbec colocadas directamente sobre el medio DRBC, para someterlas a una convivencia obligada con hongos. Se evaluó el posible efecto preventivo de las mismas frente a la infección ocasionada en uva por cepas de *A. alternata*, utilizando la metodología descrita previamente (punto 2.1.3) con algunas modificaciones. Se desinfectaron superficialmente bayas de uva Malbec sanas (recolectadas en tiempo de cosecha) con sus pedicelos remanentes y se inocularon mediante el uso de micropipeta con un volumen de 20 µl de una suspensión de 10^6 UFC/ mL de la cepa de levadura u organismos tipo levadura a evaluar, generando una herida ecuatorial con el mismo tip que contenía la suspensión. Una vez cumplido el período de 2 horas se inoculó, en la misma herida y mediante micropipeta, 20 µl de la cepa de *Alternaria* a enfrentar a su CMI. Los controles negativos consistieron en uvas inoculadas sólo con 20 µl de agua destilada estéril y uvas inoculadas con 20 µl de la suspensión de cada levadura y organismo tipo levadura a evaluar sin post-inoculación del patógeno. Los controles positivos consistieron en uvas inoculadas sólo con 20 µl del patógeno (*A. alternata*) a su CMI. Las uvas inoculadas se incubaron en placas de Petri (90 mm), a razón de 8 uvas por placa, a 25 °C en estufa y humedad relativa de 100 % durante 5 días. Se utilizaron 8 uvas por replica (placa) y 3 réplicas por tratamiento en un diseño de bloques completos al azar. Al final del experimento se determinó el porcentaje de infección o la incidencia de la enfermedad ocasionada en uva (%) por tratamiento, como el número de heridas infectadas/ número de heridas totales x 100.

Con los datos del primer experimento se realizó la preselección de levaduras y organismos tipo levadura con capacidad preventiva, utilizando como criterio una reducción mayor o igual a 60 % del porcentaje de infección provocado por cada una de las 3 cepas de *A. alternata* a su CMI. El experimento fue repetido sólo para aquellas cepas que resultaron preseleccionadas.

2.2 Confirmación de la identidad de las levaduras seleccionadas mediante la secuenciación de la región génica 26S

2.2.1 Extracción del ADN genómico

Se extrajo el ADN genómico total de las levaduras que resultaron seleccionadas por su capacidad preventiva frente a la infección de las 3 cepas de *A. alternata* en uva (punto 2.1.4), siguiendo la técnica descrita por Querol y col. (1992). Los aislamientos de las levaduras se inocularon en caldo YPD y se incubaron a 28 °C durante 24-48 h. Los cultivos se cosecharon por centrifugación a 3500 rpm durante 5 min. El sedimento celular se lavó con 1 mL de agua estéril y se resuspendió en 500 µl de solución 1 (sorbitol 0,9 M; EDTA 0,1M). Se agregó 30 µl de una solución de zimoliasa (25 mg/ml) y 30 µl de glucanasa (25 mg/ml), se homogeneizó e incubó a 37 °C durante 1 h. A posteriori se centrifugó a 7.000 g durante 10 min y se descartó el sobrenadante. El sedimento se resuspendió en 500 µl de solución 2 (Tris-HCl 50 Mm, EDTA 20Mm), se añadió 13 µl de SDS 10% y se incubó a 65 °C durante 5 min. Se agregó 200 µl de acetato de potasio (5M/3M), se agitó por inversión y se dejó en hielo por 10 min. Se centrifugó a 4 °C durante 15 min y se pasaron los sobrenadantes a tubos eppendorf limpios. Para precipitar el ADN de los sobrenadantes se agregó isopropanol en una relación 1:1, se agitó por inversión, se incubó a -20°C durante 30-60 min y se centrifugó a 12.000 rpm durante 10 min a 4 °C. El ADN precipitado se lavó dos veces con etanol 70 %, se dejó secar a temperatura ambiente y se resuspendió en

agua miliQ estéril. Para eliminar el RNA, se agregó a cada tubo 1ul de RNasa 2mg/ml y se incubó a 37 °C durante 1 h.

2.2.2 Reacciones de PCR y análisis de las secuencias

Se amplificó, mediante la reacción en cadena de la polimerasa, un fragmento de de aproximadamente 500-600 nucleótidos que corresponde al extremo 5' del gen que codifica el ARNr 26S (subunidad grande), conteniendo los dominios D1 y D2. Para ello, se utilizaron los cebadores descritos previamente por Kurtzman y Robnett (1998): NL1 (5'-GCATATCAATAAGCGGAGGAAAAG-3') y NL4 (5'-GGTCCGTGTTTCAAGACGG-3') (Fig. 10). Para la amplificación exitosa en una de las cepas se requirió la dupla ITS1-NL4. La amplificación se realizó en un termociclador TC-312 (TECHNE). La mezcla de reacción se preparó en un volumen final de 50 µL y contuvo 1 µL de ADN templado (12-60 ng/µL), 5 µL de tampón de PCR 10×, 3 µL de MgCl₂ (50mM), 4 µL de dNTPs 1 mM, 1 µL de cada cebador 10 µM, 0,25 µL de enzima Taq polimerasa (5 U/ µL) y 34,75 µL de agua miliQ. La mezcla de reacción se sometió a un ciclo de desnaturalización inicial de 5 min a 95 °C, seguido por 35 ciclos de 1 min a 94 °C, 1 min a 52 °C y 2 min 72 °C, y una etapa de extensión final de 10 min a 72 °C. Seguidamente, los productos amplificados del gen 26S del ADNr se purificaron con el kit de purificación QIAquick PCR Purification (Qiagen) de acuerdo a las especificaciones del proveedor.

La secuenciación de los fragmentos amplificados de ADNr se realizó por electroforesis capilar usando los cebadores NL1 y NL4, en uno de los casos se requirió ITS1, haciendo uso de la prestación de servicios externos de la Unidad de Genómica del INTA Castelar (Hurlingham, Buenos Aires, Argentina). Las secuencias obtenidas se editaron con el software MEGA6 versión 2013 y las comparaciones se realizaron con las secuencias presentes en las bases de datos de acceso público con la herramienta de búsqueda de alineamientos locales básica (Basic Local Alignment Search Tool, BLAST) provista por GenBank, disponible en el servidor del NCBI (National Center of Biotechnology Information, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>). A partir de las secuencias parciales de ADNr se construyó el árbol filogenético de las cepas aplicando el método de "Neighbor-joining" (Tamura y col., 2004) mediante el software MEGA6.

2.3 Análisis estadístico

Para la selección de cepas de levadura y organismos tipo levadura con capacidad preventiva frente a la infección de *A. alternata* en uva, se utilizaron los datos de porcentaje de infección correspondientes a los 2 experimentos, se obtuvo promedio y desviación estándar para cada una de las cepas y se seleccionaron aquellas que lograron una reducción del porcentaje de infección igual o mayor al 60 % ($p < 0,05$) para cada una de las 3 cepas fúngicas en su CMI.

Para el análisis de las levaduras seleccionadas se aplicó el análisis multivariado de varianza (MANOVA), seguido de test de Hotelling –Bonferroni para determinar diferencias significativas ($p < 0,05$) entre ellas. También se realizó el análisis de componentes principales (CPA) para simplificar las interpretaciones de los resultados y fue presentado en un gráfico de tipo biplot.

Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el software Infostat (versión 2013) y STATGRAPHICS Plus 5.1.

3 Resultados y Discusión

3.1 Selección de levaduras y organismos tipo levadura con potencial de biocontrol de *Alternaria alternata* en uva

La determinación de la concentración mínima infectiva (CMI) de *A. alternata* en uvas Malbec a 25 °C durante 5 días, mostró diferencias entre las distintas cepas evaluadas. Para las cepas de *A. alternata* 5.5 y 25.1 la CMI resultó de $1,75 \times 10^4$ esporas/ mL y para la cepa 7.5 fue de 5×10^4 esporas/ mL, ocasionando porcentajes de infección de 97 ± 21 %, 97 ± 17 % y 98 ± 18 %, respectivamente.

En un primer experimento de selección, el 48 % (32) de las cepas de levadura y organismos tipo levadura evaluados (67) disminuyeron el porcentaje de uvas infectadas en un 60 % para cada una de las 3 cepas de *A. alternata* ensayadas, resultando preseleccionadas para un segundo experimento. Finalmente, el 22,4 % (15) del total de levaduras y organismos tipo levadura evaluados lograron controlar a las 3 cepas de *A. alternata* en los 2 experimentos independientes llevados a cabo ($p < 0,05$) y si se excluye la población del organismo tipo levadura *A. pullulans*, el porcentaje de levaduras con capacidad antagonista asciende a 75 % (15/20) (Tabla 1). Estos

porcentajes resultan elevados cuando se comparan con el 0,4 a 4 % obtenido por Nally y col. (2013) y el 19 % obtenido por Zahavi y col. (2000) de levaduras aisladas de ambientes vitivinícolas antagonistas de diversos agentes fúngicos causantes de podredumbres de uva de mesa o uva para vinificar. Es posible que la búsqueda de levaduras antagonistas en el mismo nicho ecológico al de los organismos a controlar, sumado a una metodología de pre-selección como la aplicada en el presente trabajo, hayan contribuido al alto porcentaje de antagonistas obtenido entre los aislados.

Como se puede observar en la tabla 1, todas las cepas de levadura identificadas como *M. pulcherrima* (6), *C. zemplinina* (3) y la mayoría (6 de 7) de *H. uvarum* evaluadas mostraron capacidad de disminuir la infección en uva provocada por las tres cepas de *A. alternata* empleadas. Por otro lado, ninguna de las cepas del organismo tipo levadura *A. pullulans* (47) y las cepas de levadura identificadas como *Cr. laurentii II* (3) y *Rhodotorula* spp. (1) mostraron esa capacidad. El trabajo realizado en la presente tesis resulta el primer informe acerca del uso de cepas de *Metschnikowia* spp. y *H. uvarum* como antagonistas de *A. alternata* en uva para vinificar y particularmente, el primer informe de la levadura *C. zemplinina* con capacidad biocontroladora.

Es llamativo que ninguna de las cepas pertenecientes al organismo *A. pullulans* evaluadas haya resultado antagonista de *A. alternata* en uva para vinificar. *Aureobasidium pullulans* es integrante mayoritario de la microbiota de uvas para vinificar (Barata y col., 2012) y ha demostrado actividad antagónica frente a distintos patógenos de frutos (Schena y col., 1999; Castoria y col., 2001) así como frente a *A. carbonarius* (causante de la pudrición ácida) en uvas tintas de Grecia (Dimakopoulou y col., 2008). Desde el punto de vista fisiológico, *A. pullulans* es un organismo con requerimientos mínimos para su supervivencia en uva (Barata y col., 2012) y es probable que esta poca exigencia para sobrevivir constituya una presión selectiva negativa para el desarrollo de mecanismos para la competencia por nutrientes, uno de los más utilizados por los organismos antagonistas (Liu y col., 2013). Esta idea se vería reforzada con la evidencia de que las cepas de levadura pertenecientes a las especies *Cr. laurentii II* y *Rhodotorula* spp. evaluadas tampoco resultaron antagonistas durante el presente estudio. Estas especies están incluidas dentro de las levaduras basidiomicetes oxidativas, y también integran junto con *A. pullulans*, el grupo de las “oligotróficas” o aquellas con requerimientos mínimos para su desarrollo (Barata y col., 2012). Por otro lado, la mayoría de las cepas evaluadas pertenecientes al grupo de las copiotróficas -las apiculadas débilmente fermentativas como *H. uvarum* y las fermentativas como *C. zemplinina* y *M. pulcherrima* o *fructicola*- (Barata y col., 2012) si resultaron antagonistas de *A. alternata* en uva para vinificar. Se ha discutido reiteradamente acerca del biocontrol como una característica dependiente de la cepa y no de la especie (Suzzi y col., 1995), pero no se han hecho análisis a la luz de los requerimientos fisiológicos de las levaduras evaluadas. En este trabajo, aquellas levaduras con mayores requerimientos nutricionales, resultaron antagonistas de *A. alternata* en uva para vinificar, sugiriendo una correlación positiva entre estos factores.

Tabla 1: Cepas de levadura y organismos tipo levadura aisladas durante las vendimias 2011, 2012 y 2013 en uvas Malbec a tiempo de cosecha de la DOC San Rafael con capacidad antagonista frente a *Alternaria alternata*

Especie	EVALUADAS	ANTAGONISTAS ^a
<i>A. pullulans</i>	47	0
<i>H. uvarum</i>	7	6
<i>M. pulcherrima</i>	6	6
<i>C. laurentii II</i>	3	0
<i>C. zemplinina</i>	3	3
<i>Rhodotorula</i> spp.	1	0
total	67	15

^a Capaces de reducir el porcentaje de uvas infectadas en un 60 % para cada una de las 3 cepas de *A. alternata* ensayadas (5.5, 7.5 y 25.1) en su CMI, en 2 experimentos independientes ($p < 0,05$).

Las levaduras con capacidad antagonista fueron agrupadas en dos categorías según el test de Hotelling – Bonferroni (MANOVA; $p < 0,05$). El grupo integrado por la mayoría de las levaduras (14) logró reducir el porcentaje de infección a 0.0 % de cada una de las 3 cepas fúngicas a su CMI, mientras que sólo una cepa (LP123.2) mostró una menor eficiencia (Tabla 2). La capacidad antagonista de las levaduras evaluadas durante el presente trabajo resultó elevada en comparación con otros estudios. Nally y col. (2013), encontraron dos levaduras, inoculadas bajo las mismas condiciones que nuestro trabajo, capaces de evitar la infección producida

por *A. terreus* y una de ellas además capaz de evitar la infección por *P. comune*, la concentración de los hongos empleados en este estudio fue de 10^4 esporas/ mL, sin tener en cuenta su CMI. Por otra parte, Zahavi y col. (2000) también encontraron sólo una levadura, de la que se aplicó 10 μ l de 10^8 - 10^9 cel/mL 1-2 horas previas a la inoculación del patógeno, capaz de evitar la infección producida por *B. cinerea*, siendo este último inoculado a razón de 10 μ l de una concentración de 5×10^4 conidios/mL, independientemente de su CMI. Es probable que la utilización de la concentración mínima infectiva del organismos a controlar (CMI), utilizada en el presente trabajo, evite el exceso del mismo resultando en una detección más sensible de la capacidad antagonista de los organismos evaluados. Por otra parte, el nivel de control logrado por las levaduras antagonistas en el presente trabajo es el recomendado para seleccionar un antagonista con buenas perspectivas de ser efectivo a campo (Chalutz y Droby, 1998).

Tabla 2: Capacidad antagonista de levaduras seleccionadas de uvas Malbec vendimias 2011, 2012 y 2013 DOC San Rafael frente a cepas de *Alternaria alternata*.

Cepa	Especie	Origen	% de infección ¹			*
			cepa 5.5	cepa 7.5	cepa 25.1	
LP123.2	<i>M. pulcherrima</i> .	2011	4,4 \pm 0,7	2,0 \pm 2,8	0,0 \pm 0,0	A
LP6.4.1	<i>C. zemplinina</i> .	2013	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	B
LP132.1	<i>M. pulcherrima</i> .	2011	1,9 \pm 2,6	0,0 \pm 0,0	2,1 \pm 2,9	B
LP8.1.1	<i>H. uvarum</i>	2013	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	B
LP8.5.2	<i>C. zemplinina</i>	2013	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	B
LP8.5.1	<i>C. zemplinina</i>	2013	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	B
LP8.2.1	<i>H. uvarum</i>	2013	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	B
LP131.2	<i>M. pulcherrima</i> .	2011	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	B
LP124	<i>H. uvarum</i>	2011	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	B
LP122.2	<i>M. pulcherrima</i> .	2011	0,0 \pm 0,0	2,2 \pm 3,1	0,0 \pm 0,0	B
LP10.2.1	<i>H. uvarum</i>	2013	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	B
LP125.1	<i>H. uvarum</i>	2011	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	B
LP128.2	<i>M. pulcherrima</i> .	2011	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	B
LP126	<i>H. uvarum</i>	2011	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	B
LP125.2	<i>M. pulcherrima</i> .	2011	1,9 \pm 2,7	0,0 \pm 0,0	2,0 \pm 2,8	B

¹ Promedio y desviación estándar correspondiente al porcentaje de uvas infectadas para cada una de las cepas de *A. alternata* evaluadas, en su concentración mínima infectiva (CMI) con el efecto antagonista de cada levadura seleccionada en 2 experimentos independientes.

* Letras distintas representan una diferencia significativa ($p < 0.05$) de acuerdo al test de Hotelling -Bonferroni.

3.2 Confirmación de la identidad de las levaduras seleccionadas mediante la secuenciación de la región génica 26S

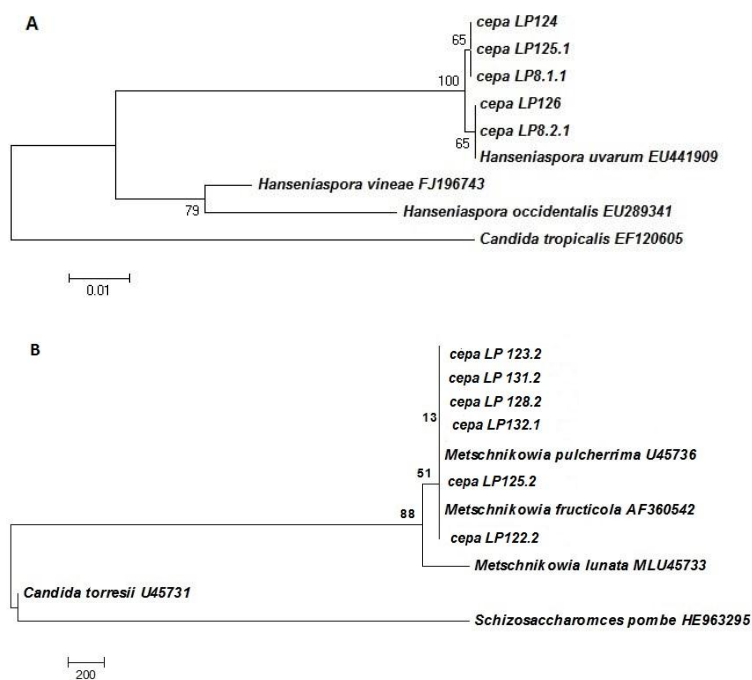
Con el fin de confirmar de forma efectiva la identidad de las cepas de levadura seleccionadas por su potencial biocontrol de *A. alternata* en uva, se realizó la secuenciación de regiones conservadas del ARNr de las mismas. En términos generales, esta identificación mediante la metodología de secuenciación del 26S, permitió corroborar la identidad asignada a las levaduras por el método de PCR-RFLP.

El análisis de la secuencia del dominio D1/D2 del gen 26S del ARNr (aproximadamente 600 pb) de las cepas LP 124, LP 125.1, LP 8.1.1, LP 126, LP 8.2.1 y LP 10.2.1 reveló que poseen una estrecha relación filogenética con cepas pertenecientes al género *Hanseniaspora*. Las secuencias de los fragmentos amplificados de las cepas estudiadas mostraron una similitud entre 98-100 % con secuencias disponibles en la base de datos GenBank de la misma región de cepas de referencia de *H. uvarum*. El análisis filogenético, basado en el alineamiento de las

secuencias parciales del ADNr de las levaduras seleccionadas con las secuencias de cepas de referencia (Fig. 1A), indicó que las cepas LP 124, LP 125.1, LP 8.1.1, LP 126 y LP 8.2.1 son conespecíficas con *H. uvarum* A2 26S (GenBank EU441909).

Para las cepas LP 131.2, LP 132.1, LP 128.2, LP 125.2, LP 122.2 y LP 123.2 el análisis mostró una estrecha relación filogenética de las mismas con cepas pertenecientes al género *Metschnikowia*. Las secuencias de las cepas LP 131.2, LP 132.1 y LP 128.2 mostraron un 98-99 % de similitud con secuencias de cepas de referencia de *M. pulcherrima* mientras las secuencias de las cepas LP 125.2 y LP 122.2, mostraron un 99 % y 98 %, respectivamente, de similitud con secuencias de cepas de referencia de *M. fructicola*. La cepa LP 123.2 mostró una similitud de 97 % con secuencias de cepas de referencia de *M. pulcherrima* y *M. fructicola*. El análisis filogenético (Fig. 1B) indicó que todas las cepas pertenecerían al grupo que incluye tanto *M. pulcherrima* (GenBankU45736) como *M. fructicola* (GenBankAF360542). La ampliación de ese grupo (Fig. 1C), permite ver que la cepa LP 132.1 sería conespecífica con *M. pulcherrima*. Como el resto de las cepas resultaron filogenéticamente cercanas tanto a *M. pulcherrima* como a *M. fructicola*, no es posible afirmar a cuál de estas dos especies pertenecerían. Es importante resaltar que la técnica de PCR-RFLP no tiene la sensibilidad adecuada para discernir entre las especies *M. pulcherrima* y *Metschnikowia fructicola*, ya que sólo un 2,2 % de sustituciones (11 de 499 posiciones de nucleótidos compartidas) separa a una especie de otra (Kurtzman y Droby, 2001). Esta sutil diferencia hace que inclusive, mediante la técnica de 26S, resulte compleja la asignación de especie a las cepas pertenecientes al género *Metschnikowia*.

Finalmente, el análisis de las secuencias de las cepas LP 6.4.1, LP 8.5.1 y LP 8.5.2 reveló una estrecha relación filogenética (100 % de similitud) de estas levaduras con cepas de referencia de *C. zemplinina* o *S. bacillaris*. La asignación de *S. bacillaris* como sinónimo obligado de *C. zemplinina* es relativamente reciente (Duarte y col., 2012). Asimismo, el análisis filogenético (Fig. 1 D) indicó que estas cepas son conespecíficas tanto con *C. zemplinina* (GenBankAY048154) como con *S. bacillaris* (GenBank AY394855).



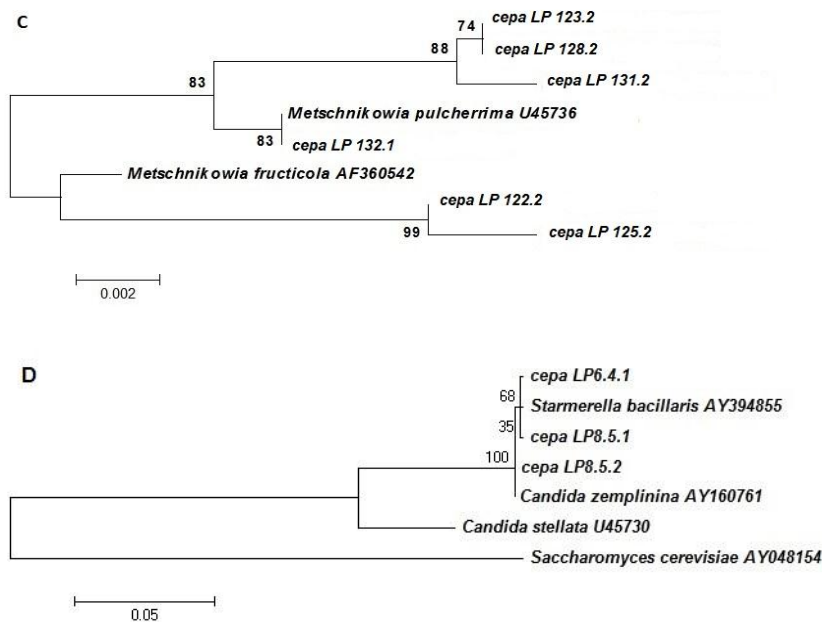


Figura 1: Árboles filogenéticos de cepas de levadura seleccionadas por su capacidad de reducir la infección de *Alternaria alternata* en uva, basados en la secuenciación parcial del ADNr. (A) Cepas LP 124, LP 125.1, LP 8.8.8, LP 126 y LP 8.2.1 pertenecientes a *Hanseniaspora uvarum*, (B) y (C) cepas LP 122.2, LP 123.2, LP 125.2, LP 128.2, LP 131.2 y LP 132.1 pertenecientes a *Metschnikowia* spp. y (D) cepas LP 8.5.1, LP 8.5.2 y LP 6.4.1 pertenecientes a *Starmerella bacillaris*. Los números representan el nivel de confianza obtenidos a partir de 1000 repeticiones (se indican las frecuencias mayores al 50 %). Las barras inferiores en A, B, C y D representan la distancia correspondiente a un cambio de 1; 200; 0,2 y 5 pares de bases en 100 nucleótidos, respectivamente. En A, *Candida tropicalis* (GenBank EF120605) se usa como cepa no relacionada o “outgroup”, en B, *Schizosaccharomyces pombe* (GenBank HE963295) y en D, *Saccharomyces cerevisiae* (GenBank AY048154).

4 Conclusiones

- Se lograron aislar e identificar levaduras del mismo ecosistema, capaces de ejercer un control biológico de *A. alternata* en uva para vinificar.
- Con la metodología de selección empleada, se obtuvo un gran porcentaje (22,1 %) del total de levaduras y organismos tipo levadura aislados de uvas Malbec evaluados que presentaron actividad antagonista de *A. alternata* en uva.
- La mayoría de las levaduras seleccionadas mostraron una gran capacidad antagonista logrando un efecto preventivo de la infección de *A. alternata* en uva.
- Todas las cepas de levadura identificadas como *Metschnikowia* spp., *C. zemplinina* y la mayoría de *H. uvarum* probadas mostraron capacidad antagonista frente a *A. alternata*, no así las cepas del organismo tipo levadura *A. pullulans* y las cepas de levadura identificadas como *Cr. laurentii II* y *Rhodotorula* spp., sugiriendo una correlación positiva entre la capacidad antagonista y los mayores requerimientos nutricionales de los organismos evaluados.
- La identificación de las levaduras antagonistas mediante la metodología de secuenciación del 26S, permitió corroborar la identidad asignada por el método de PCR-RFLP.

Referencias Bibliográficas

- Barata, A., Malfeito-Ferreira, M., Loureiro, V. (2012). The microbial ecology of wine grape berries. *International Journal of Food Microbiology*, 153(3), 243-259.
- Bleve, G., Grieco, F., Cozzi, G., Logrieco, A., Visconti, A. (2006). Isolation of epiphytic yeasts with potential for biocontrol of *Aspergillus carbonarius* and *A. niger* on grape. *International Journal of Food Microbiology*, 108: 204-209.

- Broggi, L., Reynoso, C., Resnik, S., Martinez, F., Drunday, V., Romero Bernal, A. (2013). Occurrence of alternariol and alternariol monomethyl ether in beverages from the Entre Rios Province market, Argentina. *Mycotoxin Research*, 29: 17-22.
- Castoria, R., De Curtis F., Lima G., Caputo L., Pacifico S. De Cicco V. (2001) *Aureobasidium pullulans* (LS-30) an antagonist of postharvest pathogens of fruits: study on its modes of action. *Postharvest Biological Technology*, 22: 7-17
- Chalutz, E., Droby, S. (1998). Biological control of postharvest disease. *Plant-Microbe interactions and Biological Control*. Dekker, New York, 157-170.
- De Koch, S. (1998). Control of post-harvest decay of fruit by means of antagonistic microorganisms. Ph.D. dissertation. *University of Stellenbosch, Stellenbosch*.
- Dimakopoulou, M., Tjamos, S.E., Antoniou, P.P., Pietri, A., Battilani, P., Avramidis, N., Markakis, E.A., Tjamos, E.C., 2008. Phyllosphere grapevine yeast *Aureobasidium pullulans* reduces *Aspergillus carbonarius* (sour rot) incidence in wine-producing vineyards in Greece. *Biological Control*, 46: 158-165.
- Droby, S., Hofstein, R., Wilson, C.L., Wisniewski, M., Fridlender, B., Cohen, L., Weiss, B., Daus, A., Timar, D., Chalutz, E. (1993). Pilot testing of *Pichia guilliermondii*: a biocontrol agent of postharvest diseases of citrus fruit. *Biological Control*, 3: 47-52.
- Droby, S., Cohen, L., Daus, A., Weiss, B., Horev, E., Chalutz, E., Katz, H., Keren-Tzour, M., Shachnai, A. (1998). Commercial testing of Aspire: a biocontrol preparation for the control of postharvest decay of citrus. *Biological Control*, 12: 97-101.
- Duarte, F. L., Pimentel, N.H., Teixeira, A., Fonseca, A. (2012). *Saccharomyces bacillaris* not a synonym of *Candida stellata*: reinstatement as *Starmerella bacillaris* comb. nov. *Antonie van Leeuwenhoek*, 102: 653-658
- Esteve-Zarzoso, B., Belloch, C., Uruburu, F., Querol, A. (1999). Identification of yeasts by R.F.L.P. analysis of the 5.8S rRNA gene and the two ribosomal internal transcribed spacers. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 49: 329-337.
- Fan, C., Cao, X., Liu, M., Wang, W. (2016). Determination of *Alternaria* mycotoxins in wine and juice using ionic liquid modified countercurrent chromatography as a pretreatment method followed by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1436: 133-140.
- Hocking, A., Leong, S., Kazi, B., Emmett, R., Scott, E. (2007). Fungi and mycotoxins in vineyards and grape products. *Food Microbiology*, 119: 84-88.
- Karabulut, O. A., Cohen, L., Wiess, B., Daus, A., Lurie, S., Droby, S. (2002). Control of brown rot and blue mold of peach and nectarine by short hot water brushing and yeast antagonists. *Postharvest Biology and Technology*, 24(2): 103-111.
- Karabulut, O.A., Smilanick, J.L., Gabler, F.M., Mansour, M., Droby, S. (2003). Near-harvest applications of *Metschnikowia fructicola*, ethanol, and sodium bicarbonate to control postharvest diseases of grape in central California. *Plant Disease*, 87: 1384-1389.
- Kurtzman, C.P., Droby, S. (2001). *Metschnikowia fructicola*, a new ascosporic yeast with potential for biocontrol of postharvest fruit rots. *Sy stem of Applied Microbiology*, 24: 393-399.
- Lau, B. P. Y., Scott, P. M., Lewis, D. A., Kanhere, S. R., Cléroux, C., Roscoe, V. A. (2003). Liquid chromatography-mass spectrometry and liquid chromatography-tandem mass spectrometry of the *Alternaria* mycotoxins alternariol and alternariol monomethyl ether in fruit juices and beverages. *Journal of Chromatography A*, 998(1), 119-131.
- Liu, J., Sui, J., Wisniewski, M., Droby, S., Liu, Y. (2013). Review: Utilization of antagonistic yeasts to manage postharvest fungal diseases of fruit. *International Journal of Food Microbiology*, 167: 153-160.
- López, P., Venema, D., de Rijk, T., de Kok, A., Scholten, J. M., Mol, H. G., de Nijs, M. (2016). Occurrence of *Alternaria* toxins in food products in The Netherlands. *Food Control*, 60: 196-204.

- Nally, M.C., Pesce, V., M., Maturano, Y. P., Muñoz, C.J., Combina, M., Toro, M. E., Castellanos de Figueroa, L.I., Vazquez, F. (2012). Biocontrol of *Botrytis cinérea* in table grapes by non-pathogenic indigenous *Saccharomyces cerevisiae* yeasts isolated from viticultural environments in Argentina. *Postharvest Biology and Technology*, 64: 40–48.
- Nally, M. C., Pesce, V. M., Maturano, Y. P., Toro., M. E., Combina, M., Castellanos de Figueroa L. I., Vazquez, F. (2013). Biocontrol of fungi isolated from sour rot infected table grapes by *Saccharomyces* and other yeast species. *Postharvest Biology and Technology*, 86: 456–462.
- Pizzutti, I., Kok, A., Scholten, J., Righi, L., Cardoso, C., Rohers, G., Da Silva, R. C. (2014). Development, optimization and validation of a multimethod for the determination of 36 mycotoxins in wines by liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Talanta*, 129: 352-363.
- Ponsone, M. L., Chiotta, M. L., Combina, M., Dalcero, A., Chluze, S. (2011). Biocontrol as a strategy to reduce the impact of ochratoxin A and *Aspergillus* section *Nigri* in grapes. *International Journal of Food Microbiology*, 151: 70-77.
- Prendes, L.P, Merín, M.G., Andreoni, M.A., Ramírez, M.L., Morata de Ambrosini, V.I. (2015). Mycobiota and toxicogenic *Alternaria* spp. strains in Malbec wine grapes from DOC San Rafael, Mendoza, Argentina. *Food Control*, 57: 122-128.
- Querol, A., Barrio, E., Ramón, D. (1992). A comparative study of different methods of yeast strain characterization. *Systematic and Applied Microbiology*, 15 (3): 439-446.
- Rousseaux, S., Diguta, C. F., Radoi-Matei, F., Alexandre, H., Guilloux-Benatier, M. (2014). Non-*Botrytis* grape-rotting fungi responsible for earthy and moldy off flavors and mycotoxins. *Food Microbiology*, 38: 104-121.
- Schena, L., Ippolito, A., Zahavi, T., Cohen, L., Nigro, F., Droby, S. (1999). Genetic diversity and biocontrol activity of *Aureobasidium pullulans* isolates against postharvest rots. *Postharvest Biology and Technology*, 17(3): 189-199.
- Schisler, D., Janisiewicz, W., Boekhout, T., Kurtzman, C. (2011). Agriculturally Important Yeasts: Biological Control of Field and Postharvest Diseases Using Yeast Antagonists, and Yeasts as Pathogens of Plants. In *The Yeast, a Taxonomic Study* pp 45-52. Eds. Elsevier B.V.
- Scott, P., Lawrence, B., Lau, B. (2006). Analysis of wines, grape juices and cranberry juices for *Alternaria* toxins. *Mycotoxin Research*, 22: 142-147.
- Suzzi, G., Romano, P., Ponti, I., Montuschi, C. (1995). Natural wine yeasts as biocontrol agents. *Journal of Applied Bacteriology*, 78: 304–308.
- Tančinová, D., Rybárik, L., Masková, Z., Felsöciová, S., Cíсарová, M. (2015). Endogenous colonization of grapes berries. *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 4: 69-73.
- Vargas Trinidad, A.S., Ganoza, F.Q., Pinto, V.F., Patriarca, A. (2015). Determination of mycotoxin profiles characteristic of *Alternaria* strains isolated from Malbec grapes. En *BIO Web of Conferences*. Vol. 5, p. 02004. EDP Sciences.
- Zahavi, T., Cohen, L., Weiss, B., Schena, L., Daus, A., Kaplunov, T., Zutkhi, J., Ben-Arie, R., Droby, S. (2000). Biological control of *Botrytis Aspergillus* and *Rhizopus* rots on table and wine grapes in Israel. *Postharvest Biology and Technology*, 20: 115–124.

22TC-A5-Recubrimientos de Poli (ϵ -caprolactona)/Biovidrio Obtenidos por Co-Deposición Electroforética

Gisela A. Quiroga (Dpto. Ingeniería y Gestión /FCAI)

Mario D. Ninago (Dpto. Ing. Química /FCAI)

Andrés E. Ciolino (Dpto. Ing. Química /UNS)

Marcelo A. Villar (Dpto. Ing. Química /UNS)

María J. Santillán (Dpto. de Ingeniería Química/FCAI)

Resumen

El desarrollo de recubrimientos compuestos por polímeros y biovidrios surge como una alternativa promisorio para mejorar tanto la biodegradabilidad de la materia inorgánica, como así también sus propiedades mecánicas y físicas. En este sentido, la co-deposición electroforética representa un método factible para la obtención de recubrimientos permitiendo depositar sobre un sustrato metálico ambos materiales en forma simultánea. En este trabajo se obtuvieron recubrimientos compuestos de poli(ϵ -caprolactona) sintetizada, PCL y biovidrio (Bioglass®45S5) sobre acero inoxidable a través de co-deposición electroforética (anódica y catódica). Se prepararon suspensiones de agua/acetona con mezclas de PCL/biovidrio y se ensayaron dos condiciones de trabajo: 1) se realizó un pretratamiento a la suspensión a 56°C durante una hora con agitación, obteniéndose recubrimientos en el ánodo 2) Se realizó la EPD sin pre tratamiento de la suspensión obteniéndose un recubrimiento catódico por co-deposición. Los recubrimientos se caracterizaron químicamente a través de ensayos de Espectroscopia Infrarroja con Transformada de Fourier (FTIR) y su morfología diferencial fue estudiada por Microscopía Electrónica de Barrido (SEM). A través de técnicas gravimétricas se determinó la tasa de deposición obtenida y el espesor teórico del recubrimiento. Finalmente, mediante ensayos in-vitro por inmersión en fluido corporal simulado (SBF) se evaluó su bioactividad, corroborándose la formación de una fase mineral correspondiente a hidroxiapatita sobre los recubrimientos que confirmaron la efectividad de la metodología empleada.

Palabras clave: Biovidrio, poli(ϵ -caprolactona), co-deposición electroforética, recubrimientos compuestos, bioactividad.

1 Introducción

La técnica de deposición electroforética (EPD) es uno de los métodos frecuentemente empleado para la formación de recubrimientos debido a su simplicidad, bajo costo en equipamiento y facilidad de uso en sustratos con geometría complejas (placas, discos, cables, tornillos, etc.) Tradicionalmente la EPD ha sido ampliamente estudiada para obtener recubrimientos cerámicos y vitrocerámicos sobre sustratos metálicos biocompatibles tales como, titanio y acero inoxidable entre otros, con el objetivo de evitar la liberación de iones metálicos producto de la corrosión de los sustratos. Además con este tipo de metodología se consigue una unión fuerte entre el material a implantar y el tejido óseo (Xynos et al. 2000, Cao et al. 1999, Jones et al. 2013). Sin embargo, su principal desventaja radica en la necesidad de someter los recubrimientos a procesos térmicos a alta temperatura (sinterizado) para aumentar su adherencia sobre el metal (Cabañas-Polo et al. 2014). Una alternativa que permita superar esta limitación consiste en la formulación de materiales compuestos que actúen como recubrimientos sin la necesidad de realizar tratamientos térmicos posteriores a la deposición. Así, la co-deposición electroforética (co-EPD) de mezclas de polímeros y vitrocerámicos permitiría obtener materiales tipo “softcoating” con una adecuada adherencia sin comprometer la bioactividad del material final (Boccaccini et al. 2010, Zhang et al. 2011).

El biovidrio es uno de los principales materiales bioactivos que se utiliza en EPD, debido a que tienen la capacidad de formar una capa de carbohidroxiapatita (HCA) biológicamente activa, química y estructuralmente equivalente a la fase mineral del hueso, permitiendo una fuerte unión interfacial entre el implante y el tejido (Pishbin *et al.* 2013). Sin embargo, luego del proceso de sinterizado, su estructura cristalina se modifica lo que conduce a una reducción de su capacidad bioactiva (Tilocca *et al.* 2015). Por otra parte, la PCL es un poliéster hidrofóbico, biocompatible, cuya baja temperatura de fusión lo convierte en un material versátil para el procesado tanto en fundido como en solución. Además, debido a su susceptibilidad a procesos de hidrólisis, puede generar productos capaces de ser metabolizados. Debido a estas características, se ha empleado PCL como vehículo para la liberación de fármacos, en suturas degradables, y como material de reemplazo de huesos (Yazdimamghani *et al.* 2015). En este trabajo se realizaron recubrimientos a base de poli(ϵ -caprolactona), PCL/biovidrio a través de la técnica de *co*-EPD. Una PCL sintetizada por síntesis aniónica con posterior modificación química y un biovidrio comercial (Bioglass® 45S5) se utilizaron como material de partida. La masa molar y la distribución de masas molares de la PCL sintetizada fueron determinadas mediante Cromatografía por Permeación de Gases (GPC). Los recubrimientos se caracterizaron químicamente a través de ensayos de Espectroscopia Infrarroja con Transformada de Fourier (FTIR) y Microscopia Electrónica de Barrido (SEM). Finalmente, se evaluó su bioactividad a través de ensayos *in-vitro* en fluido corporal simulado (SBF), corroborándose la formación de HCA a través de micrografías SEM.

2 Metodología

2.1 Materiales

Se empleó como componente inorgánico Bioglass® 45SiO₂-24,5Na₂O-24,5CaO-6P₂O₅ (w_t)(BG), con un tamaño de partícula promedio de ~5µm. Como fase orgánica se usó poli(ϵ -caprolactona) sintética. Para realizar la apertura del anillo del monómero de ϵ -caprolactona (ϵ -CL) (Sigma-Aldrich) se empleó 1,1 difenil-hexil litio como iniciador de la síntesis obtenido por reacción entre *n*-BuLi⁺ (Sigma-Aldrich) y 1,1'difenil-etileno (DFE) (Sigma-Aldrich). La polimerización del monómero ϵ -CL se llevó a cabo a través de técnicas de síntesis aniónica en alto vacío, utilizando benceno (Dorwill) como solvente. Luego de 15 minutos de reacción a temperatura ambiente, se finalizó la polimerización con ácido acético glacial (Cicarelli) y el polímero obtenido fue precipitado en metanol frío (Química Industrial) (Ninago *et al.* 2015). La modificación del extremo terminal de la PCL se realizó en solución por reacción con anhídrido maleico, (AM), (Sigma-Aldrich), en presencia de piridina (Sigma-Aldrich) como catalizador, siguiendo la metodología reportada por Avella *et al.* (2000). El polímero modificado fue lavado con agua destilada y acetona para eliminar el exceso de AM sin reaccionar y secado en estufa de vacío a 30°C hasta obtener peso constante.

2.2 Obtención de los recubrimientos por co-deposición electroforética

Se preparó una suspensión al 17,5% (m/v) de BG/PCL= 2.5 m/m en una mezcla agua/acetona al 10% v/v. Para lograr estabilizar la suspensión, la misma fue agitada magnética y ultrasónicamente de manera sucesiva durante 30 minutos. Como sustrato a recubrir se utilizó acero inoxidable con geometría rectangular (20 x7x 0.5 mm) (electrodo de trabajo). Antes de realizar la *co*-EPD, los sustratos metálicos fueron lavados con etanol durante 20 min en un equipo ultrasónico y enjuagados con agua destilada. Los ensayos de *co*-EPD se llevaron a cabo en una celda electroforética conectada a una fuente regulable (ATTEN modelo TPR3020S, 220 V/50 Hz) y se realizaron dos tipos de deposiciones, una catódica y otra anódica. Para lograr la *co*-deposición catódica, se aplicó durante 4 minutos un voltaje de 12 voltios manteniendo la T a 56 °C; el compuesto obtenido se denominó PCL/BG_C. Por otra parte, para la *co*-deposición anódica se realizó un pretratamiento térmico a la suspensión durante 1 hora a 56°C con agitación. Luego, se conectó el electrodo de trabajo en el ánodo y se procedió a realizar la *co*-EPD (12 V, 56 °C, 4 min), el compuesto obtenido se denominó PCL/BG_A. La distancia de separación entre los electrodos (sustrato y contraelectrodo) fue mantenida constante a 1 cm y el área de trabajo de ambos fue de aproximadamente 1cm². Finalmente, las muestras fueron secadas en desecador hasta peso constante.

2.3 Caracterización de los materiales compuestos

Cromatografía por exclusión de Tamaño: Las masas molares promedio (M_n) y el índice de polidispersión (PD) de la PCL sintetizada fueron determinadas mediante GPC, empleando un sistema constituido por una bomba Waters 515 HPLC y un refractómetro diferencial Waters modelo 410, equipado con tres columnas y una pre-columna PLGel. Se empleó cloroformo como solvente a temperatura ambiente con un caudal de 1 ml/min y se utilizaron las constantes de calibración Mark-Houwink K_{PCL}=0.1298 mL/g α = 0,828 reportadas por Sun *et al.* (2006).

Espectroscopia Infrarroja con Transformada de Fourier (FTIR). La presencia de BG y PCL en el recubrimiento se determinó mediante FTIR. Se prepararon películas por evaporación del solvente al 1% m/v en tetrahidrofurano sobre una ventana de cloruro de sodio. Los espectros se registraron en un espectrómetro Nicolet 520 FT-IR en el rango 400-4000 cm^{-1} bajo flujo constante de aire.

Microscopia Electrónica de Barrido (SEM). Las características de los materiales y morfología de los recubrimientos se estudiaron mediante SEM. Se empleó un microscopio electrónico JEOL JSM-6490LV. Las muestras fueron recubiertas con una fina capa de oro, de esta manera fue posible la visualización tanto de la superficie del metal, como así también, de los recubrimientos obtenidos.

Determinación de la tasa de EPD y espesor del recubrimiento: La tasa de deposición se calculó por diferencia de peso entre el sustrato metálico y el sustrato con recubrimiento dividido por el área efectiva de deposición ($Td = \Delta m / S_d$). Por otra parte, para determinar el espesor teórico de recubrimiento (d) se utilizaron las ecuaciones (1 y 2) propuesta por Yang *et al.* (2015).

$$d = \frac{\Delta m}{\rho_{(prom)} \times S_d} \quad (1)$$

Donde ρ_p es la densidad promedio del recubrimiento.

$$\rho_p = \frac{(x+y) \times \rho_{PCL} \times \rho_{BG}}{x \times \rho_{BG} + y \times \rho_{PCL}} \quad (2)$$

Donde $\rho_{(PCL)} = 1.146 \text{ g/cm}^3$ (Degner *et al.* 2013) y $\rho_{(BG)} = 2.7 \text{ g/cm}^3$ (Li *et al.* 2014). Para la relación BG/PCL=2,5 utilizada el valor de $x=0.4$ e $y=1$.

2.3 Ensayos de bioactividad en fluido corporal simulado (SBF)

Para evaluar el grado de bioactividad de los recubrimientos fabricados, se realizaron ensayos de inmersión en fluido corporal simulado (SBF) durante 7 días siguiendo el protocolo de Kokubo. Se preparó una solución con NaCl, NaHCO_3 , KCl, $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, CaCl_2 , NaSO_4 , y $\text{NH}_2\text{C}(\text{CH}_2\text{OH})_3$ en agua bidestilada a 37°C manteniendo el pH de la solución entre 7,3 - 7,4 con una solución de HCl (1M). Se determinó el volumen de SBF necesario a partir de la ecuación (3) propuesta por Kokubo *et al.* (2006) renovándose la solución en las muestras cada 3 días.

$$V_s = \frac{S_d}{10} \quad (3)$$

Donde V_s es el volumen de SBF empleado en cada muestra y S_d , es el área depositada en el recubrimiento.

3 Resultados y Discusión

Mediante síntesis aniónica y técnicas de alto vacío fue posible obtener una PCL con una masa molar $M_n = 26800 \text{ g/mol}$ y un índice de polidispersión $PD = 1.6$. Los espectros FTIR corroboraron la eficiencia del proceso de modificación química, observándose incrementos en la banda de absorción a 3430 cm^{-1} asociada al grupo OH presente en ácidos no asociados (Figura no mostrada). Por otra parte, a través de ensayos *co*-EPD, fue posible obtener dos tipos de recubrimientos (anódicos y catódicos). En la Figura 1 se muestra la tasa de deposición y el espesor teórico de los recubrimientos estudiados. El compuesto PCL/BG_A mostró una mayor tasa de deposición comparada con el compuesto PCL/BG_C. Estos resultados se vieron reflejados en el espesor final de los recubrimientos. En relación a este hecho, los incrementos observados en los recubrimientos anódicos podrían deberse a incrementos en la carga superficial de las partículas presentes en la suspensión que conducen a la formación de recubrimientos más homogéneos evitando la formación de aglomerados (Besra *et al.* 2007).

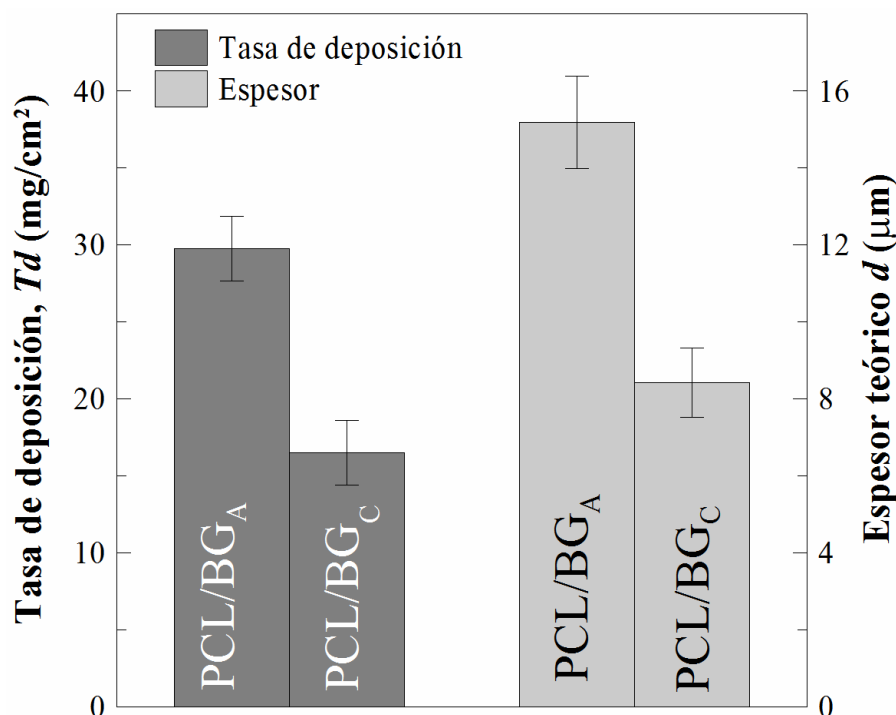


Figura 1. Tasa de deposición y espesor de los recubrimientos anódicos y catódicos.

En la figura 2, se muestran macrografías ópticas y micrografías SEM de los sustratos metálicos y recubrimientos obtenidos por *co*-EPD. Como puede observarse, ambos recubrimientos presentaron una apariencia homogénea y la ausencia de fisuras en ellos, confirmando la efectividad del proceso de *co*-deposición. Por otra parte, las micrografías SEM referidas al sustrato metálico (ampliación de la región superior de las fotografías, Figura 1a y b), mostraron una morfología típica asociada a sustratos metálicos (Pashaeiyan *et al.* 2011). En relación al recubrimiento anódico (Figura 1a) se observó una superficie compacta con una buena dispersión de las partículas de biovidrio en la matriz de PCL. En este sentido, Zhitomirsky *et al.* (2009) reportaron resultados similares durante el estudio de compuestos biovidrio/polímero obtenidos por EPD. Por otra parte, aunque los recubrimientos catódicos presentaron una distribución homogénea de partículas de biovidrio, se evidenció la formación de aglomerados que condujeron al desarrollo de una estructura con mayor porosidad (Figura 1b).

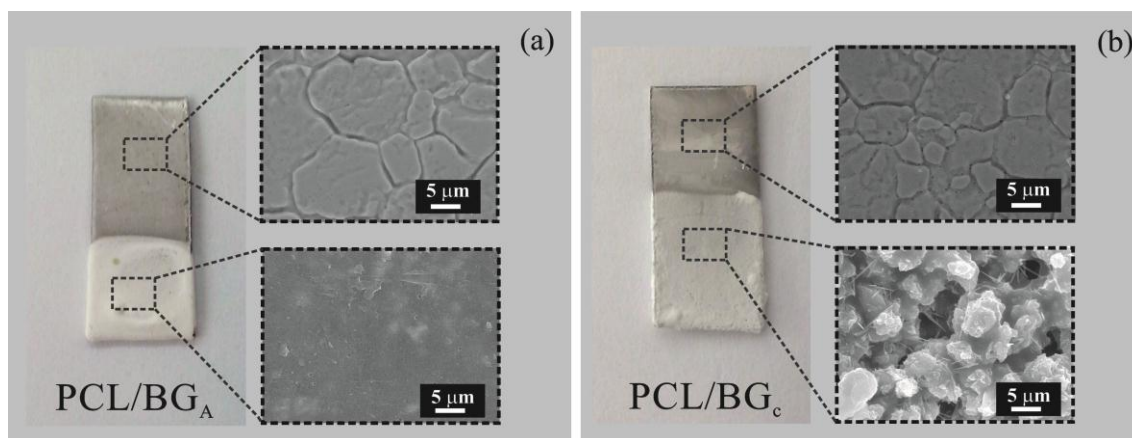


Figura 2. Fotografía y micrografías SEM a (3000x) del sustrato metálico y recubrimientos obtenidos por *co*-EPD. a) Recubrimiento anódico b) recubrimiento catódico.

El análisis por FTIR permitió corroborar la presencia de bandas de absorción características asociadas a grupos funcionales presentes en la PCL y en el biovidrio. En este sentido, para la PCL se observó a 2960 y 2865 cm^{-1} bandas de absorción de los enlaces C-H. En 1724 cm^{-1} aparece una fuerte y aguda banda debida a las vibraciones de estiramiento del grupo carbonilo (C=O) y en 732 cm^{-1} una pequeña banda atribuida a la vibración de flexión

de los grupos $-(CH_2)_n$ con $n > 4$ (Balsamo *et al.* 2004). Para el caso del biovidrio, se observó a 1043 y 924 cm^{-1} una banda asimétrica estrecha asociada a los enlaces Si-O-Si, siendo ésta la señal más característica de estos materiales (Filho *et al.* 1996).

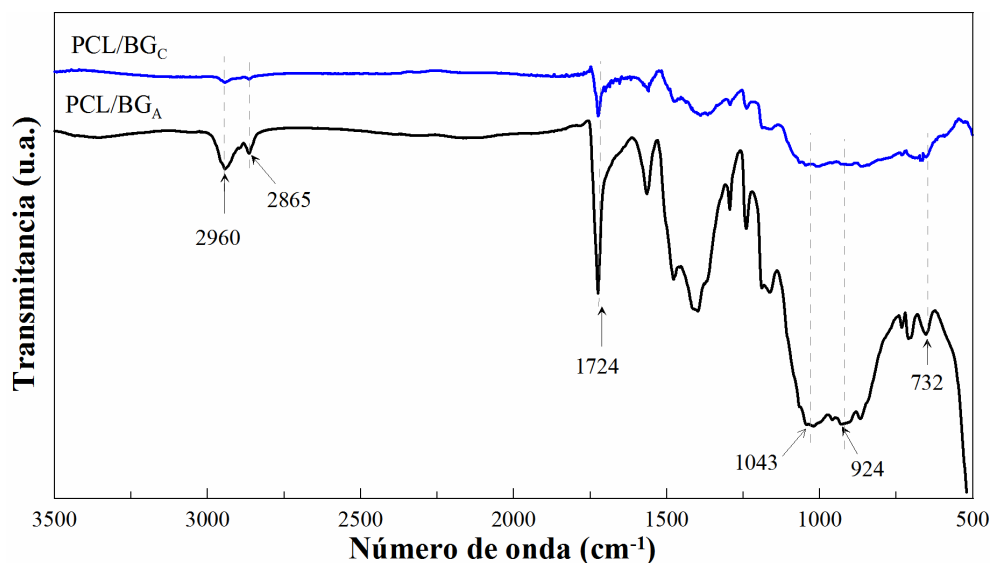


Figura 3. Espectro FTIR de los recubrimientos anódicos (PCL/BG_A) y catódicos (PCL/BG_C) obtenidos por EPD.

A través de ensayos de bioactividad por inmersión en SBF se evaluó la capacidad de mineralización de los recubrimientos compuestos. En la Figura 4 se observan imágenes SEM de los materiales luego de ser sometidos a 7 días de inmersión en SBF. Ambos recubrimientos mostraron la capacidad de mineralizar carbohidroxiapatita sobre su superficie corroborando su potencial uso como materiales compuestos bioactivos. En la Figura 4a se observan depósitos con formas microgranulares irregulares de cristales de HCA que se unen formando una capa con morfología similar a la de un coliflor. En este sentido *Roohani-Esfahani et al.* (2011) reportaron similares morfologías en recubrimientos compuestos a base de biovidrios. En el caso de los recubrimientos catódicos, se observó una estructura con mayor porosidad presentando una morfología de tipo diente de león que podría estar atribuida a una forma policristalina de la HCA (*Milovac et al.* 2014).

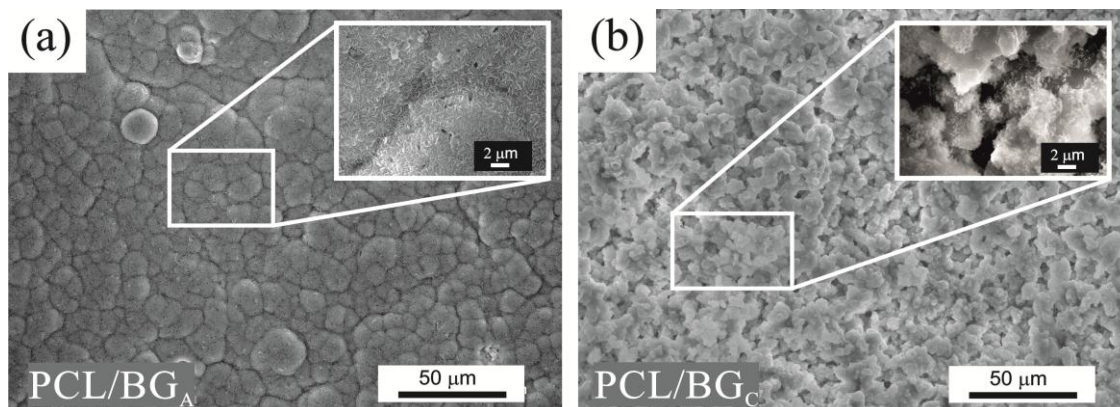


Figura 4. Micrografías SEM de la superficie de los recubrimientos a $2000\times$ y $6000\times$ (ampliación) luego de 7 días de inmersión en SBF. (a) recubrimiento anódico y (b) recubrimiento catódico.

4 Conclusiones

A través del proceso de *co*-deposición electroforética se obtuvieron sobre sustratos de acero inoxidable recubrimientos compuestos de PCL/Biovidrio de tipo anódico y catódico empleando una PCL sintética con posterior modificación de su extremo terminal y un biovidrio comercial. Mediante técnicas complementarias de caracterización (FTIR y SEM) se determinó la presencia de ambos componentes en los recubrimientos y las

características morfológicas obtenidas para cada tipo, presentándose superficies de mayor porosidad en los recubrimientos de tipo catódicos. Por otra parte, mediante técnicas gravimétricas se determinó la cantidad de depósito obtenidosobre el acero, presentando mayores valores de tasa de deposición los recubrimientos de tipo anódico que podría deberse a su estructura más compacta.Finalmente, mediante ensayos en fluido corporal simulado y a través de micrografías SEM se pudo corroborar el desarrollo de estructuras cristalinas asociadas a fases minerales de la hidroxiapatita.

Referencias Bibliográficas

- AVELLA, M., ERRICO, M. E., LAURIENZO, P., MARTUSCELLI, E., RAIMO, M., RIMEDIO, R. 2000. Preparation and characterization of compatibilised polycaprolactone/starch composites. *Polymer*, Vol. 41(10), 3875–3881.
- BESRA, L., LIU, M. 2007. A review on fundamentals and applications of electrophoretic deposition (EPD). *Progress in Materials Science*, Vol. 52, 1–61
- BOCCACCINI, A. R., KEIM, S., MA, R., LI, Y., ZHITOMIRISKY, I. 2010. Electrophoretic deposition of biomaterials. *J. R. Soc. Interface*, Vol. 7, S581- 613.
- CAO, W., HENCH, L. L. 1996. Bioactive materials. *Ceram. Int.*, Vol. 22, 493–507.
- CONTRERAS, R.J., CARRILLO, M., BALSAMO, V., TORRES, C., CARRASQUEÑO, L. 2007 Estudio preliminar de la síntesis secuencial y caracterización de terpolímeros ABC basados en isopreno, estireno y ϵ -caprolactona. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, Vol. 1, 41–51
- CORDERO ARIAS, L., CABAÑAS POLO, S., GILABERT, J., GOUDOURI, O. M., SANCHEZ, E., VIRTANEN, S., BOCCACCINI, A. R. 2014. Electrophoretic deposition of nanostructured TiO₂/alginate and TiO₂-bioactive glass/ alginate composite coatings on stainless Steel. Institute of Materials, Minerals and Mining Published by Maney on behalf of the Institute.
- CORMACK, A.N., TILOCCA, A. 2012. Structure and biological activity of glasses and ceramics. *Phil. Trans. R. Soc. A.*, Vol.370, 1271–1280.
- DEGNER, J., SINGER, F., CORDERO, L., BOCCACCINI, A., VIRTANEN, S. 2013. Electrochemical investigations of magnesium in DMEM with biodegradable polycaprolactone coating as corrosion barrier. *Applied Surface Science*, Vol. 282, 264– 270
- FILHO, O. P., LATORRE, G. P., HENCH, L. L. 1996. Effect of crystallization on apatite-layer formation of bioactive glass 45S5. *Journal of Biomedical Materials Research*, Vol. 30(4), 509–514.
- JONES, J.R. 2013. Review of bioactive glass: From Hench to hybrids. *Acta Biomaterialia*; 9.
- KOKUBO, T., TAKADAMA, H. 2006. How useful is SBF in predicting in vivo bone bioactivity? *Biomaterials*, Vol. 27(15), 2907–2915.
- Li, W., PASTRAMA, M.I., DING, Y., ZHENG, K., HELLMICH, C., BOCCACCINI, A. 2014. Ultrasonic elasticity determination of 45S5 Bioglass-based scaffolds: Influence of polymer coating and crosslinking treatment. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, Vol. 40 85–94
- MILOVAC, D., GAMBOA MARTINEZ, T. C., IVANKOVIC, M., GALLEGO FERRER, G., IVANKOVIC, H. 2014. PCL-coated hydroxyapatite scaffold derived from cuttlefish bone: In vitro cell culture studies. *Materials Science and Engineering C*, Vol. 42, 264–272.
- NINAGO, M. D., LOPEZ, O. V., LENCINA, M. M. S., GARCIA, M. A., ANDREUCETTI, N. A., CIOLINO, A. E., VILLAR, M. A. 2015. Enhancement of thermoplastic starch final properties by blending with poly(ϵ -caprolactone). *Carbohydrate Polymers*, Vol. 134, 205–212.
- PASHAEIYAN, M., BAHARI, A. 2011. Nano structural properties of stainless steel for Ultra high vacuum chambers, Vol. 3(1), 403–407.
- PISHBIN, V., MOURIÑO, V., GILCHRIST, J.B., McCOMB, D.W., KREPPPEL, S., SALIH, V., RYAN, M.P.,

- BOCCACCINI, A.R. 2013. Single-step electrochemical deposition of antimicrobial orthopaedic coatings based on a bioactive glass/chitosan/nano-silver composite system. *Acta Biomaterialia*, Vol. 9, 7469–7479
- ROOHANI ESFAHANI, S. I., LU, Z. F., LI, J. J., ELLIS BEHNKE, R., KAPLAN, D. L., & ZREIQAT, H. 2012. Effect of self-assembled nanofibrous silk/polycaprolactone layer on the osteoconductivity and mechanical properties of biphasic calcium phosphate scaffolds. *Acta Biomaterialia*, Vol. 8(1), 302–12.
- SUN, H., MEI, L., SONG, C., CUI, X., WANG, P. 2006. The in vivo degradation, absorption and excretion of PCL-based implant. *Biomaterials*. Vol. 27(9), 1735–40.
- XYNOS, I.D., EDGAR, A.J., BUTTERY, L. D. K., HENCH, L. L., POLAK, J. M. 2000. Ionic products of bioactive glass dissolution increase proliferation of human osteoblasts and induce insulin-like growth factor II mRNA expression and protein synthesis, *Biochem. Biophys. Res. Commun*, Vol. 276, 461 – 465.
- YANG, Y., MICHALCZYK, C., SINGER, F., VIRTANEN, S., BOCCACCINI, A. R. 2015. 2015. In vitro study of polycaprolactone/bioactive glass composite coatings on corrosion and bioactivity of pure Mg. *Applied Surface Science*, Vol. 355, 832–841.
- YAZDIMAMAGHANI, M., RAZAVI, M., VASHAEE, D., TAYEBI, L. 2015. Surface modification of biodegradable porous Mg bone scaffold using polycaprolactone/bioactive glass composite. *Materials Science and Engineering C*, Vol. 49, 436 – 444.
- ZHANG, Z., JIANG, T., MA, K., CAI, X., ZHOU, Y., WANG, Y. 2011. Low temperature electrophoretic deposition of porous chitosan-silk fibroin composite coating for titanium biofunctionalization. *J. Mater. Chem.*, Vol. 21, 7705 -7713.
- ZHITOMIRSKY, D., ROETHER, J. A., BOCCACCINI, A. R., ZHITOMIRSKY, I. 2009. Electrophoretic deposition of bioactive glass/polymer composite coatings with and without HA nanoparticle inclusions for biomedical applications. *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 209(4), 1853–1860.

23TC-A5-Metodologia Avaliadora da Capacidade das Empresas para Inovar

Oscar Quiroga (Dpto. Ing. Industrial /UNL)

Miguel Ángel Aires Borrás (GEPITec / UFSCar)

María Rosa Sánchez Rossi (FCE / UNL)

Lucía D'Jorge (FCE / UNL)

Resumo

Este trabalho apresenta uma metodologia avaliadora da capacidade das empresas para inovar considerando um grupo de matrizes de melhoras, onde cada matriz considera um conjunto de perguntas derivadas de hipóteses que conformam uma estrutura teórica orientada a estimular a inovação tecnológica em empresas de Sorocaba/SP. As matrizes de melhoras sugeridas são aplicadas em empresas industriais provenientes do setor metal-mecânico, autopeças, e maquinarias para as indústrias de processo.

Palavras chave: *Metodologia avaliadora, matriz de melhora, inovação tecnológica.*

1. Introdução

A partir de uma metodologia qualitativa de triangulação iterativa, Quiroga e Aires – Borrás (2015) desenvolvem e validam um conjunto de cinco hipóteses que conforma uma estrutura teórica orientada a estimular e favorecer a inovação tecnológica em empresas da cidade de Sorocaba (Brasil).

A metodologia qualitativa considera dois questionários para conformar as hipóteses. No primeiro deles, se trabalha com os *fatores que estimulam a inovação* na região industrial de Sorocaba (GEPITec/UFSCar, 2014). O segundo questionário tem presente a identificação de *problemas para a gestão da inovação tecnológica* (Cormican and Sullivan, 2004; Quiroga, 2014).

Os dados da classificação dos principais fatores que estimulam a inovação na região industrial de Sorocaba são utilizados a partir do trabalho da Agência de Desenvolvimento e Inovação de Sorocaba (INOVA Sorocaba) e do Grupo de Estudo e Pesquisa em Inovação e Transferência Tecnológica (GEPITec/UFSCar, 2014). Essa classificação considera uma amostra de 43 empresas de Sorocaba, e dessas 43 empresas são escolhidos quatro *estudos de caso* (empresas), cujo número é sugerido pela investigação vinculada com o número ótimo de unidades de análise, e a qual recomenda entre *dois e oito* casos (Meredith, 1998).

Lembrando que o estudo de caso qualitativo é definido como uma investigação empírica que principalmente utiliza dados de cenários limitados do mundo real para pesquisar um fenômeno focalizado ou concentrado (Meredith, 1998; Barratt et al., 2011). Além disso, o estudo de caso investiga um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto de vida real, em especial quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes (Yin, 2010).

As quatro empresas foram escolhidas dentro de uma amostra seletiva considerando as seguintes situações: 1) organizações tecnologicamente avançadas com sistemas de capacidade madura e que adotam boas práticas de gestão da inovação tecnológica; 2) empresas certificadas com normas da série ISO 9000.

A Tabela 1 mostra as principais características das quatro empresas selecionadas.

Tabela 1: Principais características das empresas escolhidas (estudos de casos).

Empresa	Características
A	Manufatura de autopeças.
B	Fábrica de componentes para geração de energia eólica (pás para turbinas eólicas).
C	Fábrica de motores elétricos.
D	Fábrica de rolamentos, mancais, guias lineares e componentes de motores, das indústrias automobilísticas e aeronáuticas, componentes e sistemas para transmissões de veículos.

Fonte (Quiroga e Aires – Borrás, 2015)

No trabalho de Quiroga e Aires – Borrás (2015) o conjunto das cinco hipóteses (H1 – H5) foram distribuídas nos seguintes *tópicos*:

- A) Desenvolvimento da Inovação de Processos (H1).
- B) Organização e Estrutura Inovadora (H2).
- C) Aprendizagem e Capacidade Tecnológica (H3 e H4).
- D) Projetos de Desenvolvimento de Produtos (H5).

As hipóteses indicadas foram validadas nas empresas industriais indicadas pela Tabela 1 e que provêm do setor metal-mecânico, autopeças, e de maquinarias para as indústrias de processo (Quiroga e Aires – Borrás, 2015).

No presente trabalho é apresentado um grupo de quatro *matrizes de melhoras* (Seções 2 – 5) que descrevem cada tópico indicado anteriormente (A, B, C e D). Cada matriz está composta por um conjunto de perguntas derivadas de cada hipótese, essas perguntas foram utilizadas por Quiroga e Aires – Borrás (2015) para validar cada uma das hipóteses (H1 – H5).

Todas as matrizes de melhora estão conformadas por uma primeira coluna com um conjunto de perguntas (1); logo uma coluna com os significados das notas (pontuação), a qual é dividida em duas colunas: a primeira indica o nível básico (2), e a segunda sugerindo o nível médio – avançado (3). Na última coluna, são apresentados os passos necessários para atingir as melhoras e, assim, passar do nível básico para o médio – avançado (4).

Cada pergunta tem uma descrição específica do significado das notas e pontuação, tanto para o nível básico, quanto para o nível médio – avançado. Quando a nota para uma pergunta de uma matriz de melhora específica seja entre 1 e 5, então essa nota significa um nível básico para essa pergunta particular. Finalmente, quando a resposta esteja no rango entre 6 e 10, então essa nota ou pontuação é considerada um nível médio – avançado.

2. Matriz de Melhoras (A) do Desenvolvimento da Inovação de Processos

O tópico de *desenvolvimento da inovação de processos* tem relação direta com a hipótese H1 (Quiroga e Aires - Borrás, 2015). Lembrando que H1 indicava que *na maioria das empresas investigadas da região analisada são realizadas ou desenvolvidas inovações nos processos de produção, mas não são detectados controles dessas inovações de processos*.

É proposto um questionário de três perguntas relacionado com as duas conjeturas que conformavam H1, as quais foram aplicadas para as quatro empresas na fase de validação (Quiroga e Aires - Borrás, 2015). As perguntas são apresentadas na primeira coluna da Tabela 2.

Tabela 2: Matriz de Melhoras (A) do Desenvolvimento da Inovação de Processos.

Perguntas	Descrição Específica do Significado das Notas		Melhora: Passar de Nível Básico para Médio – Avançado
	Nível Básico (Nota 1-5)	Nível Médio – Avançado (Nota 6-10)	
1. A empresa conta com um processo de inovação tecnológica com implementação e controle eficazes.	A empresa não tem definido um processo claro de inovação tecnológica. O processo usado não tem implementação nem	A empresa utiliza um processo de inovação tecnológica com sistemas de implementação e controles eficazes.	Propor um modelo com um processo de inovação bem estruturado para a empresa, definindo claramente as implementações e os indicadores para os controles.
2. A empresa possui processos apropriados que ajudam a gerenciar de maneira eficaz o desenvolvimento de um novo produto / processo, desde a ideia até o lançamento, e que asseguram o envolvimento prévio de todos os departamentos.	A empresa não tem implementados processos adequados para gerenciar eficazmente o desenvolvimento de novos produtos / processos. Há atrasos e excessos de custos, falhas para conhecer aspectos técnicos e de envolvimento dos departamentos. Os recursos podem se utilizar pobremente.	Os processos de desenvolvimento de novos produtos/processos são ótimos, o gerenciamento é feito eficazmente em todas as etapas e participam todos os departamentos da empresa.	Há sintomas de falta de disciplina e estrutura para o processo de inovação. A empresa deve implementar processos apropriados para gerenciar eficazmente o desenvolvimento de novos produtos / processos. Pode-se utilizar: 1) implementação de um sistema stage gate. 2) Utilizar ferramentas e técnicas de boas praticas para gestão de projetos. 3) Utilizar revisões pós-projetos para mapear o processo de inovação e identificar onde pode ser melhorado. Também, é preciso um envolvimento prematuro de equipes de distintos departamentos.
3. Os projetos de inovação tecnológica geralmente são realizados no prazo e dentro de orçamento.	O excesso de tempo e/ou orçamento geralmente significa que ou não existem, ou são débeis os processos para administrar projetos sistemática e apropriadamente.	Os projetos de inovação tecnológica são bem desenvolvidos dentro do tempo e orçamento.	Há sintomas de falta de disciplina. Para melhorar, pode se utilizar um sistema stage gate e outras entradas de gestão de projetos, Implementar ferramentas e técnicas de boas praticas para gestão de projetos. É preciso um envolvimento prematuro de equipes de distintos departamentos.

Fonte (Elaboração própria)

3 Matriz de Melhoras (B) para a Organização e Estrutura Inovadora

O tópico de *organização e estrutura inovadora* tem relação direta com a hipótese H2 (Quiroga e Aires - Borrás, 2015). Lembrando que H2 destacava que *na maioria das empresas investigadas da região analisada têm estruturas de organização que não favorecem a inovação, o empreendedorismo, nem o surgimento de novas idéias.*

É proposto um questionário de cinco perguntas relacionado com as conjeturas que conformavam H2, as quais foram também aplicadas para as quatro empresas na fase de validação (Quiroga e Aires - Borrás, 2015; Tidd and Bessant, 2013 e 2014; Cormican and Sullivan, 2004). As perguntas são indicadas na primeira coluna da Tabela 3.

Tabela 3: Matriz de Melhoras (B) para a Organização e Estrutura Inovadora.

Perguntas	Descrição Especifica do Significado das Notas		Melhora: Passar de Nível Básico para Médio – Avançado
	Nível Básico (Nota 1-5)	Nível Médio – Avançado (Nota 6-10)	
1. A estrutura de organização não reprime a inovação, mas favorece sua ocorrência, e permite o surgimento de empreendedores internos.	A cultura (maneira como as coisas são feitas) não apoia a inovação e os funcionários sentem limitações. Pode ser visto como muito burocrático, muito estruturado, muito rígido. A estrutura organizativa também não permite o surgimento de empreendedores internos.	A estrutura de organização favorece bem a inovação, permitindo o surgimento de empreendedores internos, e as ideias inovadoras podem fluir, reconhecendo e recompensando aos funcionários.	Desenvolvimento organizacional, com estruturas mais permissivas, treinamento, facilitação, novas rotas para que as ideias fluam, reconhecimento / recompensa relacionada com a inovação, etc.
2. Além dos limites departamentais, as pessoas trabalham bem em conjunto, e a organização fornece apoio em termos de tempo, autonomia e recompensas.	A mentalidade departamental é fechada, existindo importantes falhas de comunicação, a informação chave não é compartilhada ou é muito atrasada. Conflitos existentes entre diferentes partes da organização - o tudo é menor que a soma das partes. A organização não provê apoios de tempo, nem autonomia, nem recompensas.	A estrutura da organização favorece bem o trabalho em conjunto, sem grandes conflitos, e a organização fornece apoio relacionados com a autonomia e as recompensas.	Revisar e modificar os arranjos de coordenação. Usar equipes multidisciplinares, envolvimento prematuro, implementar a função de qualidade. Construção de equipes e treinamento através do processo de inovação.
3. A estrutura organizacional permite tomar decisões ágeis e rápidas, enquanto a gerencia geral tem o compromisso de assumir riscos na inovação de produtos e processos.	Estrutura organizacional com tomada de decisões lenta que afetam a velocidade e flexibilidade da resposta inovadora - muito tarde para oportunidades, excesso de orçamento e tempo. A gerencia geral não tem a capacidades de assumir riscos relacionados com o processo de inovação de produtos / processos.	A estrutura organizacional da empresa toma decisões corretamente e direcionados aos processos de inovação. A gerencia geral tem plena capacidades para assumir riscos relacionados com o processo de inovação de produtos / processos.	Otimizar as rotas de decisões, como por exemplo usar multi pistas para pequenos e grandes projetos de inovação. Ter equipes multidisciplinares, com trabalho em paralelo, envolvimento prematuro e outras técnicas aplicadas de pensamento Lean de compressão do tempo.
4. A comunicação entre membros da equipe e entre equipes de projeto funciona eficazmente de cima para baixo, de baixo para cima, e através da organização.	Lento fluxo de informação a través da organização, elementos faltantes, conflitos e outras fricções entre membros da equipe e entre equipes de projeto, que afetam o tempo e os custos da inovação.	Fluxo ótimo de informação a través da organização, comunicações entre membros da equipe e entre equipes de projeto eficazes, que melhoram o tempo e os custos da inovação.	Revisar as comunicações de cima para baixo, de baixo para cima, e através da organização, e melhorar a estratégia de comunicação.
5. O sistema de recompensa e reconhecimento apoia à inovação e é bem equitativo com todos os membros das equipes de projetos.	Os funcionários não contribuem por causa de que não têm reconhecimento nem recompensa, e não é equitativo com todos os membros das equipes de projetos.	Os funcionários trabalham dentro de um sistema de recompensas e reconhecimentos que apoia fortemente à inovação, dentro desse clima de contribuição, o sistema é bem equitativo com todos os membros das equipes de projetos.	Revisar/desenvolver um sistema de reconhecimento e recompensas conectado com a inovação promovendo a equidade entre todos os membros das equipes de projetos. Construir metas de inovação nos processos de avaliação.

Fonte (Elaboração própria)

4 Matriz de Melhoras (C) do Aprendizagem e Capacidade Tecnológica

O tópico de *aprendizagem e capacidade tecnológica* tem relação direta com as hipóteses H3 e H4 (Quiroga e Aires - Borrás, 2015).

Lembrando que H3 propunha *que na maioria das empresas investigadas da região analisada compram-se equipamentos para favorecer seus recursos tecnológicos e assim desenvolver novos produtos e processos.*

A hipótese H4 destacava que *na maioria das empresas investigadas da região analisada existe um escasso ou limitado desenvolvimento de equipamentos ou dos funcionários, e escassa ou limitada capacidade das empresas para captar as habilidades dos operários.*

A seguir, é proposto um questionário de cinco perguntas relacionado com as conjeturas que conformavam H3 e H4, as quais foram aplicadas para as quatro empresas na fase de validação (Quiroga e Aires - Borrás, 2015). As perguntas são indicadas na primeira coluna da Tabela 4.

Tabela 4: Matriz de Melhoras (C) do Aprendizagem e Capacidade Tecnológica.

Perguntas	Descrição Específica do Significado das Notas		Melhora: Passar de Nível Básico para Médio – Avançado
	Nível Básico (Nota 1-5)	Nível Médio – Avançado (Nota 6-10)	
1. A empresa tem um forte investimento e comprometimento com treinamento e desenvolvimento das pessoas em todos os níveis.	Os funcionários de todos os níveis sentem-se pouco valorizados e pode reter suas ideias inovadoras. Ou eles podem estar limitados naquilo que eles podem realizar pela falta de aptidão ou conhecimento.	A empresa faz um importante investimento, e os funcionários em todos os níveis tem grandes possibilidades de desenvolver-se e treinar-se, também sentem-se bem valorizados, o que ajuda a melhorar a geração de ideias inovadoras.	Incrementar o investimento em todos os níveis em treinamento, melhorando sua eficácia. Desenvolver uma estratégia de treinamento. Usar estruturas para guiar o processo (exemplo "Investidores de pessoas").
2. A empresa é boa em captar o que é aprendido, e as habilidades individuais são efetivamente aproveitadas dentro e entre as equipes de projetos.	Os erros são repetidos, existe perda de memória organizativa. Problemas de atrasos e excessos continuam. As habilidades individuais não são aproveitadas dentro e entre as equipes de projetos.	A empresa apresenta uma boa gestão de captura do aprendizagem. Problemas de atrasos e excessos desaparecem. As habilidades individuais são bem aproveitadas dentro e entre as equipes de projetos.	Implementar comentários pós-projeto e outros dispositivos de captura de aprendizagem. Conectar para "padrão de procedimentos operacionais" e outros dispositivos para capturar e preservar e compartilhar. Codificar e compartilhar através da organização. Propor um sistema com as descrições das habilidades individuais de cada um dos membros de equipes de projetos.
3. A empresa considera a aprendizagem tecnológica como um processo que envolve mecanismos que captam conhecimentos tecnológicos de fontes internas e externas à empresa para transformá-los em capacidades tecnológicas da empresa.	A empresa não sabe/conhece o que significa a aprendizagem tecnológica, nem sua potencialidade captando os conhecimentos tecnológicos de fontes internas / externas.	A empresa implementa um processo de captura de conhecimentos tecnológicos considerando fontes externas e internas que se transformam em capacidades tecnológicas ou conjuntos de recursos à base de conhecimento tecnológico que a empresa pode utilizar para a estratégia tecnológica e de inovação.	Desenvolver e implementar um processo de captura de conhecimentos tecnológicos considerando tanto as fontes externas como as internas, para facilitar a transformação em capacidades tecnológicas ou estoques de recursos à base de conhecimento tecnológico que facilita à empresa poder descrever a estratégia tecnológica e de inovação.
4. A empresa considera a capacidade tecnológica como um conjunto ou estoque de recursos à base de conhecimento tecnológico, ou conhecimento da empresa.	A empresa não sabe nem conhece o que significa a capacidade tecnológica, nem sua potencialidade como estoque de recursos ou conhecimentos tecnológicos.	A empresa sabe bem o significado de capacidade tecnológica, seu potencial, e estabelece bem a diferença entre fontes externas e internas de conhecimentos tecnológicos, e tem um processo de registro delas.	Desenvolver e implementar um processo que possa diferenciar e registrar bem as fontes internas e externas de conhecimentos tecnológicos.

Fonte (Elaboração própria)

Tabela 4: Matriz de Melhoras (C) do Aprendizagem e Capacidade Tecnológica (Cont.).

Perguntas	Descrição Especifica do Significado das Notas		Melhora: Passar de Nível Básico para Médio – Avançado
	Nível Básico (Nota 1-5)	Nível Médio – Avançado (Nota 6-10)	
5. O processo de inovação ocorre à base de capacidades tecnológicas que estão distribuídas entre vários parceiros e não mais confinadas às fronteiras da empresa.	O processo de inovação da empresa ocorre considerando somente as capacidades tecnológicas distribuídas dentro da empresa.	O processo de inovação da empresa acontece à base de capacidades tecnológicas distribuídas entre vários parceiros externos a empresa.	Considerar dentro do processo de inovação as capacidades tecnológicas distribuídas entre diferentes parceiros.

Fonte (Elaboração própria)

5 Matriz de Melhoras (D) dos Projetos de Desenvolvimento de Produtos

O tópico dos projetos de desenvolvimento de produtos tem relação direta com a hipótese H5 (Quiroga e Aires - Borrás, 2015). Lembrando que H5 destacava que *na maioria das empresas investigadas da região analisada existe um forte planejamento do projeto de desenvolvimento de produtos com equipes medianamente especializadas em inovação de produtos.*

A seguir, é proposto um questionário de seis perguntas relacionado com as conjecturas que conformavam H5, as quais foram aplicadas para as quatro empresas na fase de validação (Quiroga e Aires - Borrás, 2015). As perguntas são indicadas na primeira coluna da Tabela 5.

Tabela 5: Matriz de Melhoras (D) dos Projetos de Desenvolvimento de Produtos.

Perguntas	Descrição Especifica do Significado das Notas		Melhora: Passar de Nível Básico para Médio – Avançado
	Nível Básico (Nota 1-5)	Nível Médio – Avançado (Nota 6-10)	
1. A empresa tem um planejamento do ciclo de vida dos produtos orientados pelo mercado, onde eles são desenvolvidos de forma modular como parte de uma família.	O processo de planejamento do ciclo de vida dos produtos não está orientado pelo mercado, os produtos não são desenvolvidos como parte de uma família, senão são produtos isolados.	O processo de planejamento do ciclo de vida dos produtos está orientado pelo mercado, e o desenvolvimento dos produtos é feito como parte de uma família usando técnicas modulares (para implementar em sistemas de produção tipo: Concurrent Engineering - Engenharia Concorrente, Agile manufacturing, Cellular Manufacturing).	Propor um sistema de planejamento do ciclo de vida dos produtos orientado pelo mercado, considerando o desenvolvimento como parte de uma família (forma modular).
2. A empresa usa uma metodologia de gerenciamento de projetos baseada no PMBOK ou outra, bem como um processo estruturado para desenvolvimento de novos produtos, escolhendo os projetos de inovação mediante um sistema claro.	A empresa não utiliza nenhuma metodologia de gerenciamento de projetos, nem nenhum processo estruturado de desenvolvimento de produtos. O processo de seleção de projetos de inovação não é claro, a escolha é errada ou o mercado tem um potencial pobre.	A empresa utiliza como metodologia de gerenciamento de projetos o PMBOK, também utiliza um processo estruturado de desenvolvimento de produtos. O processo de seleção de projetos de inovação é feito mediante um sistema bem claro, o potencial do mercado é importante.	Primeiro, propor a utilização de uma metodologia de gerenciamento de projetos baseada no PMBOK, segundo propor o uso de um processo estruturado de desenvolvimento de produtos. Terceiro, implementar um processo de gestão de carteiras (portfolio management) ligado à revisão do tipo stage-gate.

Fonte (Elaboração própria)

Tabela 5: Matriz de Melhoras (D) dos Projetos de Desenvolvimento de Produtos (cont.).

Perguntas	Descrição Específica do Significado das Notas		Melhora: Passar de Nível Básico para Médio – Avançado
	Nível Básico (Nota 1-5)	Nível Médio – Avançado (Nota 6-10)	
3. Os funcionários têm autonomia e capacitação na resolução de problemas e utilizam eficazmente ferramentas e metodologias do tipo de Seis-Sigma, e lean manufacturing?	Os funcionários da empresa têm uma autonomia limitada e uma pobre capacitação para a resolução de problemas. Também não utilizam ferramentas, nem metodologias tipo Seis-Sigma ou manufatura enxuta.	Os funcionários da empresa têm autonomia total e uma muito boa capacitação para a resolução de problemas. Têm a possibilidade de utilizar eficazmente ferramentas e metodologias do tipo Seis-Sigma ou manufatura enxuta.	Oferecer aos funcionários da empresa uma maior autonomia e uma ótima capacitação para a resolução de problemas, e desenvolver / adquirir ferramentas e metodologias do tipo Seis-Sigma ou manufatura enxuta.
4. O uso de softwares de simulação, modelagem 3D, prototipagem, e de sistemas de informação é uma constante no desenvolvimento de projetos.	A empresa utiliza pouco, ou não utiliza softwares de simulação, nem de modelagem 3D, nem prototipagem, nem de sistemas de informação, para o desenvolvimento de projetos de inovação.	A empresa utiliza permanentemente para o desenvolvimento de projetos de inovação softwares de simulação, de modelagem 3D, de prototipagem, e de sistemas de informação.	A empresa deverá adquirir e implementar a utilização para o desenvolvimento de projetos de inovação diferentes softwares de simulação, de modelagem 3D, de prototipagem, e de sistemas de informação.
5. A empresa utiliza de processos estruturados que integram todo o ciclo de vida do produto, incluindo o descarte final após a vida útil do produto.	A empresa não utiliza nenhum processo estruturado que integre todo o ciclo de vida dos produtos, nem do descarte final após a vida útil dos produtos.	A empresa tem implementado diversos processos bem estruturados que integram todo o ciclo de vida dos produtos, incluindo o descarte final após a vida útil dos produtos.	A empresa deverá implementar diferentes processos estruturados que permitam integrar todo o ciclo de vida dos produtos, incluindo o descarte final após a vida útil dos produtos.
6. A empresa pesquisa sistematicamente ideias de novos produtos e processos.	A empresa não tem uma estratégia clara de inovação de produtos / processos. Também não tem um procedimento sistemático de desenvolvimento de ideias de novos produtos / processos.	A empresa apresenta uma estratégia bem clara de inovação de produtos / processos. Também tem implementado um procedimento sistemático de desenvolvimento de ideias de novos produtos / processos.	A empresa deve desenvolver: 1) uma estratégia bem clara de inovação de produtos / processos vinculada à análise de carteira (portfolio analysis). Também deve implementar um procedimento sistemático de desenvolvimento de ideias de novos produtos / processos. 2) Métodos de busca estruturados: benchmarking, engenharia

Fonte (Elaboração própria)

6 Resultados

As quatro matrizes de melhora foram aplicadas nas quatro empresas descritas na Tabela 1 como uma ferramenta de auditoria para melhorar a forma em que as empresas gerenciam a inovação tecnológica.

A seguir são apresentados os resultados da Matriz de Melhora (A) do Desenvolvimento da Inovação de Processos para a Empresa A.

Tabela 6: Resultados de auditoria realizada na Empresa A utilizando a Matriz de Melhoras (A) do Desenvolvimento da Inovação de Processos.

Perguntas	Descrição Específica do Significado das Notas		Melhora: Passar de Nível Básico para Médio – Avançado
	Nível Básico (Nota 1-5)	Nível Médio – Avançado (Nota 6-10)	
1. A empresa conta com um processo de inovação tecnológica com implementação e controle eficazes.	Nota 4. A empresa não tem definido um processo claro de inovação tecnológica. O processo usado não tem implementação nem controles eficazes.		Propor um modelo com um processo de inovação bem estruturado para a empresa, definindo claramente as implementações e os indicadores para os controles.
2. A empresa possui processos apropriados que ajudam a gerenciar de maneira eficaz o desenvolvimento de um novo produto / processo, desde a ideia até o lançamento, e que asseguram o envolvimento prévio de todos os departamentos.		Nota 6. Os processos de desenvolvimento de novos produtos/processos são ótimos, o gerenciamento é feito eficazmente em todas as etapas e participam todos os departamentos da empresa.	Não é necessário.
3. Os projetos de inovação tecnológica geralmente são realizados no prazo e dentro de orçamento.	Nota 3. O excesso de tempo e/ou orçamento geralmente significa que ou não existem, ou são débeis os processos para administrar projetos sistemática e apropriadamente.		Há sintomas de falta de disciplina. Para melhorar, pode se utilizar um sistema stage gate e outras entradas de gestão de projetos, Implementar ferramentas e técnicas de boas praticas para gestão de projetos. É preciso um envolvimento prematuro de equipes de distintos departamentos

Fonte (Elaboração própria)

No caso da primeira pergunta, a nota 4 (nível básico) indica que *a empresa não tem definido um processo claro de inovação tecnológica, e que o processo usado não tem implementação nem controles eficazes*. Então a metodologia propõe como melhora para passar de nível básico para médio – avançado, *um modelo com um processo de inovação bem estruturado para a empresa, definindo claramente as implementações e os indicadores para os controles*.

7 Conclusões

Este trabalho apresentou uma metodologia avaliadora da capacidade das empresas para inovar, onde esta metodologia considera um grupo de quatro matrizes de melhoras, além disso, cada matriz considera um conjunto de perguntas derivadas das hipóteses, as quais conformam uma estrutura teórica orientada a estimular e favorecer a inovação tecnológica em empresas de Sorocaba.

Todas as matrizes de melhora estão conformadas por quatro colunas, *primeira* coluna com as perguntas; *segunda* e *terça* com os significados das notas (níveis: básico, e médio – avançado); na *quarta* coluna apresentam-se os passos imprescindíveis para alcançar melhoras, passando do nível básico para o médio – avançado. Além disso, as matrizes mostram perguntas com descrição específica do significado das notas: 1) uma nota entre 1 e 5 significa um nível básico para essa pergunta particular. 2) Uma resposta no rango entre 6 e 10 indica um nível médio – avançado.

Finalmente, as matrizes de melhora foram utilizadas nas quatro empresas da Tabela 1, como ferramenta de auditoria indicativa de um processo para melhorar o gerenciamento da inovação tecnológica.

Referências Bibliográficas

- AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO DE SOROCABA (INOVA SOROCABA) E GRUPO DE ESTUDO E PESQUISA EM INOVAÇÃO E TRANSFERÊNCIA TECNOLÓGICA (GEPITec/UFSCar). 2014. Análise da Oferta e Demanda de Serviços Tecnológicos em Sorocaba/SP. Relatório Final.
- BARRATT M., T. CHOI, M. LI. 2011. Qualitative Case Studies in Operations Management: Trends, Research Outcomes, and Future Research Implications. *Journal of Operations Management* 29, 329–342.
- CORMICAN, K. AND D. O’SULLIVAN. 2004. Auditing Best Practice for Effective Product Innovation Management. *Technovation*, Vol. 24, No. XX, pp. 819–829.
- LEWIS, M. 1998. Iterative Triangulation: a Theory Development Process Using Existing Case Studies. *Journal of Operations Management*. Vol. 16, No. 4, pp. 455–469.
- MEREDITH, J. 1998. Building Operations Management Theory Through Case and Field Research. *Journal of Operations Management*. Vol. 16, No. 4, pp. 441–454.
- QUIROGA, O.D. 2014. Desenvolvimento de Modelos de Gestão da Inovação Tecnológica (GIT) para Micro e Pequenas e Médias Empresas. Relatório Final de Atividades da Bolsa de Pós-Doutorado (PNPD/CAPES) (Projeto de Pesquisa). DOI: 10.13140/RG.2.1.4286.8568
- QUIROGA, O., M.A. AIRES-BORRÁS. 2015. Metodologia de Pesquisa Qualitativa para Estimular à Inovação Tecnológica. *Proceedings de XV SEPROSUL. Simposio de Ingeniería de la Producción Sudamericano. Agosto/Septiembre de 2015, Sorocaba/SP – Brasil.*
- TIDD, J., J. BESSANT. 2013. *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change*. Chapter 13. www.innovation-portal.info/resources/di-audit/. 5th Edition. Wiley.
- TIDD, J., J. BESSANT. 2014. *Strategic Innovation Management*. Chapter 15. www.innovation-portal.info/resources/di-audit/. 1st Edition. Wiley.
- YIN, R.K. 2010. *Estudo de Caso. Planejamento e Métodos*. Quarta Edição. Bookman. Porto Alegre, Brasil.

24TC-A5-Indicadores como Ferramenta para Aumento da Produtividade de Manufatura com Base nas Premissas da Produção Enxuta

Anderson Idacir dos Santos
(*anderson.i.s@hotmail.com – I.C. Engenharia Mecânica/ IFRS Campus Erechim*)

Claudelino M. Dias Junior
(*claudelino.junior@ufsc.br – Professor Doutor/ UFSC*)

Julio Americo Faitão
(*julio.faitao@erechim.ifrs.edu.br – Professor Mestre/ IFRS Campus Erechim*)

Airton Campanhola Bortoluzzi
(*airton.bortoluzzi@erechim.ifrs.edu.br - Professor Mestre/ IFRS Campus Erechim*)

Everton Farina
(*everton.farina@erechim.ifrs.edu.br - Professor Mestre/ IFRS Campus Erechim*)

Murilo Nuernberg
(*eng.prod@claramax.com.br – Gerente Industrial/ Claramax Ind. e Com.*)

Resumo

Como objetivos deste artigo, apresentam-se a implementação teórico-prática e análise de indicadores através de um sistema de Gestão dos Postos de Trabalho (GPT) em uma empresa do ramo de papéis higiênicos, com base nas premissas da Produção Enxuta ou Sistema Toyota de Produção (STP). Incluem-se as etapas cruciais que devem ser abordadas e seguidas para uma eficaz implantação do sistema e, ainda, resultados recentes que permitem a proposição de melhorias em um determinado setor da organização, transformando tempo ocioso em capacidade de máquina, aumentando a produtividade através de melhorias propostas em reuniões estratégicas. Os resultados obtidos com este trabalho impactam diretamente na eficiência dos equipamentos e no gerenciamento de capacidade, contando com a colaboração e envolvimento efetivo dos diferentes níveis hierárquicos da Claramax Indústria e Comércio de Papéis Ltda., desde diretoria até operadores de linhas produtivas, estimulando a criatividade e comprometimento dos colaboradores através da liberdade de proposição de idéias para realização de melhorias.

Palavras chave: Produtividade, Indicadores, GPT, Melhorias.

1 Introdução

No atual cenário econômico, para que se mantenham competitivas e ainda promovam crescimento, as empresas de manufatura constantemente realizam mudanças em sua estrutura produtiva. Desde análise na concepção do produto, a forma como é realizada a produção, escolha da matéria prima, operação de máquinas e a gestão dos setores produtivos, bem como a logística utilizada para entrega do produto final. Desta forma, buscam-se alternativas que permitam a realização de um estudo detalhado do processo produtivo. Iniciando pela mensuração da quantidade de produtos gerados pela manufatura e também controle das perdas, quantificação do impacto que as paradas de rotina causam em relação aos tempos disponíveis de produção, bem como a busca pelo aumento da produtividade.

Concepções da Produção Enxuta ou Sistema Toyota de Produção (STP) surgem como norteadoras do que é pretendido por muitas instituições em tempos de crise. O STP visa justamente à redução de perdas e o aumento

de produtividade com maior qualidade e menor tempo possível, a fim de manter a satisfação do cliente (OHNO, 2015).

Liker e Meyer (2008) defendem que uma empresa pode ter seus ativos tratados de duas formas: o desenvolvimento dos ativos de capital ou o desenvolvimento dos ativos de conhecimento. A primeira maneira se relaciona à aquisição de máquinas e equipamentos, geralmente envolvendo grandes investimentos, a fim de atingir resultados em um curto prazo. No que se refere aos ativos de conhecimento, a construção se baseia na utilização de métodos robustos de trabalho e que atingem resultados satisfatórios a médio e longo prazo.

Pensando nos ativos de conhecimento, propõe-se a utilização de indicadores para tomada de decisões e realização de melhorias no processo produtivo, obtidos da aplicação da gestão dos postos de trabalho (GPT). O sistema de gestão vislumbra atender as demandas internas de uma manufatura, de modo a realizar transformações capazes de gerar um grande impacto na produtividade manufatureira. O intuito disto é diminuir desperdícios, maximizando-se as possibilidades de transformação de tempo improdutivo em tempo disponível para trabalho e, conseqüentemente, aumentando os níveis de eficiência produtiva dos recursos.

2 Referencial Teórico

Conforme os autores clássicos do Sistema Toyota de Produção ou Produção Enxuta, Shingo (1996a, 1996b) e Ohno (1997) (apud Antunes Júnior e Klippel, 2001, p. 3), deve-se interpretar o sistema a partir de duas óticas precursoras:

“A primeira ótica relaciona-se com um foco principal: as melhorias dos processos da organização. Trata-se da efetivação de melhorias incrementais e radicais do fluxo de matérias-primas e/ou materiais no tempo e no espaço. A segunda ótica relaciona-se com a necessidade de gerenciar de maneira eficaz os Postos de Trabalho. Trata-se da gestão conjunta e unificada das pessoas e das máquinas. Como base para esta análise sugere-se a adoção de uma visão de Gestão Sistêmica, Unificada/Integrada e voltada para as melhorias do processo (resultados).

Antunes Júnior e Klippel (2001) afirmam que discussões das rotinas e melhorias nos postos de trabalho acompanham a história da engenharia. Os trabalhos originais de Taylor (1990), bem como os seus seguidores, trataram deste tema desde o início do Século XX. Atualmente o conceito de sistema produtivo vem se alterando. Os conceitos, princípios e técnicas do STP propugnam a necessidade de se modificar a forma como a Gestão dos Postos de Trabalho (GPT) se realiza nas indústrias.

Para Antunes Júnior e Klippel (2001) se faz necessária uma GPT que leve em consideração os seguintes tópicos gerais: i) focalizar as ações de gestão das rotinas e melhorias nos pontos críticos do sistema e nos postos que geram refugos e retrabalhos, ou seja, apresentam problemas relacionados com a qualidade; ii) utilizar um medidor de eficiência nestes postos de trabalho que permita e estimule a integração entre produção, qualidade, manutenção, processo, melhorias de troca de ferramentas e afins; iii) realizar planos de melhorias sistêmicos, unificados e voltados aos resultados globais da empresa; iv) avaliar os postos de trabalho críticos levando em consideração indicadores e respectivos planos de ação de melhorias. A figura 1 apresenta os cinco elementos fundamentais para o entendimento da lógica do modelo de gestão sistêmica proposto, sendo eles: i) Entradas do sistema; ii) Processamento propriamente dito; iii) Saídas do sistema; iv) Treinamento e; v) Gestão do sistema.

Figura 6: Estrutura de Gestão do Posto de Trabalho



Fonte: Antunes Júnior e Klippel (2001).

Segundo Veit *et al.* (2011) a GPT deve ser realizada objetivando-se a melhoria dos indicadores locais, a fim de contribuir com a melhora dos resultados globais da empresa. Portanto, torna-se necessário calcular os índices de eficiências destes Postos de Trabalho, a partir do cálculo do Índice de Rendimento Operacional Global (IROG), gerando apresentações gráficas posicionadas junto aos Postos de Trabalho, propiciando o acompanhamento dos colaboradores do chão de fábrica.

2.1 Índice de Rendimento Operacional Global – IROG

Nakajima (1988) propôs o IROG, conhecido na literatura internacional como *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), quando o equipamento que se quer medir a eficiência não for um recurso restritivo e *Total Effective Equipment Productivity* (TEEP), quando o equipamento for um recurso restritivo. O IROG é resultado da multiplicação de três outros índices: i) o Índice de Tempo Operacional – ITO (Índice de Disponibilidade), relacionado com os tempos de parada dos equipamentos; ii) o Índice de Performance Operacional - IPO (Índice de Desempenho), relacionado com a queda de velocidade durante a operação dos equipamentos e pequenas paradas temporárias e outras perdas não registradas e; iii) Índice de Produtos Aprovados – IPA (Índice de Qualidade), relacionado com a produção de itens com defeitos.

Para Veit *et al.* (2011) existem duas formas para o cálculo do IROG. A primeira é feita com multiplicação do Índice de Tempo Operacional ($ITO - \mu_1$), o Índice de Performance Operacional ($IPO - \mu_2$) e o Índice de Produtos Aprovados ($IPA - \mu_3$), sendo que o ITO representa o tempo total em que a máquina ficou disponível, desconsiderando as paradas pelos mais diversos motivos, o IPO mede o tempo das operações em vazio e quedas de velocidade e o IPA o índice de produtos aprovados, sem considerar o tempo gasto para sucata e retrabalho. Através da segunda forma o IROG pode ser calculado com o somatório da multiplicação da quantidade de produtos feitos no equipamento, multiplicado pelo tempo de ciclo dos mesmos, dividido pelo tempo disponível deste equipamento, sendo que este Tempo Disponível pode ser diferente dependendo do recurso em análise: se for gargalo (restrição) deve ser considerado como Tempo calendário (TEEP) sem que sejam descontadas as paradas programadas. Caso o recurso não seja gargalo pode ser considerado o Tempo Disponível menos as paradas programadas (OEE). A Figura 2 mostra as duas equações para o cálculo do IROG.

Figura 7 - Equações para cálculo de IROG

$$\mu_{\text{global}} = \mu_1 \times \mu_2 \times \mu_3 \quad (1)$$

$$\mu_{\text{global}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{pi} \times q_i}{T} \quad (2)$$

Fonte: Adaptado de Veit *et al.* (2011).

Conforme descrito por Klippel *et al.* (2003) a concepção geral que norteia a Gestão dos Postos de Trabalho consiste em incrementar a utilização dos ativos (equipamentos, instalações e pessoal) nas organizações, visando a otimização dos mesmos, aumentando a sua capacidade e a flexibilidade da manufatura. Sendo que os incrementos partem justamente da análise de indicadores gerados pelo sistema de gerenciamento em questão.

3 Procedimentos Metodológicos

A partir de Falconi (2009) pode-se entender Método como “o caminho para o resultado” ou, ainda, como “uma sequência de ações necessárias para se atingir um certo resultado desejado”. Antunes Júnior *et al.* (2013) enfatiza que se pode considerar o método como uma sequência de passos, partindo de um ponto “A” para se chegar a um ponto “B”. Sendo os pontos considerados como os resultados de uma organização e o método como o caminho percorrido para se sair de uma situação atual (A) e se chegar ao objetivo projetado (B).

Adiante descrevem-se os passos utilizados para a implantação da GPT no parque fabril da Claramax Indústria e Comércio de Papéis Ltda., valendo-se de adaptações da metodologia adotada por Antunes Júnior *et al.* (2013).

3.1 Definição dos Colaboradores Envolvidos na Implementação da GPT

A GPT envolve o atendimento a um procedimento, sendo um dos passos, a definição dos envolvidos. Além da participação direta de todos os colaboradores dos diferentes postos de trabalho da indústria, no chão de fábrica, sugere-se um grupo responsável, definido pela direção.

3.2 Codificação de Tipologia de Paradas

Para que as paradas que ocorrem durante o período produtivo nos postos de trabalho sejam indicadas nos Diários de Bordo (DB), deve ser realizada a elaboração de uma lista de tipologias de paradas. É necessária atribuição de código para cada uma das causas mais recorrentes durante a operação do equipamento em que se implementa a GPT. É importante, como defende Antunes Júnior *et al.* (2013), que se descreva cada causa de parada, a fim de facilitar seu entendimento para correta indicação no DB. Também é fundamental que os códigos sejam listados em ordem crescente, buscando máximo agrupamento possível, a fim de evitar um número elevado de códigos, conforme exemplo do Quadro 1.

Quadro 6 - Exemplo de tipologia de paradas

Código	Descrição
101	Ausência do Operador
102	Falta de Energia
103	Falta de Programação - PCP
104	Limpeza de Máquina/Setor
105	Manutenção Preventiva
106	Manutenção Corretiva
107	Intervalo (Refeição/Lanche)
108	Falta de Ar Comprimido
109	Setup
110	Reunião/Treinamento
111	Outros
112	Safda Para Outra Função/ Operando Outra Máquina
113	Falta de Matéria Prima

Fonte: Adaptado de Antunes Júnior *et al.* (2013).

3.3 Definição da Forma de Coleta de Dados no Chão de Fábrica

Pode-se optar pela utilização do DB, onde os operadores devem realizar o preenchimento dos dados necessários, ou utilização de software. No caso da Claramax, opta-se por utilização de DB. Os operadores escolhidos preenchem manualmente, com os dados relevantes e orientação, seguindo treinamento.

3.4 Definição da Forma de Registrar os Dados

Pode ser utilizada planilha para lançamento dos dados coletados nos DBs da produção. A planilha deve conter:

- tempos de paradas programadas: correspondente ao somatório de tempos de paradas programadas por turnos produtivos, por dia e acumulado do mês;
- tempo de paradas não programadas: correspondente ao somatório de tempos de paradas não programadas por turnos produtivos, por dia e acumulado do mês;
- tempo disponível: correspondente ao tempo calendário, para recursos restritivos e ao tempo programado para produção no caso dos demais recursos. Utiliza-se para o cálculo da eficiência operacional por turno, dia e mensal;
- tempo real: obtido da diferença entre o tempo disponível e o tempo de paradas não programadas;
- produção total: correspondente à quantidade de itens conformes por turno, dia e mês;
- produção de refugos: correspondente à quantidade de itens não conformes por turno de produção;
- minutos de agregação de valor: obtido pela multiplicação das quantidades de itens conformes produzidos pelos respectivos tempos de ciclo (representa o tempo, em minutos, que uma unidade de produto leva para ser fabricada).

Os dados devem gerar representações gráficas para apresentação dos indicadores de desempenho, como índices de eficiência, Pareto das principais paradas, dados de produção, tempos médios de paradas, refugos, entre outros.

3.5 Definição de Postos de Trabalho a Monitorar

Na Claramax define-se a implementação da GPT para todos os recursos produtivos. Contando que a produção cresce gradativamente nos últimos anos, necessita-se de um monitoramento contínuo desses mesmos recursos, sendo eles: linha interfolha, linha rolão, linha guardanapo, linha de higiênicos X5, linha de higiênicos 4.5 e linha de higiênicos semi-automática.

3.6 Treinamento de Colaboradores

O método inclui o treinamento dos colaboradores envolvidos, desde os responsáveis pelo preenchimento de dados nos DBs até os gestores. A precisão dos dados coletados oportuniza análise eficaz e elaboração de planos de ação para realização de melhorias nos postos de trabalho.

3.7 Obtenção de Valores Iniciais de Eficiência a Partir da Planilha

Os valores serão obtidos através das planilhas eletrônicas preenchidas e analisadas pelos profissionais treinados, em que são digitadas as ocorrências conforme anotações realizadas pelos operadores de equipamentos. Após, serão obtidos os valores iniciais de IROG, μ_1 , μ_2 e μ_3 para, posteriormente, a realização das análises e das tomadas de decisões a partir dos indicadores gerados.

3.8 Implementação de Gestão Visual

Os resultados obtidos da compilação dos dados devem ter ampla divulgação, de maneira a contribuir para que a GPT seja consolidada como ferramenta da organização. Para tanto, são utilizados painéis de gestão junto aos postos de trabalho. Estes painéis devem conter os indicadores de eficiência, sendo eles: Pareto de paradas; média de parada escolhida; quantidade produzida ao longo dos dias; refugos gerados e evolução de produção mensal, de forma a subsidiar a elaboração dos planos de ação de melhorias.

3.9 Estabelecimento de Metas Para Valores de Eficiência


As metas produtivas são estabelecidas de acordo com a necessidade de produção mensal de cada equipamento, definidas em reunião anual de planejamento estratégico, sempre sendo observadas as capacidades produtivas dos

recursos. Calcula-se a eficiência, IROG, necessária a se atingir diariamente para que seja possível alcançar o valor mensal estipulado, pela direção, para o equipamento em questão.

3.10 Elaboração de Plano de Ação Para Melhorias

Para que seja possível elevação de índices de disponibilidade (μ_1), desempenho (μ_2) e qualidade (μ_3), é necessária a realização de reuniões com a equipe de melhorias, estabelecida pela direção, para a realização de análises e proposição de ações. Nestes encontros devem ser discutidas alternativas que possibilitem a melhoria dos índices, também sendo necessária a elaboração de um plano de ação a partir do método 5W2H, de modo que as pendências possam ser controladas e cobradas com maior eficácia. A Figura 3 mostra um exemplo de plano de ação a ser seguido.

Figura 8 – Exemplo de plano de ação

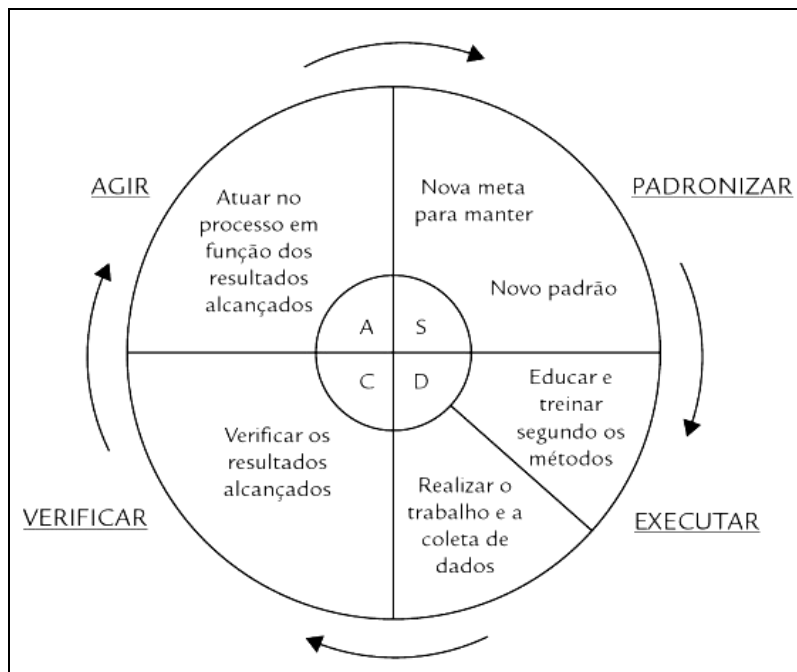
		PLANO DE AÇÃO - EQUIPAMENTO: _____					Data atualização: / /	
O que?	Por que?	Como?	Quem?	Onde?	Quanto?	Quando?		Status
						Início	Fim	

Fonte: Autoria própria.

3.11 Implementar as Ações de Melhorias Propostas no Plano de Ação

As ações propostas para os PA's devem ser implementadas sempre observando as datas limites para realização de cada uma delas, desde que estas sejam estipuladas em consenso com os responsáveis. Sugere-se que seja utilizado o método PDCA a fim de monitorar os resultados através dos indicadores, com base na Figura 4.

Figura 9 - Método PDCA para manutenção e melhoria da GPT

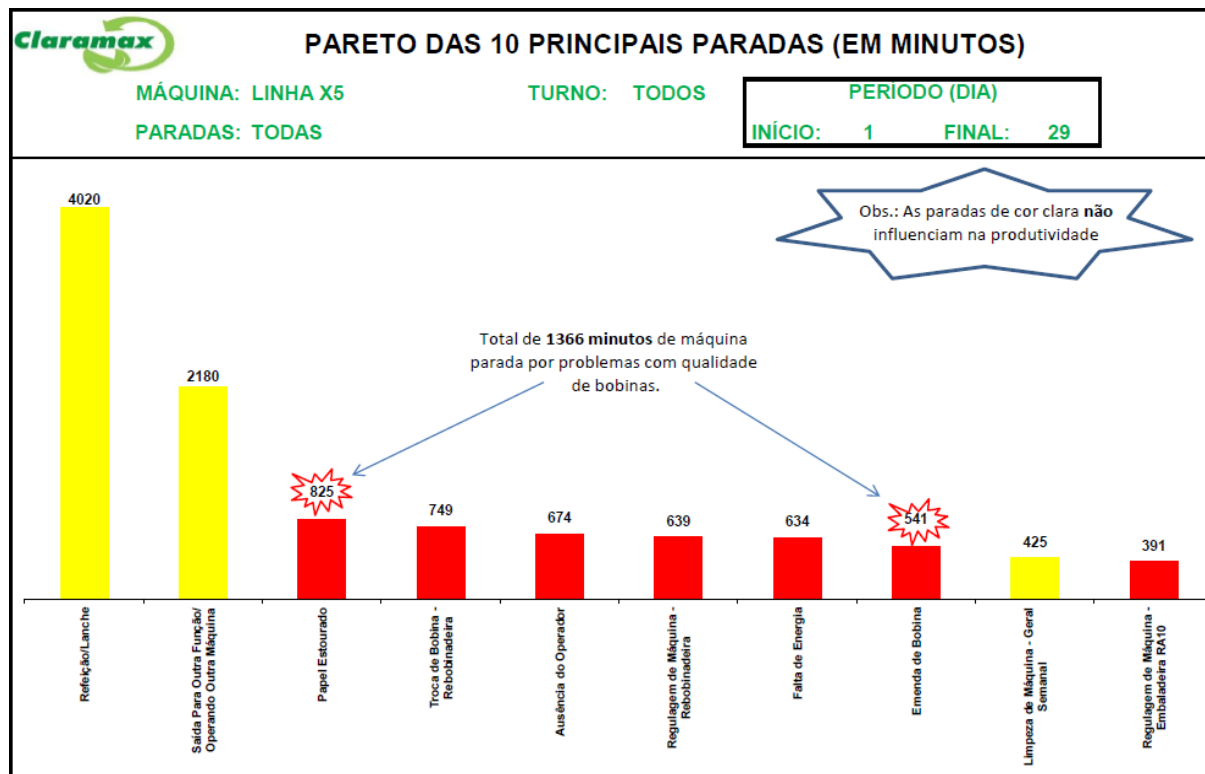


Fonte: Falconi (1994).

4 Resultados

Constatou-se, com análise de um dos indicadores de eficiência gerados pela GPT, que a máquina Linha X5 ficou parada 1366 minutos em 02/2016, mais de 20% do tempo total de paradas mensais não programadas, em virtude de problemas ocasionados pela má qualidade de bobinas de papel, conforme apresentado na Figura 5.

Figura 10 - Pareto de paradas 02/2016 da Máquina Linha X5



Fonte: Autoria própria.

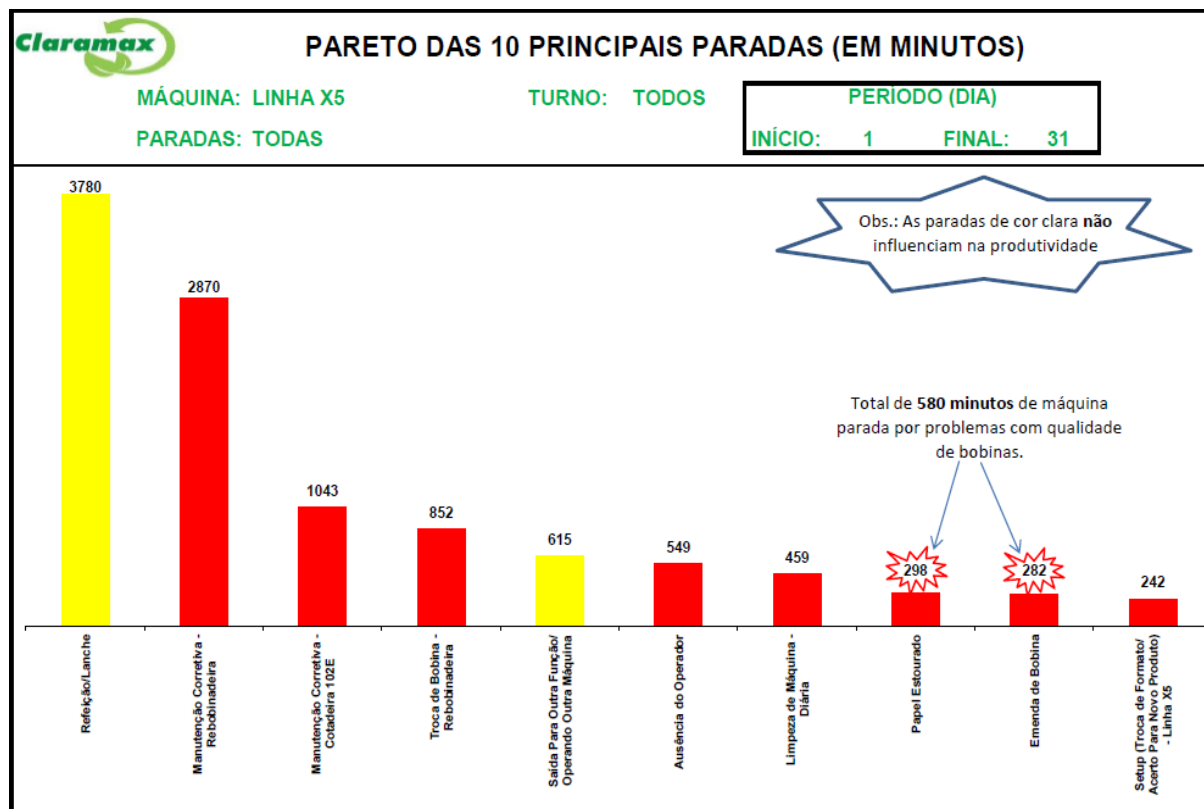
Assim, constatou-se a necessidade imediata de melhoria na qualidade do papel. Para tanto, buscou-se chegar à causa raiz do problema, ou seja, a produção das bobinas de papel, feita na própria fábrica da Claramax. Verificou-se que o cilindro de metal que realiza a formação e secagem do papel estava com diversas fissuras que provocavam a má formação do material, diminuindo sua resistência e ocasionando sua quebra em inúmeras oportunidades, durante o processo de bobinação. Tais quebras, referenciadas como emendas, ocasionam diversas paradas no processo seguinte, que é a conversão das bobinas de papel em rolos de papel higiênico, realizada pela Linha X5.

Propôs-se a contratação de serviço de “metalização do cilindro”, este, responsável por preencher as fissuras do cilindro de metal da máquina de fabricação de papel. O serviço foi realizado ao início do mês de março de 2016.

Cada emenda de bobina, na linha X5, gera uma parada de três a cinco minutos, algumas bobinas chegavam conter seis emendas. Após a melhoria, as bobinas passaram a ser produzidas com melhor resistência do papel e o número de emendas se reduziu muito, tendo a maioria delas um número de zero emendas e um máximo de duas.

Com a melhoria, ao fim do mês de março, o tempo de paradas por problemas ocasionados por má qualidade de bobinas de papel caiu para 580 minutos, representando menos de 8% do total mensal de paradas não programadas. Considerando-se que ainda neste mês foram convertidas algumas bobinas problemáticas, produzidas antes da melhoria na fabricação do papel. A Figura 6 mostra o resultado alcançado em 03/2016.

Figura 11 - Pareto de paradas 03/ 2016 da Máquina Linha X5



Fonte: Autoria própria.

Com o resultado atingido, calcula-se que o investimento realizado terá seu retorno em três meses, visto que o tempo de paradas por problemas com papel estourado e emenda de bobina foi reduzido em 786 minutos do mês 2 para o mês 03/2016, transformando-se em capacidade produtiva de 1950 fardos a mais de papel higiênico. Com isso, após o período de pagamento do investimento, a empresa tem sua lucratividade aumentada, além dos índices de IROG melhorados percentualmente em relação à meta estabelecida para produção.

5 Conclusões

O desenvolvimento deste trabalho foi baseado nos objetivos de conceituação geral da GPT e utilização de seus indicadores para melhoria em uma indústria do ramo de papéis higiênicos, a fim de, além de obter histórico de ocorrências de paradas, alavancar os índices de produtividade dos postos de trabalho.

Embasando-se em Antunes Júnior *et al.* (2013), haja vista que sua literatura é ampla e didática, os conceitos são aplicados à Claramax de forma generalista, remanejando algumas idéias para que se adequem à realidade da rotina fabril da empresa já citada, bem como às características dos operários, a fim de facilitar seu entendimento e engajamento com o sistema derivado da Produção Enxuta.

Em relação à implantação prática, destaca-se o comprometimento de todos os colaboradores envolvidos, independente de sua hierarquia dentro da empresa, englobando desde diretoria, passando por gerência, supervisão e chegando até os operadores de linhas produtivas. Através dessa inter-relação, surgem constantemente sugestões de melhorias, vindas dos diferentes níveis, englobando a realização de treinamentos para otimização do processo, treinamentos de multifuncionalidade, entre outros.

Os resultados atingidos até 04/2016 são satisfatórios e cumprem com os objetivos traçados pela empresa, no momento da escolha deste sistema de gerenciamento, para elevar seus índices de produtividade e reduzir suas perdas, de modo a manter-se competitiva em tempos de crise financeira.

As reuniões de produção para análise de indicadores e criação de planos de ação são realizadas constantemente com os colaboradores responsáveis por cada posto de trabalho, contribuindo significativamente para análise de indicadores, proposição e implementação de ações, através do método PDCA.

Referências

- ANTUNES JÚNIOR, J.A.; KLIPPEL, A.F. Uma Abordagem Metodológica Para o Gerenciamento das Restrições dos Sistemas Produtivos: A Gestão Sistemática, Unificada/Integrada e Voltada aos Resultados do Posto de Trabalho. XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Salvador, BA, Brasil, 2001.
- ANTUNES JÚNIOR, J.A.; KLIPPEL, A.F.; SEIDEL, A.; KLIPPEL, M. Uma revolução na produtividade: A gestão lucrativa dos postos de trabalho. Bookman, 2013.
- FALCONI, V. TQC: gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. 3. ed. Rio de Janeiro: Block, 1994.
- FALCONI, V. O verdadeiro poder. 3. ed. Nova Lima: INDG, 2009.
- KLIPPEL, A.F.; ANTUNES JÚNIOR, J.A.; KLIPPEL, M.; JORGE, R.R. Estratégia de Gestão dos Postos de Trabalho: Um estudo de caso na indústria de alimentos. XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de out de 2003.
- LIKER, J. K.; MEIER, D. P. O Talento Toyota: O Modelo Toyota Aplicado ao Desenvolvimento de Pessoas. Trad. Félix José Nonnenmacher. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- NAKAJIMA, S. Introduction to TPM – Total Productive Maintenance. Cambridge, MA: Productivity Press, 1988.
- OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Trad. Cristina Schumacher. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- OHNO, T. Gestão dos Postos de Trabalho. Trad. Heloísa Corrêa da Fontoura. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- SHINGO, S. O Sistema Toyota de Produção – Do Ponto de Vista da Engenharia de Produção. Porto Alegre: Bookmann, 1996a.
- SHINGO, S. Sistemas de Produção com Estoque Zero: O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas. Porto Alegre: Bookmann, 1996b.
- TAYLOR, F. W. Princípios de administração científica. São Paulo: Atlas, 1990.
- VEIT, D.R.; GONÇALVES, T.; LACERDA, D.P.; POSSEBON, A.P. Repercussões dos Problemas Conceituais do Cálculo do IROG: Um Estudo de Caso Sobre Adoção de Um Software na Indústria de Transformados Termoplásticos. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção – Belo Horizonte, MG, Brasil, 04 a 07 de outubro de 2011.

25TC-A5-Importância da Inovação nas Organizações Metalúrgicas Como um Fator de Competitividade

Jéferson Réus da Silva Schulz
(jefersonschulz@gmail.com – PPGEP/UFSM)

Franco da Silveira
(franco.da.silveira@hotmail.com - PPGEP/UFSM)

Janis Elisa Ruppenthal
(profjanis@gmail.com - PPGEP/UFSM)

Resumo

O trabalho objetiva descrever a estrutura produtiva do polo metal-mecânico da Região Fronteira Noroeste do Rio Grande do Sul, Brasil, observando a importância da inovação para as empresas do setor metalúrgico. O texto apresenta de forma concisa o contexto atual da inovação no ambiente organizacional, os métodos da pesquisa e os resultados referentes aos levantamentos realizados. Ao final, constam as conclusões a que se chegou por meio da pesquisa realizada.

Palavras chave: *Inovação, polo metal-mecânico, competitividade.*

1 Introdução

A dinâmica da atual conjuntura que predomina sobre o ambiente organizacional caracteriza-se por um quadro de competitividade acirrada entre as empresas que buscam sua sobrevivência no mercado. Em virtude disso, surge a necessidade de que seus dirigentes, no processo de tomada de decisão, lancem mão de estratégias capazes de antecipar as ameaças de mercado e de identificar as novas oportunidades que se apresentam, de modo que se torne possível obter vantagens frente à concorrência (FALSARELLA; JANNUZZI; SUGAHARA, 2014). Para tanto, é preciso que as organizações tenham clareza do ambiente competitivo em que estão inseridas de forma que possam aumentar sua competitividade e inteligência no intuito de ampliar sua capacidade de se adaptar e sobreviver nesse meio.

Nesse novo cenário, a tecnologia pontua como um fator decisório no tocante aos resultados apresentados pelas organizações, em especial quando se trata de considerá-las como sistemas abertos suscetíveis ao enfrentamento de fatores situacionais (PEREIRA; CIANCONI, 2008). Esses fatores situacionais variam desde o grau de incerteza, decorrente da complexidade do ambiente externo, até as próprias características inerentes ao ambiente interno empresarial. Em vista disso, a gestão do conhecimento e da informação, como estratégia competitiva, torna-se imprescindível.

Como consequência desse paradigma, realizar investimentos na geração de novos conhecimentos mostra-se indispensável enquanto estratégia competitiva para que as empresas possam atender as demandas do mercado e fazer frente às ameaças que se apresentam (PEREIRA; CIANCONI, 2008). Além disso, vale ressaltar que o conhecimento é considerado o condutor central do processo de crescimento econômico e da inovação em função das vantagens em tecnologias e dos maiores fluxos de informação que possibilita (OCDE, 2005).

Nessa perspectiva, o termo inteligência organizacional, também chamado de inteligência competitiva, surge como uma máxima no sentido das ameaças de mercado e apresenta-se como um elemento essencial para aquelas organizações que visam obter vantagem competitiva. A ênfase é dada ao papel da inovação, que configura como fator preponderante no concernente às ações estratégicas que possibilitam que as empresas, por meio de um processo contínuo de aprendizagem, permaneçam operando no mercado.

Acerca desse cenário, Buainain et al. (2005) aludem que, na sociedade do conhecimento, as vantagens competitivas são sustentadas fundamentalmente pela capacidade de inovação. Segundo os autores, embora as empresas sejam *locus* e motor, a inovação consiste em um processo sistêmico, no qual intervém um conjunto de agentes de natureza diversa, que operam com lógicas e objetivos diferentes, com *timing* e governança particulares. Os referidos autores sustentam que a capacidade de inovação é, portanto, determinada não apenas

pelo *drive* microeconômico, mas também pelas condições de funcionamento do sistema de inovação como um todo.

Silva e Plonski (1999) evidenciam a importância econômica das pequenas e médias empresas em um contexto de globalização dos mercados com forte difusão tecnológica. De acordo com os autores, as pequenas e médias empresas podem ser consideradas elementos fundamentais para a atividade econômica e representam um importante instrumento para a criação de empregos e para a inovação. No entanto, os autores aludem que as oportunidades de negócios para essas empresas, em um mercado globalizado, estão limitadas por uma variedade de fatores. Dentre eles, citam-se as dificuldades de acesso à informação e integração naquele mercado, além da limitada capacidade na gestão da tecnologia para geração de novos produtos e /ou processos que resultem em produção comercial com sucesso.

O presente estudo apresenta como escopo o complexo de empresas existente na Região Fronteira Noroeste do estado do Rio Grande do Sul (RS), Brasil, considerado como um polo industrial referência na indústria metal-mecânica. Esse polo industrial abrange um conjunto de empresas satélites formadas a partir da instalação de duas multinacionais na localidade, a AGCO e a John Deere, localizadas, respectivamente, nos municípios de Santa Rosa e Horizontina. Tais empresas caracterizam-se como indústrias motrizes responsáveis por impulsionar o processo de crescimento econômico regional, gerando emprego e renda.

Tendo-se em vista a forma como se estabeleceram as relações de trabalho entre as empresas desse polo metal-mecânico, baseadas em relações de subcontratação, o artigo objetiva: a) descrever a estrutura produtiva do polo; e b) observar a importância da inovação para as empresas do setor metalúrgico.

O polo metal-mecânico da Região Fronteira Noroeste é responsável por movimentar a atividade econômica regional, gerando emprego e renda (FAHOR, 2009). Em vista disso, essa pesquisa justifica-se com o intuito de descrever a dinâmica produtiva desse polo ao passo que se torna relevante verificar, no contexto atual do ambiente organizacional, como a inovação é desenvolvida e incorporada pelas empresas do setor metalúrgico considerando-se suas potencialidades de modificar e impulsionar mercados. A relevância do estudo reside no fato de que, a dinâmica produtiva empreendida pelas empresas do polo se traduz em um processo contínuo de crescimento e desenvolvimento econômico regional em virtude da possibilidade de promover mudanças estruturais positivas nos mercados em que estão inseridas essas organizações.

O artigo está estruturado em cinco seções, sendo a primeira essa introdução. A segunda seção apresenta de forma concisa a fundamentação teórica que embasa o estudo. A terceira seção refere-se à metodologia adotada na pesquisa. Na quarta seção são descritos os resultados da pesquisa e, finalmente, na quinta seção são elencadas as considerações finais do estudo. Ao final do texto constam as referências utilizadas na pesquisa.

2 Referencial Teórico

2.1 Inovação e ambiente organizacional

No contexto do atual ambiente organizacional, a inovação representa um elemento fundamental no que concerne ao desempenho econômico de qualquer empresa, pois exerce um papel crítico no tocante à sua competitividade e capacidade de adaptação e sobrevivência nesse meio. De acordo com Possas (1991), a presença de agentes que visam obter lucros, extraordinários ou não, torna essencialmente endógeno o aparecimento de inovações, que constituem o mecanismo, por excelência, que permite alterar as condições do ambiente econômico fazendo das decisões capitalistas de investir, no sentido de modificar irreversivelmente o contexto em que são tomadas, cruciais. Ainda conforme o autor, esse processo reintroduz constantemente, e torna permanente, a incerteza nas expectativas dos agentes, especialmente as de longo prazo.

Em vista disso, a utilização de novas tecnologias pontua como um elemento essencial na garantia da sobrevivência das organizações, de forma que as estratégias de inovação desempenham um importante papel na conduta dessas empresas diante do ambiente definido como imprevisível, instável e descontínuo. Nesse sentido, Vilha (2013) sustenta que o esforço para estabelecer e implementar estratégias de inovação decorre da busca por elementos de diversificação e diferenciação capazes de trazer às empresas vantagens competitivas robustas. Isso se insere também na tentativa de reduzir, de alguma forma, as incertezas e, conseqüentemente, os riscos inerentes à complexidade do ambiente organizacional.

A inovação é importante como um fator de diferenciação produtiva frente à competitividade observada no ambiente organizacional e sua capacidade de gerar externalidades positivas. Isso ocorre tanto em nível empresarial, no que concerne às possibilidades de ampliação de faturamento e participação de mercado, quanto em nível social, na geração de emprego e renda, uma vez que apresenta um papel relevante para o desempenho econômico das empresas. Nesse sentido, o uso da inteligência organizacional apresenta-se como uma ferramenta

indispensável, pois, conforme aludem Pereira e Cianconi (2008), ela possibilita que as organizações, por meio de um melhor entendimento dos concorrentes e do ambiente competitivo em que estão inseridas, aumentem sua competitividade no mercado.

O ambiente competitivo entre as empresas induz a busca por alternativas que atribuam vantagens competitivas importantes para o enfrentamento dos desafios de mercado (TAVARES et al., 2015). Da mesma forma, Noruzy et al. (2012) consideram que as organizações, que atualmente enfrentam um ambiente de crescente concorrência, são forçadas a procurar novas formas de melhorar seu desempenho, exigindo a incorporação de diversas características nas empresas, como inovações em produtos e processos.

De acordo com Medina et al. (2011), a competitividade das empresas requer meios que permitam alcançar um resultado igual ou superior ao dos concorrentes presentes no mercado. Os autores consideram que a informação e o conhecimento atuam como dois fatores que têm um impacto notável sobre a concepção e sustentação das vantagens competitivas para as organizações.

Para que não sejam deixadas para trás no desenvolvimento do mercado devido ao atual padrão competitivo do ambiente organizacional, as empresas estão condicionadas a fazer uso da inovação como um elemento vital na garantia de sua sobrevivência nesse meio. Em sentido amplo, a inovação caracteriza-se como um processo contínuo, visto que as empresas realizam mudanças de forma constante em produto e processo e buscam novos conhecimentos, o que torna claro seu caráter dinâmico (OCDE, 2005).

Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (2005), inovação consiste na implementação de um novo produto ou de um produto significativamente melhorado, podendo também expressar-se na forma de um novo processo, de um novo método de *marketing* ou até mesmo de um novo método organizacional, seja nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas. Conforme a referida fonte, a inovação possibilita que as empresas auferam ganhos de qualidade e/ou produtividade, responsáveis por aumentar sua competitividade no mercado. Desse modo, pode-se classificar a inovação em quatro tipos, conforme ilustra o quadro 1:

Quadro 1: Tipos de inovação

Tipo de Inovação	Característica
Inovação de Produto	Consiste na introdução de um bem ou serviço que é novo ou significativamente melhorado, respeitando suas características ou funcionalidades. Isso inclui melhorias significativas nas especificações técnicas, nos componentes e materiais, no <i>software</i> incorporado, na interface com o utilizador, dentre outras características funcionais.
Inovação de Processo	Consiste na implementação de um método de produção ou distribuição novo ou significativamente melhorado. Isso inclui mudanças significativas nas técnicas, na tecnologia, nos equipamentos e/ou no <i>software</i> .
Inovação de Marketing	Consiste na implementação de novos métodos de <i>marketing</i> , envolvendo melhorias significativas no <i>design</i> do produto e/ou embalagem, no preço, na distribuição e na promoção.
Inovação Organizacional	Consiste na implementação de um novo método organizacional na prática do negócio, na organização do trabalho e/ou nas relações externas.

Fonte: (Adaptado de OCDE, 2005)

Diante do quadro conceitual apresentado, verifica-se que a inovação ocorre sempre em um determinado contexto ou de forma isolada em uma situação. Em vista disso, é importante identificar os motivos que levam as empresas a inovar, uma vez que sem inovação, a capacidade de geração de lucro e acumulação de capital de uma economia tende a reduzir. Como consequência, as empresas podem acabar desaparecendo do mercado e a região ou o país vir a perder a dinâmica do desenvolvimento econômico (CARON, 2003).

Segundo Zortea-Johnston, Darroch e Matear (2011), as pequenas e médias empresas apresentam significativo potencial para conduzir e formar mercados, representando um caminho para a obtenção de vantagem competitiva. Ainda conforme os autores, empresas que impulsionam mercados conseguem alavancar a inovação de forma radical e perturbadora, de modo que tendem a moldar as necessidades dos clientes atuais e futuros alterando a estrutura de mercado existente. Nesse sentido, os referidos autores sustentam a ideia de que empresas que possuem uma orientação empreendedora não só podem criar novos mercados como também reorganizar os já existentes por meio do lançamento de novos produtos e/ou serviços.

Em virtude das carências que as organizações apresentam, tanto financeiras, quanto de gestão ou de recursos humanos, são justamente as pequenas e médias empresas que enfrentam as maiores dificuldades com relação ao desenvolvimento de inovações (MACULAN, 2003). Essa situação influencia a taxa de sucesso ou insucesso

dessas empresas no mercado, refletindo diretamente sobre sua competitividade e produtividade. Isto corrobora a ideia de que inovar é uma condição essencial para que as organizações, de um modo geral, possam garantir sua sobrevivência no mercado.

O cenário da inovação no Brasil apresenta desafios para as pequenas e médias empresas. Considerando-se que a capacidade de inovação é a capacidade de adquirir e desenvolver novas tecnologias, integrando conhecimentos tecnológicos e de mercado, essas empresas enfrentam uma acentuada dificuldade para acompanhar o dinamismo inovativo (VILHA, 2014). No entanto, o fato de empresas serem de pequeno e médio porte não significa que elas não possuam as condições necessárias para estruturar práticas de inovação (VILHA, 2014).

Caron (2003) destaca as seguintes dificuldades como sendo as principais enfrentadas pelas pequenas e médias empresas para inovar: a) falta de pessoal técnico para identificar oportunidades de inovação e desenvolver pesquisas de produto e de processo e; b) falta de recursos financeiros por parte das organizações para compra de máquinas e equipamentos. O autor afirma também que as pequenas e médias empresas enfrentam diversos obstáculos para ter acesso a determinados recursos, como as linhas de financiamento. Isso constitui um entrave no processo inovativo desse segmento empresarial, pois, além disso, a política econômica nacional apresenta juros altos, representando mais um gargalo que distancia essas empresas de serem inovadoras.

3 Procedimentos Metodológicos

O quadro 2, a seguir, apresenta o enquadramento metodológico dessa pesquisa:

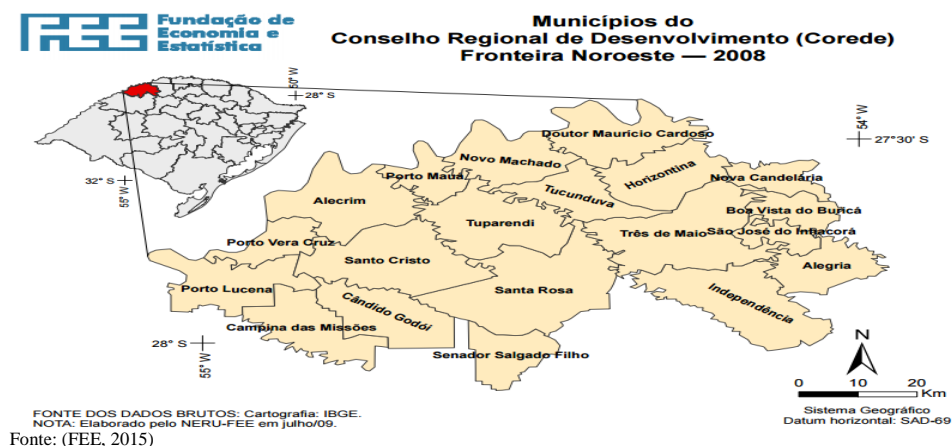
Quadro 2: Enquadramento metodológico da pesquisa

Classificação	Tipologia
Quanto à abordagem	Qualitativa
	Quantitativa
Quanto à natureza	Aplicada
Quanto aos objetivos	Exploratória
	Descritiva
Quanto aos procedimentos	Bibliográfica
	Documental

Fonte: (Elaborado pelos autores)

A pesquisa utiliza-se de publicações sobre a dinâmica da inovação nas empresas que integram o polo metal-mecânico da Região Fronteira Noroeste. Os dados secundários utilizados foram elaborados e divulgados pela Fundação de Economia e Estatística do RS (FEE), pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), pela Associação Comercial, Industrial, Serviços e Agropecuária de Santa Rosa (ACISAP), e pela Faculdade Horizontina (FAHOR). A área de estudo compreende a Região Fronteira Noroeste do RS, Brasil, de forma que os dados coletados tiveram como delimitação o Conselho de Desenvolvimento Regional (Corede) Fronteira Noroeste (Figura 1), onde está localizado o polo metal-mecânico estudado.

Figura 1: Corede Fronteira Noroeste (2008)



Os dados secundários coletados foram elaborados e classificados de forma sistemática, seguindo as seguintes etapas: seleção, codificação e tabulação. As duas primeiras referem-se, respectivamente, ao exame minucioso e categorização dos dados (MARKONI; LAKATOS, 2009). A terceira etapa, a tabulação dos dados, foi realizada com auxílio do programa Microsoft Office Excel 2007, permitindo a construção de tabelas para facilitar a análise e interpretação dos resultados.

4 Resultados

4.1 Estrutura produtiva do polo metal-mecânico da Região Fronteira Noroeste

No polo metal-mecânico presente na Região Fronteira Noroeste do RS, as condições naturais específicas existentes no local exerceram um importante papel na evolução da atividade industrial (BIANCHI, 2013). Nessa região, tipicamente agrícola, o setor agropecuário apresenta um peso significativo na base econômica regional, caracterizada pela diversificação produtiva via articulação de seis linhas de produção, representadas por soja, milho, laticínios, fumo, carnes suínas e de aves. Isso favoreceu, conforme Bianchi (2013), o desenvolvimento de uma indústria metal-mecânica direcionada para a agricultura.

As condições naturais existentes na região e a forma como ela foi colonizada, principalmente por famílias alemãs e italianas, moldaram a estrutura produtiva regional, caracterizada pela presença de pequenas e médias propriedades de cultivo da terra. Em virtude disso, a estrutura produtiva regional desenvolveu-se, inicialmente, em torno do setor agropecuário, mas logo deu espaço para que emergisse a atividade industrial. Tais fatores atuaram como expoentes no processo de consolidação de um polo metal-mecânico voltado para as atividades do setor primário, com a presença de empresas multinacionais responsáveis por liderar o processo produtivo regional e movimentar de forma significativa o agronegócio na região (FAHOR, 2009).

As indústrias do setor metal-mecânico da Região Fronteira Noroeste, surgidas na década de 1940, visavam a produção ferramentas manuais e implementos de tração animal para o trabalho na agricultura. Mais tarde, essas empresas passaram pelo contexto da modernização da agricultura, em que houve um aumento da demanda por equipamentos cada vez mais sofisticados de cultivo da terra, plantio, colheita, transporte, armazenagem e comercialização da produção, principalmente de grãos (TRENNEPOHL; KOHLER, 2016).

Desse modo, algumas dessas empresas conseguiram incorporar avanços tecnológicos e alcançaram elevados índices de crescimento em sua capacidade produtiva. Isso possibilitou que elas empreendessem parcerias de cooperação tecnológica com grandes grupos multinacionais que acabaram adquirindo seu controle acionário. Como consequência, o setor assumiu dinâmica própria, com horizonte de planejamento estratégico em escala internacional, constituindo-se em atividade exportadora de produtos industriais (TRENNEPOHL; KOHLER, 2016).

O polo metal-mecânico da Região Fronteira Noroeste comporta uma das principais atividades econômicas praticadas na região sendo responsável pela geração de emprego e renda e movimentando de forma significativa a economia local (FAHOR, 2009). Nesse contexto, empresas multinacionais como a AGCO, localizada em Santa Rosa, e a John Deere, localizada em Horizontina, lideram um processo produtivo que, além de movimentar o agronegócio, é responsável por consolidar esse polo industrial direcionado para o setor agrícola (FAHOR, 2009).

Nesse complexo industrial, a AGCO e a John Deere caracterizam-se como indústrias motrizes que impulsionam a dinâmica do crescimento econômico regional, atuando como agentes motores desse processo. A instalação dessas montadoras de maquinário automotriz deu espaço para que se formassem diversas empresas menores na região, articuladas em uma rede de empresas fornecedoras. Essa rede caracteriza-se como uma estrutura de mercado oligopsonista⁸ constituída por empresas satélites, normalmente pequenas e/ou médias empresas, que fornecem insumos para as montadoras.

A formação desse complexo industrial remonta ao processo de terceirização iniciado na década de 1990 pela AGCO e pela John Deere. Nessa época, eram fabricadas em Santa Rosa e região cerca de 60,00% das colheitadeiras produzidas no Brasil (ACISAP, 2014). A dinâmica introduzida por esse processo configura-se como um expoente no que concerne à divisão do trabalho inerente ao setor, sendo responsável por estimular a criação de um conjunto de empresas satélites produtoras dos mais variados tipos de peças e componentes utilizados nas máquinas produzidas pela AGCO e pela John Deere. Aos poucos, essas empresas satélites diversificaram sua linha de produção para atender a demanda de outros setores, o que foi possível por meio de investimentos em tecnologias variadas que possibilitaram ampliar sua capacidade produtiva (ACISAP, 2014).

⁸ Uma estrutura de mercado oligopsonista é caracterizada pela existência de poucos compradores (PINDYCK; RUBINFELD, 2010).

As firmas menores localizadas no entorno de Santa Rosa e demais municípios da região, na maioria dos casos, fabricam peças e componentes para as montadoras de maquinário agrícola de maior porte e complexidade. Observam-se, desse modo, relações de subcontratação entre as empresas fabricantes de peças e componentes e as empresas fabricantes de maquinário automotriz (tratores e colheitadeiras) (ABDI, 2013).

Essas relações de subcontratação entre as empresas satélites do polo e as montadoras de maquinário automotriz, são de natureza estável. Na maioria das vezes, envolvem também relações de cooperação e aprendizado, considerando-se que AGCO e a John Deere, por serem grandes responsáveis pela demanda de produtos das firmas de menor porte localizadas no polo, acabam influenciando a trajetória de desenvolvimento e de capacitação produtiva e até inovativa dessas pequenas e médias empresas (ABDI, 2013).

Atualmente, as empresas que integram o polo metal-mecânico da Região Fronteira Noroeste contam com a mais alta tecnologia para o desenvolvimento de seus produtos, como máquinas de alto desempenho e robôs de produção, possibilitando que elas atendam às mais variadas demandas de indústrias de ponta (ACISAP, 2014). Nesse sentido, é importante destacar que as empresas satélites do polo, além de fornecerem produtos para as montadoras de maquinário automotriz, também fabricam suas próprias peças, para linha automotiva, naval e para máquinas pesadas (ACISAP, 2014). Em razão disso, essas pequenas e médias empresas consolidaram-se como produtoras dos mais diversos tipos de peças e componentes utilizados na produção de suas próprias máquinas, tratadas como implementos agrícolas mais simples, e também na produção de máquinas de outras empresas do ramo, como a Terex, a Agrale, a Randon e as empresas vinculadas ao Grupo Kepler Weber (ACISAP, 2014).

É importante destacar que as empresas do polo metal-mecânico da Região Fronteira Noroeste têm realizado investimentos significativos em tecnologia metal-mecânica. Observa-se que na linha de produção dessas empresas, a tecnologia da informação tem contribuído de forma decisiva para melhorar o fator competitividade, atuando em dois eixos principais: a) robotização de tarefas competitivas e perigosas; e b) adoção de inovações para o controle de materiais usando etiquetas eletrônicas (ACISAP, 2014).

Um fator que contribui positivamente para o desempenho do polo metal-mecânico da região é a presença de universidades e escolas técnicas. Essas, além de qualificar e capacitar profissionais para atuarem no setor, desenvolvem projetos integrados junto aos poderes público e privado visando o crescimento e o desenvolvimento econômico regional. Pode-se citar como exemplos a Universidade Regional de Ijuí (com campus em Santa Rosa), o Instituto Federal Farroupilha (Santa Rosa), a Faculdade Horizontina (Horizontina), a Faculdade Três de Maio (Três de Maio), as Faculdades Integradas Machado de Assis (Santa Rosa), o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial do Rio Grande do Sul (Santa Rosa), dentre outras instituições que oferecem formação nos níveis técnico, superior e de pós-graduação (ACISAP, 2014).

Em consonância a isso, torna-se evidente a importância de realizar investimentos em capital humano como um fator de diferenciação capaz de contribuir para o desempenho econômico regional em diferentes segmentos. Verifica-se, dessa forma, que a região concentra um conjunto de firmas industriais voltadas à fabricação de máquinas e implementos agrícolas, bem como uma infraestrutura educacional e institucional que fornece suporte ao desenvolvimento dessas atividades produtivas (ABDI, 2013).

Observa-se que o complexo industrial formado pelas indústrias motrizes e empresas satélites da Região Fronteira Noroeste caracteriza-se como um regime não concorrencial e de concentração territorial. Verifica-se também a existência de efeitos de encadeamento⁹ inerentes à indústria motriz e às empresas satélites, sendo identificados os efeitos para frente e os efeitos para trás, como destaca Kon (1999) em análise da empresa montadora incorporada ao complexo industrial automobilístico. Na perspectiva do polo metal-mecânico, a instalação da AGCO e da John Deere na região, as indústrias motrizes, deu suporte ao aparecimento de pequenas e médias empresas metalúrgicas fornecedoras de peças (efeitos para trás), e de outras atividades, principalmente relacionadas ao setor de serviços (efeitos para frente), como consórcios, serviços de manutenção, financiadoras, concessionárias, dentre outras.

O polo metal-mecânico da Região Fronteira Noroeste constitui o segundo polo metal-mecânico do estado do RS, contando com uma produção consideravelmente diversificada, que abrange também equipamentos para armazenagem (como silos, armazéns, secadores, classificadores, balanças e elevadores de grãos), estruturas

⁹ Considerando-se que a AGCO e a John Deere caracterizam-se como indústrias motrizes que lideram o processo de crescimento econômico regional e que no seu entorno formou-se um complexo de empresas satélites articuladas em uma rede de empresas fornecedoras, implicando em relações de subcontratação que se procedem de forma estável, está intrínseco a esse processo um conjunto de efeitos de encadeamento. Sabe-se que a indústria motriz apresenta efeitos de encadeamento superiores à unidade, caracterizando-se pela efetiva dimensão desses efeitos, de forma que passa a exercer impulsos motores significativos sobre a economia regional, de modo que esses efeitos de encadeamento se manifestam pelas compras e pelas vendas da atividade em questão (SOUZA, 2009).

metálicas e peças para a indústria automotiva (TRENNEPOHL; KOHLER, 2016). No entanto, existem gargalos relacionados ao reduzido mercado consumidor local, à necessidade de importar sua matéria-prima e aos elevados custos de transferência de sua produção final. Isso implica que as empresas mais dinâmicas do polo desenvolvam planos e projetos de expansão através de unidades industriais localizadas em outras regiões, o que representa riscos iminentes de perda de competitividade para a Região Fronteira Noroeste (TRENNEPOHL; KOHLER, 2016).

É em virtude desses gargalos que a inovação assume um papel crucial no sentido de viabilizar a permanência das pequenas e médias empresas da região operando no mercado, tendo em vista sua importância econômica como unidades geradoras de emprego e renda resultando no crescimento econômico regional. Nesse sentido, a inteligência competitiva, enquanto ação estratégica abarca potencialidades que podem contribuir significativamente para que essas empresas sobrevivam em um ambiente caracterizado como incerto, indefinido e descontínuo.

É importante destacar como a inovação pode contribuir gerando externalidades positivas para as empresas localizadas na região e, conseqüentemente, para a própria região. Henriques et al. (2008), em estudo acerca do papel da inovação tecnológica como um fator que contribui para tornar as pequenas e médias empresas do setor sucroalcooleiro mais competitivas, destacam que essa ferramenta, ao permitir melhoria nos processos, aumento de produtividade e agregação de valor aos produtos, cria um diferencial nesse mercado. Os autores enfatizam que a inovação configura-se como um componente fundamental para o processo produtivo e nem sempre requer alta tecnologia, podendo envolver inovação de processos, descoberta de novos nichos de mercado ou novas aplicações para um produto.

No caso da indústria metal-mecânica como a tecnologia já está consideravelmente difundida, as diferenças técnicas passam a ser pequenas entre os produtos ofertados pelas firmas. Como consequência, as marcas irão diferenciar-se especialmente no suporte pós-venda e no atendimento ao cliente (ABDI, 2013). Diante disso, a qualidade do atendimento acaba reforçando a própria marca, implicando que a fidelização a determinada marca passe a estar relacionada principalmente à assistência técnica e à presteza desse serviço (ABDI, 2013).

4.2 Importância da inovação para as empresas metalúrgicas

O complexo de máquinas e implementos agrícolas caracteriza-se, além da inovatividade, também pelo fato de ser a própria empresa a grande responsável pelas inovações, que, geralmente, são de natureza incremental e baseiam-se em processos de *learning by using* e *learning by doing*, característica comum nos casos em que as firmas inovam sozinhas (ABDI, 2013). Essas empresas, ao implementarem inovações de produto e processo, visam atingir ganhos futuros de competitividade e são motivadas pela expectativa futura de maiores lucros (ABDI, 2013). Nesse sentido, torna-se relevante destacar como a inovação é incorporada pelas empresas, fazendo-se distinção entre as pequenas, as médias e as grandes, uma vez que tal segmentação permite uma melhor apreensão de como as firmas do setor metalúrgico inovam.

Nas pequenas empresas, o desenvolvimento da inovação, seja de produto ou de processo, ocorre com mais frequência em cooperação com outras empresas e institutos ou, até mesmo, é realizado por outras empresas ou institutos (ABDI, 2013). Isso é atribuído à necessidade que as pequenas empresas têm de buscarem, junto a outros colaboradores, subsídios e capacitações para implementar novidades tecnológicas que não estão ainda internalizadas. O foco reside em firmar esquemas cooperativos que possibilitem contornar limitações de capacitações, o que não implica, necessariamente, que não exista prévia capacitação para a compreensão do conteúdo do conhecimento envolvido (ABDI, 2013).

Nas pequenas empresas, o maior destaque é dado à aquisição de tecnologia incorporada aos bens de capital e, na sequência, ao treinamento. Isso é coerente com tal porte de firma, que tende a ter acesso ao conhecimento tecnológico via incorporação de máquinas e equipamentos e se vale do treinamento como atividade complementar de capacitação (ABDI, 2013). Já nas médias e grandes empresas, tanto as atividades de P&D (pesquisa e desenvolvimento) quanto de projeto ou desenho industrial, recebem maior relevância, enfatizando a realização de atividades inovativas dentro da própria firma (ABDI, 2013).

Deve-se destacar que nas grandes empresas existe uma maior diversificação das atividades inovativas empreendidas, incluindo-se nesse segmento: a) a aquisição de máquinas e equipamentos que implicam em significativas melhorias tecnológicas de produtos e processos ou que estejam associadas a novos produtos e processos; b) a aquisição de outras tecnologias (softwares, licenças ou acordos de transferência de tecnologia tais como patentes, marcas, segredos industriais); e c) os programas de treinamento orientados à introdução de

produtos e processos tecnologicamente novos ou significativamente melhorados (ABDI, 2013).

São diversos os impactos que as inovações de produto e processo exercem sobre as empresas do setor metal-mecânico. Nas pequenas empresas, o aumento da qualidade dos produtos e a possibilidade de manutenção da participação da empresa no mercado pontuam como os mais importantes, seguidos pelo aumento da produtividade (ABDI, 2013). Nas médias empresas, a ampliação da gama de produtos ofertados e a manutenção e/ou ampliação da participação no mercado interno, recebem o mesmo grau de importância (ABDI, 2013). Nas grandes firmas, há três impactos empatados em grau de relevância: a) o aumento da produtividade da empresa; b) o aumento da qualidade dos produtos; e c) a ampliação da participação da empresa no mercado externo (ABDI, 2013).

Em síntese, para as pequenas empresas inovar é uma condição importante para que permaneçam atuantes e mantenham sua participação no mercado (ABDI, 2013). Para as médias empresas, a inovação, além de ser uma condição para manter sua participação no mercado, permite-lhes também explorar economias de escopo¹⁰, possibilitando ampliar sua participação no mercado interno (ABDI, 2013). Para as grandes empresas, a inovação propicia que se amplie a participação no mercado e possibilita que se conquiste o mercado externo, viabilizando uma inserção mais efetiva nesse nicho (ABDI, 2013).

5 Conclusões

Os resultados da pesquisa permitem concluir que nas pequenas empresas do setor metalúrgico o desenvolvimento da inovação está condicionado, normalmente, à cooperação com outras empresas e institutos, de modo que o maior destaque é dado à aquisição de tecnologia incorporada aos bens de capital. Por outro lado, nas médias e grandes empresas deste segmento industrial é possível observar a realização de atividades inovativas dentro da própria firma, expressas tanto em forma de P&D quanto em atividades relacionadas a projeto e/ou desenho industrial.

Em virtude da capacidade de geração de emprego e renda inerente às empresas que compõem o polo metal-mecânico da Região Fronteira Noroeste do RS, Brasil, e do estado atual do ambiente organizacional, caracterizado pela competitividade acirrada entre as organizações, a inovação apresenta-se como um elemento essencial para a garantia da sobrevivência dessas empresas no mercado. Nesse sentido, a busca pela implementação de atividades inovativas deve acompanhar o planejamento dessas empresas enquanto estratégia competitiva para que possam garantir-se operantes no mercado, gerando emprego e renda.

Referências

- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). 2016. Estudo de caso: O arranjo de máquinas e implementos agrícolas pós-colheita do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://portalapl.ibict.br/export/sites/apl/galerias/Biblioteca/APL_Equipamentos_Agricolas_RS.pdf>. Acesso em: 23 fev.
- ASSOCIAÇÃO COMERCIAL, INDUSTRIAL, SERVIÇOS E AGROPECUÁRIA DE SANTA ROSA (ACISAP). 2014. Fronteira Noroeste: região estratégica para potencializar investimentos.
- BIANCHI, M. 2013. Diversificação produtiva do *cluster* metal-mecânico agrícola da Região Fronteira Noroeste do estado do Rio Grande do Sul: uma análise de sua trajetória a partir dos mecanismos de transbordamento (*spillover*) e *spin-off*. 2013. 248 f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BUAINAIN, A. M. et al. 2005. Propriedade intelectual e inovação tecnológica: algumas questões para o debate atual. In: Futuro da Indústria: cadeias produtivas: coletânea de artigos, Brasília: MDIC. 209 p.
- CARON, A. 2003. Inovações tecnológicas nas pequenas e médias empresas industriais em tempos de globalização - O Caso do Paraná. Curitiba. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina.
- FACULDADE HORIZONTAL (FAHOR). 2009. Um modelo de gestão do desenvolvimento para o setor industrial metal-mecânico da região Fronteira Noroeste do Rio Grande do Sul, através da gestão ambiental. Disponível em: <http://www.fahor.com.br/publicacoes/2009_modelo_gestao_desenvolvimento.pdf>. Acesso em: 20 out. 2015.

¹⁰ Economias de escopo ocorrem quando a produção conjunta de uma única empresa é maior do que aquilo que poderia ser produzido por duas empresas diferentes, cada uma das quais gerando um único produto (PINDYCK; RUBINFELD, 2010).

- FALSARELLA, O. M.; JANNUZZI, C. A. S. C.; SUGAHARA, C. R. 2014. Planejamento estratégico empresarial: proposta de um sistema de inteligência organizacional e competitiva. *Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, Campinas, v. 12, n.2, p. 193-216, mai./ago.
- FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA (FEE). 2015. Mapas. Disponível em: <http://mapas.fee.tche.br/wp-content/uploads/2009/08/corede_fronteranoroeste_2008_municipios.pdf>. Acesso em: 28 out. 2015.
- HENRIQUES, Z. S. et al. 2008. Estratégias de inovação das empresas metalúrgicas no setor sucroalcooleiro de Piracicaba. *RAI – Revista de Administração e Inovação*, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 92-111.
- KON, A. 1999. *Economia Industrial*. São Paulo: Nobel.
- MACULAN, A. M. 2003. Ambiente empreendedor e aprendizado das pequenas empresas de base tecnológica. In: LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E.; MACIEL, M. L (Orgs). *Pequena empresa: cooperação e desenvolvimento local*. Rio de Janeiro: Relume Dumará: UFRJ, p. 311-327.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. 2009. **Técnicas de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Editora Atlas S. A.
- MEDINA; J. M.; LAVÍN, J.; MORA, A.; DE-LA-GARZA, I. 2011. Influence of information technology management on the organizational performance of the small and medium-sized enterprises. *Revista Innovar Journal*, v. 21, n. 42, p. 129-138, oct./dez.
- NORUZY, A. et al. 2012. Relations between transformational leadership, organizational learning, knowledge management, organizational innovation, and organizational performance: an empirical investigation of manufacturing firms. *Int J Adv Manuf Technol*, 64, p.1073–1085, mar.
- ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). 2005. *Manual de Oslo: Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação*. 3 ed. Brasília: FINEP.
- PEREIRA, A. G.; CIANCONI, R. B. 2008. Potencial de atuação do bibliotecário em atividades de inteligência organizacional: estudo de casa na Universidade Federal Fluminense. *TransInformação*, Campinas, 20(1), p. 83-98, jan./abr.
- PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. 2010. *Microeconomia*. São Paulo: Pearson Education do Brasil. 647 p.
- POSSAS, M. 1991. Concorrência, inovação e complexos industriais: algumas questões conceituais. *Cadernos de Ciência e Tecnologia*, Brasília, v. 8, n. 1/3, p. 78-97.
- SILVA, J. C. T. da; PLONSKI, G. 1999. A. Gestão da tecnologia: desafios para as pequenas e médias empresas. *Produção*, Rio de Janeiro, v. 9, n.1, p. 31-40.
- SOUZA, N. J. de. 2009. *Desenvolvimento regional*. São Paulo: Atlas S. A.
- TAVARES, F. M.; MUNIZ, J. M.; VALLADARES, P. S. A.; PINTO, S. L. GUIMARÃES, J. L. S. 2015. Perfil das PME'S calçadistas da Região do Cariri Cearense: uma contribuição ao desenvolvimento regional. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v. 11, n. 2, p. 246-262, mai./ago.
- TRENNEPOHL, D.; KOHLER, R. 2016. Perspectivas para as atividades econômicas da região Fronteira Noroeste do Rio Grande do Sul, segundo os quocientes locacionais. Disponível em: <http://redcidir.org/nueva2014/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=445:PERSPECTIVAS%20PAR%20A%20REGI%C3%83O%20FRONTEIRA%20NOROESTE&id=22:i-simposio-2008&Itemid=534&start=20&lang=es>. Acesso em: 23 fev.
- VILHA, A. M. 2014. Inovar Para Competir: Reflexões sobre Práticas de Gestão de Inovação Tecnológica em Pequenas e Médias Empresas. In: Encontro da ANPAD - EnANPAD, 38º, Rio de Janeiro (RJ), 13 e 14 de setembro. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2014_EnANPAD_GCT776.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2016.
- VILHA, A. M. 2013 Práticas de gestão de inovação tecnológica: proposição de um modelo para pequenas e médias empresas brasileiras. *Gestão & Conexões: Management and Connections Journal*, Vitória (ES), v.2, n.1, p.116-146, jan./jun.
- ZORTEA-JOHNSTON, E.; DARROCH, J.; MATEAR, S. Business orientations and innovation in small and medium sized enterprises. *Int Entrep Manag J*, 8: p. 145-164, mar. 2011.

26TC-A5-Desoneração da Folha de Pagamento no Ramo da Construção Civil: Um Estudo de Caso

Anelise Bruna da Silva
(anelisebsilva@hotmail.com - ULBRA)

Cláudia de Freitas Michelin
(claudiamichelin@ulbra.edu.br - ULBRA)

Filipe Possatti Campanhola
(filipe.campanhola@ufsm.br - PPGEP/UFSM)

Bruno da Silva Leal
(leal.eletrica@gmail.com - PPGEP/UFSM)

Julio Cezar Mairesse Siluk
(jsiluk@ufsm.br – PPGEP/UFSM)

Resumo

As mudanças ocorridas na forma de recolhimento da contribuição patronal do INSS (Instituto Nacional da Seguridade Social) chamam a atenção nos impactos causados no setor da construção civil, exigindo que as organizações reavaliem seus custos por obras. Este artigo foi desenvolvido com o intuito de identificar e comparar as mudanças, as vantagens/desvantagens previdenciárias ocorridas na forma de recolhimentos do INSS com a desoneração da folha de pagamento. Esta necessidade de reavaliação surgiu pelo fato de que a desoneração da folha de pagamento traz o princípio de ser uma vantagem às organizações, mas deve-se ter muito cuidado, pois cada organização exige um estudo mais aprofundado para saber se há ou não tal vantagem. Neste artigo utilizou-se o método da pesquisa exploratória e descritiva, além da pesquisa documental, a qual se caracterizou pela utilização de planilhas, de cálculos, de recolhimentos e documentos fiscais. Como resultado de pesquisa, identificaram-se as formas de recolhimento da contribuição patronal do INSS, os percentuais das alíquotas aplicados sobre o faturamento mensal em contrapartida da desoneração da folha de pagamento, a redução da alíquota de INSS retido sobre as notas de serviços das matrículas CEI's (Cadastro Específico do INSS) desoneradas, a observação sobre as datas das matrículas CEI's. Com base nos resultados e análises, conclui-se que a desoneração da folha de pagamento pode ser uma vantagem como também pode ser uma desvantagem para a construção civil, dependendo diretamente do faturamento e notas fiscais emitidas para cada obra.

Palavras chave: desoneração da folha de pagamento, contribuição previdenciária, construção civil.

1 Introdução

Com a globalização e o período de intensa competitividade atual, o mundo passa por uma revolução radical, com impactos nas áreas política, econômica, tecnológica e social. Para as empresas que não atingiram o nível de desenvolvimento desejado, esses impactos levaram a um crescente distanciamento em relação àquelas detentoras de tecnologias e vantagens competitivas. A visão orientada para o futuro é a base para o caminho rumo a uma maior sustentabilidade e fortalecimento da capacidade para aproveitar as oportunidades futuras em uma economia globalizada (Dickel *et al*, 2015)

Assim, as mudanças ocorridas na forma de recolhimento do INSS (Instituto Nacional do Seguro Social) da contribuição previdenciária, chamam a atenção nos impactos causados principalmente no setor da construção civil para o aumento da competitividade e sustentabilidade. A desoneração da folha de pagamento, instituída pela Lei 12.546/2011, elimina o recolhimento da contribuição previdenciária patronal de 20% que incide sobre a folha de pagamento dos funcionários, e em substituição a este recolhimento incidirá a contribuição

previdenciária de 1% ou 2% sobre a receita bruta, alíquota essa que varia conforme atividade da organização.

O ramo da construção civil é um importante segmento no que diz respeito à contratação de empregados, com grande representatividade no PIB (Produto Interno Bruto). Desonerar a folha de pagamento desse setor a princípio é visto como uma grande vantagem, porém, esta análise se faz necessária, levando em consideração a organização, as atividades da organização, as obras, e as datas de abertura das matrículas CEI's (Cadastro Específico do INSS).

Assim, este trabalho teve como objetivo levantar dados para comparar e demonstrar as duas formas de recolhimento do INSS patronal: desonerada e não desonerada. Ainda, com este estudo aprofundado pretendeu-se verificar se a desoneração da folha de pagamento será uma vantagem ou desvantagem à empresa Vianna Empreendimentos Imobiliários Ltda.

2 Referencial Teórico

Como base para a realização desta pesquisa, este capítulo traz a fundamentação necessária para o conhecimento dos conceitos de Construção Civil, Previdência Social no Brasil, Encargos Sociais antes Desoneração, Lei 12.546/2011 (Brasil, 2011), Desoneração da Folha de Pagamento.

2.1 Previdência social no brasil

A Previdência Social (Brasil, 2015) é um seguro social ao qual garante renda a seus contribuintes quando estes, por algum motivo, tais como doença não relacionada ao trabalho, doenças decorrentes do trabalho, gravidez, acidentes e etc., não poderem exercer suas atividades laborais. Essa renda pode ser a aposentadoria por idade, por tempo de contribuição, por invalidez, auxílio acidente, auxílio doença, pensões, salário-maternidade e assistência social.

Hoje, segundo dados da Previdência Social (2015) a mesma é avaliada como uma das maiores distribuidoras de renda do país. Em janeiro de 2015, foram desembolsados cerca de R\$ 432,9 milhões no pagamento de 373,5 mil benefícios, como aposentadorias, pensões e auxílio-doença. Em relação ao mês anterior, a quantidade de benefícios concedidos cresceu 1,11% e o valor de benefícios concedidos aumentou em 9,23%. Hoje possui a nomenclatura de Ministério da Previdência Social e Instituto Nacional do Seguro Social.

2.1.1 Instituto Nacional do Seguro Social - INSS

O INSS é uma autarquia do Governo Federal vinculada ao Ministério da Previdência Social, ao qual tem por finalidade promover o reconhecimento de direito ao recebimento de benefícios administrados pela Previdência Social, assegurando agilidade, comodidade aos seus usuários e ampliação do controle social. Pois recebe as contribuições para a manutenção do Regime Geral da Previdência Social e é responsável pelo pagamento de aposentadorias, pensões por morte, auxílio-doença, auxílio-acidente e outros benefícios. O INSS trabalha junto à Dataprev (Empresa de Tecnologia e Informações da Previdência Social), conforme Art. 1º do Decreto 7.556/11.

2.1.2 A Seguridade Social na Constituição Brasileira

Em 1988 a Constituição Federal (Brasil, 1988, p. 1), que também foi chamada de Carta Magna, refere-se à seguridade social como “um conjunto integrado de ações de iniciativa dos Poderes Públicos e da sociedade, destinadas a assegurar os direitos relativos à saúde, à previdência e à assistência social”, citado no Artigo 194.

A Seguridade Social originou-se da necessidade social de se estabelecer métodos de proteção contra os variados riscos ao ser humano.

Sabe-se que os benefícios que a Previdência Social concede aos seus segurados e contribuintes não são privilégio de toda a população economicamente ativa. De acordo com Castro e Lazzari (2006, p. 71), esses são beneficiados pelo Regime Geral da Previdência Social (RGPS), onde somente aqueles que, mediante contribuição nos termos da lei, fizerem jus aos benefícios, não sendo abrangidos por outros regimes específicos de seguro social. Ou seja, um grupo de pessoas as quais estejam amparadas pela sua qualidade de segurado.

2.1.3 Sistemas Contributivos e Não Contributivos

Coimbra (2001, p. 234) relata que o sistema contributivo está embasado em contribuição dos segurados, no todo ou em parte, o qual reflete-se na coletividade, tanto quanto outro que se funde na arrecadação de tributos. O

sistema contributivo pode ser rateado também conforme a forma de recolher os recursos: em sistemas contributivos de repartição ou de capitalização. O sistema contributivo de capitalização é aquele adotado nos planos individuais de previdência privada, bem como nos “fundos de pensão”, os quais são entidades fechadas de previdência complementar (Castro e Lazzari, 2006, p. 61).

Já o sistema não contributivo, qualquer cidadão que paga tributos ao Governo é considerado contribuinte indireto da Previdência Social. Segundo Castro e Lazzari (2006), a arrecadação não é realizada em um tributo específico, mas sim em um percentual da totalidade de tributos arrecadados pelo Governo, embutidos nos produtos e serviços que o cidadão consome.

2.2 Legislação e desoneração da folha de pagamento

A Lei 12.546/11, publicada em 14 de dezembro de 2011, regulamentou a Desoneração da Folha de Pagamento. Esta legislação exclui a Contribuição Previdenciária Patronal de 20% sobre a folha de pagamento e passa a vigorar a contribuição sobre a receita bruta. As alíquotas que incidem sobre o faturamento bruto das empresas enquadradas na desoneração e que estão previstas na Lei 12.546/11, são de 2,00% e 1,00%.

Sabe-se que nem todas as empresas podem participar dessa mudança. Somente as empresas que se enquadram nas atividades econômicas e/ou têm seus produtos listados na Lei nº 12.546/11 ou em alguma Medida Provisória podem participar, porém todas as empresas enquadradas na desoneração da folha de pagamento são obrigadas a aderir esta nova forma de tributar. Conforme previsto, na Lei 12.546/2011, houve mudança também na guia de recolhimento da Contribuição Patronal. Com essa alteração, a contribuição sobre a receita bruta deverá ser recolhida por meio de DARF (Documento de Arrecadação de Receitas Federais), nos códigos de recolhimento 2985 e 2991: Contribuição Previdenciária Sobre Receita Bruta – Serviços e Contribuição Previdenciária Sobre Receita Bruta – Indústria, respectivamente.

2.2.1 Lei 12.546/2011

A Lei nº 12.546/2011 foi decretada e sancionada em 14 de dezembro de 2011, pelo Congresso Nacional, no mandato da Presidenta Dilma Rousseff, onde esta exclui a Contribuição Previdenciária Patronal de 20% sobre a folha de pagamento e passa a vigorar a contribuição sobre a receita bruta. Dessa forma, a referida Lei 12.546/2011 (Brasil, 2011) altera a forma de trabalhar das empresas afetadas. É uma lei bastante minuciosa e ressalta muitos artigos que devem e precisam receber a devida atenção por parte das empresas afetadas por ela.

2.3 Desoneração da folha de pagamento

Scherer (2012) diz que a desoneração da folha visa, na perspectiva do governo, contribuir para maior competitividade externa dos produtos brasileiros pela exclusão das receitas de exportação da base de cálculo da nova forma de contribuição. Com isso, as exportações deixam de ter nos custos de produção a CPP (Custo de Produção do Período), sem sofrerem a tributação compensatória. Ou seja, há uma redução total do custo com o encargo patronal sobre a folha na produção para exportação.

A Lei 12.546/2011 está vigorando por tempo indeterminado. A Desoneração da Folha de Pagamento isenta as empresas de recolher a Contribuição Patronal Previdenciária e, em contrapartida, deverá recolher em guia própria o DARF (Documento de Arrecadação de Receitas Federais) de 1% ou 2% sobre o seu faturamento bruto. As notas fiscais de serviços e mão de obra sofrem retenção de INSS de 11% sobre o valor bruto, porém para as notas fiscais das obras desoneradas esta alíquota é reduzida para 3,5%.

Sendo assim, as organizações devem estar atentas e preparadas para os detalhes que a Lei 12.546/2011 (Brasil, 2011) apresenta, verificando sempre no ato da confecção das notas fiscais de prestação de serviço se a referida receita advém de uma obra desonerada ou não, para saber qual alíquota de INSS deve ser aplicado e retido na nota fiscal.

2.3.1 Empresas em Geral Desoneradas

Várias empresas de diversos ramos e atividades foram enquadradas obrigatoriamente na desoneração da folha de pagamento, sem poder optar ou não pela nova regra de tributação, a qual é regulamentada pelas Leis 12.546/11 e 12.715/12. O Ministério da fazenda (Brasil, 2015) ressalta que no total são 56 setores enquadrados na desoneração da folha de pagamento, incluindo o setor da Construção Civil, Comércio Varejista, Hotéis e Similares, Engenharia e Arquitetura, Tecnologia da Informação e Comunicação, entre outros.

2.3.2 Base de Cálculo da Receita Bruta

Há algumas situações em que deverão ser feitas exclusões da base de cálculo da contribuição. A legislação tem previsão de exclusão da base as vendas como, por exemplo, as que foram canceladas, descontos concedidos e alguns tipos de impostos específicos, tais como o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) – se abrangido na receita bruta, o Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transportes Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS), quando cobrado pelo vendedor dos bens ou prestador na condição de substituto tributário.

2.3.3 Desoneração na Construção Civil e alterações na Lei 12.546/2011

A indústria da construção civil nos últimos tempos vem enfrentando uma queda nos negócios e os altos custos incidentes sobre a folha de pagamento inibem que o setor se desenvolva. Por meio da Medida Provisória nº 612, de 04 de abril de 2013, o Governo Federal aprimorou a desoneração da folha de pagamento da Construção Civil. Esta, ainda, explica mais claramente o Inciso I, ao qual diz que as obras que tiveram suas matrículas CEI's cadastradas a partir do dia 1º de abril de 2013 recolherão o INSS de forma desonerada. Ou seja, deixarão de recolher o INSS patronal de 20% sobre a folha de pagamento e recolherão a CPRB (Contribuição Previdenciária sobre a Receita Bruta) de 2% sobre as receitas obtidas por meio destas, as quais são recolhidas por meio de DARF. Já para as obras matriculadas no CEI até o dia 31 de março de 2013, deverão continuar recolhendo o INSS Patronal, ou seja, recolherão normalmente os 20% sobre o total da folha de pagamento dos funcionários dessas obras, esta que é recolhida mediante GPS (Guia da Previdência Social), como já vinham fazendo. Carvalho (2015) apresenta o cálculo dessa proporcionalidade de CEI, dessa forma o quadro a seguir vem a esclarecer como deve-se proceder nesses casos em que uma construtora possua várias matrículas CEI's, onde uma deve ser desonerada e a outra não.

Quadro 1: Cálculo de Proporcionalidade de CEI

RECEITA BRUTA TOTAL: R\$ 100.000,00	
Receita de Obra (CEI aberto até 31/03/2013): R\$ 70.000,00 (70%)	
Receita de Obra (CEI aberto a partir 01/04/2013): R\$ 30.000,00 (30%)	
FOLHA DE PAGAMENTO TOTAL: R\$ 20.000,00 (CPP DE 20%= R\$ 4.000,00)	
Recolher DARF: R\$ 30.000,00 x 2% = R\$ 600,00	Recolher GPS: R\$ 4.000,00 x 70% = R\$ 2.800,00

Fonte: (Adaptado de Carvalho, 2015)

Observando o Quadro 1, percebe-se que o cálculo da DARF é feito de forma simples, onde aplica-se o percentual de 2% sobre o faturamento da matrícula CEI desonerada. Já no cálculo do GPS, em que a folha de pagamento foi de R\$ 20.000,00, aplica-se a alíquota da CPP de 20% e, após, aplica-se o percentual de 70% que representa o quanto aquela matrícula CEI possui do faturamento da empresa. Em fevereiro de 2015, a Presidente Dilma Rousseff lançou uma Medida Provisória, com força de lei, que ficou conhecida como a MP 669/15 (Brasil, 2015). Entre as alterações, esta MP trouxe novas alíquotas de contribuição sobre a CPRB, de 1% para 2,5% e, as alíquotas recolhidas em DARF passam de 2% para 4,5% com seus códigos pertinentes. Ainda, prevê a opção de desonerar ou não por matrícula CEI, ou seja, as construtoras poderão optar se desejam desonerar a obra X e/ou não desonerar a obra Y.

A MP 669/15 teria vigência a partir de 1º de junho de 2015, porém no dia 3 de março de 2015 o Presidente da mesa do Congresso Nacional, o senador Renan Calheiros, vetou a referida MP, tirando então a força de Lei que a MP possuía. Porém, em 31 de agosto de 2015 a Presidente Dilma Rousseff sancionou a Lei 13.161/2015 (Brasil, 2015) na qual aprova a MP 669 e altera as Leis nº. 12.546/2011, 12.780/2013, 11.977/2009 e 12.035. Conforme já previsto na MP, na Lei 13.161/2015 a desoneração passa a ser opcional, tendo sua opção feita mediante o pagamento da contribuição incidente sobre a receita bruta relativa à competência de abertura do CEI ou à primeira competência subsequente para qual tenha receita bruta apurada para a obra, a qual será irrevogável até o seu encerramento. Ainda, a alíquota de contribuição sobre a CPRB aumenta de 2% para 4,5%, a qual continua sendo recolhida em DARF. A vigência da referida Lei 13.161/2015 se deu a partir de novembro de 2015, e altera a saúde financeira e econômica das organizações, exigindo que as empresas afetadas tenham ainda mais controle e organização sobre suas obras e seus faturamentos já orçados.

2.3.4 Prestação Exclusiva de Serviços e Atividades Concomitantes

Nos casos onde a receita total deve ser desonerada, conforme orientação da Receita Federal do Brasil (2015), estima-se o valor de seu faturamento e excluem-se as deduções legais, calculando-se a alíquota de 2% sobre esse valor, o qual resultará no valor da contribuição devida recolhida em DARF, conforme o Quadro 2 abaixo:

Quadro 2: Cálculo da Prestação Exclusiva de Serviços

Faturamento (-) Deduções Legais	Alíquota	Valor da Contribuição a Recolher
R\$ 10.000,00	2%	R\$ 200,00

Fonte: (Adaptado de Dias, 2013)

Porém, para as empresas do ramo da construção civil, deve-se observar a data de cadastro do matricula CEI. Para as organizações que, além de serem construtoras são incorporadoras, ou pratiquem outras atividades que não se enquadram na desoneração da folha de pagamento, será necessário fazer o cálculo de proporcionalidade do CEI e também calcular proporcionalmente conforme as receitas totais obtidas por cada atividade. Na intenção de esclarecer o entendimento sobre a explicação e demonstração do assunto em questão, o Quadro 3 traz um exemplo prático e simples para que se possa entender na prática.

Quadro 3: Cálculo Atividades Concomitantes

RECEITA BRUTA TOTAL: R\$ 100.000,00	
Atividade Desonerada: R\$ 70.000,00	
Outras Atividades: R\$ 30.000,00 (30%)	
FOLHA DE PAGAMENTO TOTAL: R\$ 10.000,00 (CPP DE 20%= R\$ 2.000,00)	
Recolher DARF: R\$ 70.000,00 x 2% = R\$ 1.400,00	Recolher GPS: R\$ 2.000,00 x 30% = R\$ 600,00

Fonte: (Adaptado de Carvalho, 2015)

No Quadro 3, o cálculo demonstra que somando o valor referente ao DARF mais o valor referente a GPS resultará o mesmo valor que o total da CPP sobre a folha de pagamento, porém suponha-se que o total da folha de pagamento fosse de R\$20.000,00, onde a empresa recolheria R\$1.400,00 a menos do imposto. Carvalho (2015) ressalta que o valor que deixa de ser recolhido por conta da desoneração sobre a folha de pagamento deve ser informado na GFIP (Guia de Recolhimento do FGTS e de Informações à Previdência Social), como esta não possui campo específico para a desoneração, esse valor não recolhido deve ser informado no campo da compensação para haver a informação.

2.3.5 Regras Específicas para Aplicação da Desoneração

Ao lançar e instituir a desoneração da folha de pagamento, o Governo Federal criou regras específicas para as organizações, tanto para aquelas que possuem sua receita bruta composta por atividades desoneradas quanto para as que possuem atividades que continuarão recolhendo a contribuição previdenciária de 20% sobre a folha de pagamento, ou seja, atividades não desoneradas. Seguindo as orientações da Econet (2015), as empresas como as do setor de construção civil que se dedicam a outras atividades (não contempladas pela desoneração) deverão observar as seguintes regras para aplicação da desoneração da folha de pagamento, de forma exclusiva ou concomitante, conforme explicação no Quadro 4.

Quadro 4: Aplicação da Desoneração: Atividade Concomitante

Situação	Forma de Tributação
Receita bruta decorrente da atividade não desonerada igual ou inferior a 5% da receita bruta total	Aplicação da desoneração - Sem concomitância
Receita bruta decorrente da atividade não desonerada superior a 5% da receita bruta total	Aplicação da desoneração - Com concomitância

Fonte: (Governo Federal do Brasil, 2012)

Ou seja, se o valor auferido de atividades que não estão desoneradas for igual ou inferior a 5%, será aplicado apenas uma forma de recolhimento (por DARF e por GPS), pois será aplicado sobre a receita bruta total a alíquota de 2% recolhido por meio de DARF. No caso da construção civil, deverá ser recolhido e aplicado as regras da desoneração, observando as datas das matrículas CEI's sobre o total recebido das matrículas desoneradas. Porém, caso a receita auferida com as atividades não desoneradas forem superiores a 5%, deverão ser aplicadas as regras do cálculo de atividade concomitante, conforme demonstrado no Quadro 3. Essas regras citadas e exemplificadas estão regulamentadas no Artigo 6º do Decreto 7.828 de 16 de outubro de 2012.

As empresas que tiverem receitas de outras atividades não previstas nas atividades desoneradas, onde forem iguais ou superiores a 95% da receita bruta total, deverão recolher a Contribuição Previdenciária de 20% sobre a folha de pagamento, pois dessa forma não se enquadram nas regras para poderem desonerar.

2.4 Construção civil

Segundo o conceito da Receita Federal do Brasil (BRASIL, 2015), a obra de construção civil é: a construção, a demolição, a reforma, a ampliação de edificação ou qualquer outra benfeitoria agregada ao solo ou ao subsolo. Nos próximos tópicos serão apresentados dados históricos, aspectos gerais e a evolução econômica da indústria da construção civil.

2.4.1 Construção Civil: Histórico e Aspectos Gerais

A atividade da Construção Civil é um importante segmento na Economia Brasileira e um forte contribuinte para a Previdência Social. Este ramo é um dos maiores geradores de renda e empregos no Brasil, considerando-se que é um segmento muito antigo no mundo todo, onde fez-se necessário desde os primórdios. Segundo Zun (2015), o ramo da construção civil vinha crescendo constantemente, pois os incentivos de programas habitacionais e de construção concedidos pelo Governo Federal haviam contribuído muito para tal. Porém, segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), com dados levantados do ano de 2010 até o ano de 2014, percebe-se um decréscimo do ramo da construção civil em comparação a outros ramos e serviços, bem como em comparação aos anos anteriores

Segundo Fraga (2014), que alerta para os dados da APEOP (Associação Paulista de Empresários de Obras Públicas), o ano de 2014 para o ramo da construção civil registrou o seu pior resultado em 14 anos. Para o segundo semestre do ano de 2015 a APEOP previu um aumento de 1% no PIB. Porém em 2015, o setor de construção herdou diversos desafios deixados por 2014. Em 2014, o desempenho da economia foi fraco e a realização da Copa do Mundo colaborou para o saldo negativo do segmento da construção. O fato das obras e empreendimentos construídos terem sido acabados especialmente para a Copa e a diminuição do ritmo de construções durante o evento esportivo foram os grandes vilões deste decréscimo. Sobre a mão de obra, Dieese (Brasil, 2007) diz que a construção civil sempre foi um setor muito significativo para a economia do país, principalmente pelo fato de ser empregadora em potencial de mão de obra.

Percebe-se que a evolução do ramo da construção civil é significativa e teve momentos de altos índices de crescimento, incluindo no que se refere à maquinários, mão de obra e também à visível mudança na legislação. Porém, observa-se que neste momento a economia do ramo da construção civil está de certa forma estagnada, por vários motivos, sendo um deles o momento político que o Brasil está passando, momento esse de crises e redução de despesas.

3 Procedimentos Metodológicos

Conforme Gil (2010), toda pesquisa se inicia com algum tipo de problema de pesquisa ou questionamento. O desenvolvimento do presente trabalho se configurou em uma abordagem quantitativa, onde buscou-se descrever as alterações na forma do recolhimento do INSS Patronal e compreender a teoria analisada de forma a atender o objetivo traçado. Sobre a abordagem quantitativa, Gil (2010) afirma que é interessante considerar os vários aspectos que podem influenciar no fenômeno ou fato a ser estudado. Este trabalho pode ser classificado, quanto aos seus objetivos, como uma pesquisa com predominância exploratória. Quanto ao método de pesquisa a ser utilizado, pode-se enquadrá-lo como um estudo de caso, conforme classificado por Gil (2010). Procurou-se, assim, o aprofundamento das questões levantadas através da aplicação do instrumento de coleta de dados. A coleta de dados possui várias técnicas que, neste caso, se deram através da observação, planilhas e documentos.

Os resultados foram analisados de forma quantitativa, buscando compreender quais são as formas de

recolhimento do INSS patronal, de que maneira podem ser aplicadas em cada caso e as alíquotas a serem aplicadas. As variáveis definidas, que nortearam e orientaram o presente trabalho foram às seguintes: Faturamento Mensal, Folha de Pagamento Mensal, Datas das Matrículas CEI's, Recolhimento da Contribuição Previdenciária Patronal. O Quadro 5 apresenta essas variáveis.

Quadro 5: Variáveis da Pesquisa

VARIÁVEL	DEFINIÇÃO DA VARIÁVEL
Faturamento Bruto Mensal	A Lei nº 12.973, de 13 de maio de 2014 (BRASIL, 2014), diz que faturamento bruto seria o produto das operações próprias da pessoa jurídica sem as deduções legais.
Folha de Pagamento Mensal	Nela serão registrados mensalmente todos os proventos e descontos dos empregados. Deve ficar a disposição da fiscalização, da auditoria interna e externa e estar sempre pronta para oferecer informações necessárias à continuidade da empresa (OLIVEIRA, 2010).
Datas das Matrículas CEI's	A Receita Federal do Brasil (BRASIL, 2015) orienta que as organizações tenham um controle com as datas de abertura das matrículas CEI's, para ter a relação das obras que não sofrerão as mudanças na forma de recolhimento da contribuição previdenciária patronal e das obras que deverão desonerar a folha de pagamento.
Recolhimento da Contribuição Previdenciária Patronal	A Lei 12.546/2011 (BRASIL, 2011) prevê que a CPP corresponde ao recolhimento de 20% sobre o total das remunerações pagas, devidas ou creditadas a qualquer título durante o mês aos segurados empregados, trabalhadores avulsos e contribuintes individuais que lhe prestem serviços.

Fonte: (Governo Federal do Brasil, 2012)

4 Resultados

A pesquisa foi realizada na Empresa Vianna Empreendimentos Imobiliários Ltda, com acesso às informações da folha de pagamento e faturamento mensal da empresa, objetivando analisar, descrever e identificar as formas de recolhimento do INSS patronal. Buscando aumentar os lucros e permitir o crescimento das empresas, o controle e a redução de custos com folha salarial é uma das melhores opções para o atingimento desses objetivos que são comuns a todo tipo de organização (Dickel e Siluk, 2016). Primeiramente foram descritos os resultados e suas análises, divididos conforme as variáveis pesquisadas, finalizando com os quadros demonstrativos de cálculo que exibe os resultados mensais e quadros sintetizados ao final de cada período.

4.1 Variável faturamento mensal

Essa variável, na forma desonerada, é o fator que define qual o valor terá de ser recolhido em DARF.

4.2 Variável folha de pagamento mensal

A folha de pagamento mensal dos funcionários é a base de cálculo. Pode ser chamada também como base de contribuição, onde é sobre essa base de contribuição que a empresa recolhe o INSS patronal cuja alíquota pode ser de 29,5% para as não desoneradas ou 9,5% para as desoneradas.

4.3 Variável datas das matrículas CEI's

A data de abertura das matrículas CEI's é um detalhe decisivo, pois é esta informação que determinará se a obra terá sua folha de pagamento desonerada ou não desonerada. As obras que tiveram suas matrículas CEI's cadastradas a partir do dia 1º de abril de 2013 recolherão o INSS de forma desonerada. Já para as obras matriculadas no CEI até o dia 31 de março de 2013, deverão continuar contribuindo de forma não desonerada.

4.4 Variável recolhimento da contribuição patronal:

Esse percentual de 20% da contribuição patronal é o valor que a desoneração exclui dos recolhimentos de INSS, onde na forma desonerada esse percentual é mantido.

4.5 Resultados encontrados

Os quadros de demonstrativo de cálculo de INSS mensal, exemplificados e explicados, foram desenvolvidos a partir das análises das relações de cálculos da folha de pagamento, das alíquotas de INSS patronal aplicadas sobre as bases de contribuições da folha de pagamento e também das notas fiscais de serviços e mão de obra emitidas pela empresa Vianna Empreendimentos Imobiliários Ltda, sendo que as duas obras efetivamente estão obrigadas a desonerar e foram de fato desoneradas, por terem suas matrículas CEI's abertas após 1º de abril de 2013. Inicialmente foram demonstrados os quadros da Obra X – denominada ficticiamente – e após os quadros da Obra Y – também com nome fictício. A ordem dos quadros se deu da mesma maneira que a contabilidade é aplicada, em ordem cronológica, mês a mês de forma crescente.

A obra X teve início em 05/2014 e término em 03/2015, finalizando assim os saldos de compensação da forma desonerada em R\$ 11.479,30 e na forma não desonerada R\$ 40.710,30 mostrando o que foi visto mês a mês com a vantagem em não desonerar a folha de pagamento para a empresa Vianna Empreendimentos Imobiliários Ltda.

Quadro 6: Demonstrativo do Resumo Geral de Cálculo de INSS – Obra X

TOTAL	OBRA X DESONERADA	OBRA X NÃO DESONERADA
INSS TOTAL À PAGAR EM GPS	R\$ 4.326,23	R\$ 4.326,23
INSS TOTAL À PAGAR EM DARF	R\$ 11.308,04	R\$ -
SALDO TOTAL COMPENSAÇÃO INSS	R\$ 11.479,38	R\$ 40.718,38

Fonte: (Autores, 2016)

Analisando o Quadro 6, de demonstrativo de INSS da obra X, pôde-se afirmar que a forma desonerada recolheu em GPS o total de R\$ 4.326,23, recolheu em DARF o total de R\$ 11.308,04 e teve seu saldo de compensação de INSS final em R\$ 11.479,38. Já na forma não desonerada, o valor recolhido em GPS foi o mesmo de R\$ 4.326,23, porém não teve recolhimento em DARF e seu saldo final de compensação de INSS foi de R\$ 40.718,38.

Assim percebeu-se que não foi vantagem fiscal desonerar a folha de pagamento pelo valor pago em DARF e pelo baixo saldo de compensação de INSS ao final da obra X, indo ao encontro do que Máximo (2012) alegou que esse novo regime beneficia apenas uma pequena parcela das empresas, criando desigualdades dentro dos setores contemplados porque a desoneração representa uma vantagem fiscal para as empresas de grande porte, onde a folha de pagamento seria relativamente maior que seu faturamento bruto. Após analisados os demonstrativos de cálculos de INSS da Obra X, foram analisados os demonstrativos da Obra Y, que teve início em 11/2014 e término em 07/2015.

Quadro 7: Demonstrativo do Resumo Geral de Cálculo de INSS – Obra Y

TOTAL	OBRA Y DESONERADA	OBRA Y NÃO DESONERADA
INSS TOTAL À PAGAR EM GPS	R\$ 12.998,36	R\$ 21.351,50
INSS TOTAL À PAGAR EM DARF	R\$ 4.060,00	R\$ -
SALDO TOTAL COMPENSAÇÃO INSS	R\$ 469,23	R\$ 2.458,42

Fonte: (Autores, 2016)

Analisando o Quadro 7, pode-se afirmar que na obra Y a forma desonerada recolheu em GPS o total de R\$ 12.998,36, recolheu em DARF o total de R\$ 4.060,00 e teve seu saldo de compensação de INSS final em R\$ 469,23. Já na forma não desonerada, o valor recolhido em GPS foi de R\$ 21.351,50, porém não teve recolhimento em DARF e seu saldo final de compensação de INSS foi de R\$ 2.458,42.

Assim notou-se que na obra Y houve vantagem fiscal em desonerar a folha de pagamento, em concordância com a Lei 12.546/2011 que traz uma visão de vantagem, pois recolheu R\$ 8.353,14 a menos em GPS, recolheu R\$ 4.060,00 em DARF e o saldo final de INSS ficou maior. Portanto, de forma geral, desonerar mostra uma vantagem pequena de R\$ 2.303,95. Observou-se que um dos fatores decisivos para definição de vantagem ou desvantagem são as notas fiscais de serviço, pois são delas que as DARF's são originadas e os saldos de compensação de INSS também, pois nelas são retidos os percentuais de 3,5% ou 11% de INSS conforme Lei 12.546/2011.

Pode-se perceber que na obra X onde o faturamento foi grande e conseqüentemente as notas fiscais também foram de alto valor, a forma desonerada foi desvantagem para a empresa, conforme Máximo (2012), porque pagou mais impostos em forma de DARF e o saldo final de compensação de INSS foi menor, sendo assim a forma vantajosa seria não desonerar. Na obra Y a vantagem foi desonerar porque o seu faturamento foi pequeno em relação à folha de pagamento, onde teve recolhimento menor de INSS nas guias de GPS. Seguindo o intuito da Lei 12.546/2011 e também do Ministério da Fazenda (2015), que justifica os objetivos da Lei, entre eles ampliar a competitividade da indústria nacional por meio da redução dos custos laborais das empresas afetadas.

Segundo Dias (2013) a desoneração da folha de pagamento é uma medida benéfica somente para algumas empresas. Em uma empresa é vantagem não desonerar quando os valores do faturamento bruto forem relativamente maiores que os valores da folha de pagamento e para uma empresa ter vantagem em desonerar a folha de pagamento o seu faturamento bruto deverá ser relativamente menor que as suas obrigações com a folha de pagamento. Esta análise vem de encontro com o conceito de Máximo (2012) o qual ressalta que o novo sistema é vantajoso apenas caso o custo com os empregados represente mais de 10% do faturamento.

Conforme Dias (2013), a CPRB incide sobre a receita bruta da empresa, assim o seu desembolso aumenta e diminui conforme o valor recebido pela empresa. Já a CPP incide sobre a folha de pagamento que aumenta quando há queda no faturamento. Pode-se citar como vantagem em desonerar, o fato da empresa estar isenta do percentual de 20% de INSS Patronal sobre a folha de pagamento. A desvantagem em desonerar seria pelo fato da empresa ter de recolher DARF sobre o faturamento bruto e os saldos finais de compensação de INSS serem na maioria das vezes menores. Ramos e Rocha (2012) advertem ainda que não é possível avaliar se a desoneração está atingindo os objetivos propostos porque a medida é recente.

5 Conclusões

Ao desenvolver o presente trabalho, foi possível identificar e comparar as mudanças, onde houve vantagens e desvantagens mensais previdenciárias ocorridas na forma de recolhimento do INSS com a desoneração da folha de pagamento, identificando a resposta do problema de pesquisa. Como resposta ao problema, sabe-se que a Empresa Vianna Empreendimentos Imobiliários Ltda. está obrigada a desonerar a folha de pagamento, pois a empresa atua no ramo da construção civil e tem sempre várias matrículas CEI's alocadas à sua folha de pagamento.

O objetivo almejado foi alcançado, identificadas as duas formas de recolhimento e, após comparadas a desonerada e a não desonerada, pode-se apresentar como vantagem na desoneração a isenção do recolhimento de 20% de INSS patronal sobre a folha de pagamento, a desvantagem no recolhimento da DARF de 2% sobre o faturamento bruto da obra desonerada, como também o saldo de compensação de INSS menor por conta da alíquota reduzida de retenção sobre as notas fiscais de serviço. Por fim, a sugestão à empresa estudada é para que cada vez mais seja feito o controle das datas das matrículas CEI's, para que seja aplicada a desoneração da folha pagamento nas matrículas CEI's corretas. Outra sugestão para a empresa Vianna Empreendimentos Imobiliários é de que seja feito um planejamento estratégico em relação a emissão das notas fiscais, bem como o acompanhamento correto e rigoroso dos saldos de compensação de INSS, a fim de compensar apenas os reais créditos da empresa para com a Receita Federal do Brasil.

Para esta pesquisa, levou-se em consideração a realidade da empresa estudada e os casos analisados isoladamente, sendo que não existe uma verdade absoluta e que em outras empresas os resultados podem ser diferentes dos encontrados. Apresentou-se a vantagem em desonerar quando o faturamento bruto for relativamente menor que a folha de pagamento e a desvantagem quando o faturamento for superior a folha de pagamento. Ao longo deste artigo encontraram-se limitações sobre referencial teórico, pois ainda não há trabalhos e artigos científicos deste mesmo assunto e os poucos livros que existem já estão desatualizados pelo fato da legislação ter sido alterada diversas vezes.

Referências

APEOP. 2015. Associação Paulista de Empresários de Obras Públicas. Disponível em: <<http://www.apeop.org.br/apecop/>> Acesso em: 15 agosto 2015.

BRASIL. 1998. Constituição Federal. Disponível em:

<http://www.cfess.org.br/pdf/legislacao_constituicao_federal.pdf> Acesso em: 17 março 2015.

BRASIL. 2015. Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil. 2012. Disponível em:

<<http://www.cbic.org.br/>> Acesso em: 24 março 2015.

BRASIL; DIEESE. 2007. Departamento Intersindical de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos. O Processo de Terceirização e seus efeitos Sobre os Trabalhadores no Brasil. Disponível em:

<http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BA5F4B7012BAAF91A9E060F/Prod03_2007.pdf> Acesso em: 19 abril 2015.

BRASIL. 2011. Lei nº 12.546, de 14 de dezembro de 2011. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/112546.htm> Acesso em: 18 abril 2015.

BRASIL. 2011. Lei nº 12.973, de 13 de maio de 2014. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/Lei/L12973.htm> Acesso em: 15 agosto 2015.

BRASIL. 2015. Lei nº 13.161, de 31 de agosto de 2015. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13161.htm> Acesso em: 03 setembro 2015.

BRASIL. 2013. Medida Provisória nº 612, de 04 de abril de 2013. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/Mpv/mpv612.htm> Acesso em: 19 abril 2015.

BRASIL. 2015. Medida Provisória nº 669, de 26 de fevereiro de 2015. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Mpv/mpv669.htm> Acesso em: 19 abril 2015.

BRASIL. 2015. Previdência Social - disponível em:

<<http://www3.dataprev.gov.br/temp/DCON01consulta42931063.htm>> Acesso em: 06 abril 2015.

BRASIL. 2015. Receita Federal do Brasil. Legislação. Disponível em:

<<http://idg.receita.fazenda.gov.br/acesso-rapido/legislacao>> Acesso em: 06 abril 2015.

CARVALHO, Z.. 2015. Desoneração da Folha de Pagamento. Disponível em:

<<http://zenaidecarvalho.blogspot.com.br/>> Acesso em: 06 abril 2015.

CASTRO, C. A. P.; LAZZARI, J. B.. 2006. Manual de direito previdenciário. 7. ed. São Paulo: LTR.

COIMBRA, F.. 2001. Direito previdenciário Brasileiro. 11.ed. Rio de Janeiro: Edições Trabalhistas.

DIAS, D. C.. 2013. Desoneração da Folha de Pagamento: um Estudo Sobre as Mudanças da Contribuição Previdenciária Patronal no Plano Brasil Maior na Atividade da Construção Civil. 81p. Monografia, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.

DICKEL, D. G.; JAHN S. L.; SILVEIRA, O. F.; SILUK, J. C. M.. 2015. Market: Exploration Technology Applied To Beers With Low Calorie - Light. GEINTEC - Gestão, Inovação e Tecnologias, vol. 5, n. 2, p. 2082–2093.

DICKEL, D. G.; MAIRESSE SILUK, J. C.. 2016. Análise e Melhoria de Processos Operacionais em Cooperativas: Uma abordagem estatística. Revista de Gestão E Organizações Cooperativas, vol. 2, n. 4. <http://doi.org/10.5902/2359043218680>

ECONET. 2015. Desoneração da Folha de Pagamento - Empreitada Parcial, Total, Subempreitada e Matrícula CEI – Disponível em:

<http://www.econeteditora.com.br/boletim_trabalhista_previdenciario/trab_13/Boletim21/dir_prev_desoneracao_folha.php> Acesso em: 02 março 2015.

ECONET. 2015. Desoneração da Folha de Pagamento. Parte III – Regras Específicas para a Contribuição Previdenciária sobre a Receita Bruta. Disponível em:

<http://www.econeteditora.com.br/boletim_trabalhista_previdenciario/trab-15/Boletim-14/dir_prev_desoneracao_da_folha_de_pagamento.php> Acesso em: 18 agosto 2015.

ECONET. 2015. Desoneração da Folha de Pagamento – Plano Brasil Maior: Considerações gerais - Disponível em:

<http://www.econeteditora.com.br/boletim_trabalhista_previdenciario/trab%2012/boletim02/dir_prev_subst_contrib_previdenciarias.php> Acesso em: 02 março 2015.

ECONET. 2015. Desoneração da Folha de Pagamento – Plano Brasil maior: Medida provisória 563/2012 - Disponível em: <http://www.econeteditora.com.br/boletim_trabalhista_previdenciario/trab%2012/Boletim18/dir_prev_fopag.php> Acesso em: 02 março 2015.

FRAGA, N. 2014. A pior queda em 14 anos, PIB da construção deve crescer 1% em 2015. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,apos-a-pior-queda-em-14-anos-pib-da-construcao-deve-crescer-1-em-2015-imp-,1611905>> Acesso em 07 abril 2015.

GIL, A. C.. 2010. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 5.ed. São Paulo: Atlas.

OLIVEIRA, A.. 2010. Cálculos Trabalhistas. 21.ed. São Paulo: Atlas.

RAMOS, C. A., ROCHA, W.. 2012. O Mito do Aumento da Competitividade por Meio da Desoneração da Folha de Pagamentos. Artigo – São Paulo.

SCHERER, C.. 2012. Nota Técnica 115 – A Desoneração da Folha de Pagamentos: Avaliar para não perder. Disponível em: < <https://www.dieese.org.br/notatecnica/2012/notaTec115desoneracao.pdf>> Acesso em: 06 abril 2015.

ZUN. 2015. Construção Civil no Brasil. Disponível em: <<http://www.zun.com.br/construcao-civil-no-brasil/>> Acesso em: 06 abril 2015.

27TC-A5-Factibilidad de Recuperación de Principios Bioactivos a Partir de Residuos de la Industrialización de Tomate

Flores, Cecilia

Ordóñez, Alicia

Balanza, María Esther

Morant, Alejandra

Bocci, Daniela

(FCAI, UNCuyo)

Resumen

La industrialización del tomate en la región de Cuyo origina una gran cantidad de residuos sin valor económico que contienen compuestos bioactivos. El objetivo del presente trabajo es extraer el licopeno a partir de piel, fibra y semillas obtenidas del proceso de industrialización de tomate. Se realizó un muestreo de residuos de una industria local y con el fin de disminuir la humedad y lograr su conservación para luego proceder a su extracción las muestras se secaron en un horno del tipo túnel horizontal, de bandeja, discontinuo, haciendo variar dos parámetros en un diseño estadístico experimental del tipo 2³, las variables seleccionadas fueron temperatura y velocidad de flujo de aire, e indirectamente el tiempo de secado. La variable de respuesta fue el contenido de licopeno de las muestras deshidratadas para un mismo nivel de humedad. En las muestras de residuos deshidratados se encontraron cantidades de licopeno inferiores a lo esperado en relación a la concentración de sólidos, variando las mismas en un rango que va desde 120 hasta 147 mg de licopeno/kg de residuos con un 7 % de humedad. Se observó que la degradación a consecuencia de la deshidratación provocó pérdidas entre un 88 y 90 %. El licopeno cuantificado en los residuos deshidratados de industrialización del tomate no respondió a la cantidad de agua eliminada.

Introducción

Las especies reactivas de oxígeno (ROS) pueden formarse espontáneamente en las células vivas durante el metabolismo normal. Los antioxidantes juegan un papel importante (como un mecanismo de defensa) en el daño inducido por las ROS. Muchos estudios indican que una dieta compuesta de una gran cantidad de frutas y verduras ricas en antioxidantes, disminuye el riesgo de contraer ciertas enfermedades como el cáncer y la aterosclerosis (Chang et al. 2006; Genkinger et al., 2004; Manda, Adams y Ercal, 2010; Orak et al., 2012; Shukla y Singh, 2007; Stoilova et al., 2007).

El licopeno es el pigmento lipofílico que confiere el color rojo característico a los tomates, es un carotenoide acíclico con una cadena alifática formada por cuarenta átomos de carbono (C₄₀H₅₆) con trece dobles enlaces de los cuales once son conjugados propiedad que le confiere la particularidad de ser muy reactivo frente al oxígeno y a los radicales libres (Meléndez Martínez et al., 2004). El interés de este compuesto, radica en sus propiedades antioxidantes y sus implicaciones beneficiosas en la salud humana, principalmente como preventivo del cáncer de próstata. Además, el Licopeno se incorpora a una amplia gama de productos, tanto de la Industria Alimentaria, como Cosmetológica y Farmacéutica.

En cuanto a la distribución de los compuestos bioactivos en el fruto del tomate Toor y Savage (2005) concluyeron que el 52 % del total de los antioxidantes (48 % licopeno, 43% de ácido ascórbico, compuestos fenólicos 53 %) de la fruta se encontraban en la epidermis, superando en porcentaje a la fracción contenida en pulpa y semillas. Por otro lado, Ordóñez et al (2009) estudiando la estabilidad del licopeno en los procesos de

industrialización del tomate reportaron una concentración promedio del contenido de licopeno (en base húmeda) en tomates peritas cultivados en la provincia de Mendoza de $111,5 \pm 4,4$ mg/kg, que luego de la operación de escaldado demostró una disminución significativa ($90,2 \pm 6,6$ mg/kg) afirmando que en la epidermis de los tomates hay un alto contenido del carotenoide.

El Licopeno se obtiene fundamentalmente a partir de fuentes naturales, hongos y principalmente del tomate. Es altamente lipofílico, y como otros carotenoides, es degradable mediante factores físicos y químicos como exposición a la luz, al oxígeno, a condiciones extremas de pH, temperaturas elevadas y contacto con superficies activas (Torres et al., 2003; Nguyen y Schwartz, 1999). Para la extracción de este tipo de sustancias se utilizan diversas técnicas; la más común es la extracción con solventes por etapas, aunque actualmente se ha utilizado la extracción con fluidos supercríticos, con grandes ventajas sobre los demás métodos (Fernández y Fernández, 1999; Guash, 2002).

Por otro lado, la deshidratación permite preservar alimentos altamente perecederos, especialmente frutas y hortalizas, cuyo contenido de agua es típicamente superior al 90 %. El objetivo principal de esta tecnología es reducir el contenido de humedad de los alimentos, lo cual disminuye su actividad enzimática y la capacidad de los microorganismos para desarrollarse sobre el alimento. Según Toor et al. (2006) las temperaturas de secado inferiores a 65 °C permiten preservar el color y sabor del tomate. A estas temperaturas también se preservan mejor los compuestos, tales como polifenoles, flavonoides, licopeno, β -caroteno y ácido ascórbico.

Mendoza es la principal provincia productora de tomate para industria, seguida de San Juan y Río Negro, la incidencia de la producción Cuyana a nivel nacional en la temporada 2012-2013 alcanzó un 44 % (Asociación tomate 2000, 2013). Este tomate se industrializa en la región de Cuyo produciendo una gran cantidad de residuos que no tienen valor económico. Por lo expuesto, resulta de interés estudiar la factibilidad de recuperación de licopeno de los residuos de la industrialización del tomate.

Objetivo: Extraer el principio bioactivo licopeno a partir de piel, fibra y semillas obtenidas del proceso de industrialización de tomate.

Metodología

Se realizó un muestreo de pieles, fibra y semillas obtenidas del proceso de elaboración de productos derivados del tomate en la Empresa La Colina S.A., de la Ciudad de San Rafael, Mendoza. Se tomaron muestras de distintos lotes de elaboración y en tres oportunidades diferentes durante la temporada 2014. Los residuos estaban formados por una mezcla de piel, fibra y semilla. Las mismas se retiraron de la línea de preparación de jugo de tomate, donde las pieles extraídas de la peladora junto a otros tomates retirados de la cinta de inspección son recibidos por el molino bomba y luego tamizados. Esta operación tiene como resultado el jugo que se vuelve a incorporar a la línea de producción y el residuo que se elimina.

Las muestras, previo a su secado, se conservaron en un freezer a -18 °C a fin de impedir su deterioro. En todas las experiencias se trabajó con las mismas muestras, para poder comparar las cantidades de licopeno presentes en cada una de ellas, dependiendo de las condiciones de tratamiento durante el secado.

Deshidratado de la muestra: El horno de secado es del tipo túnel horizontal, de bandeja, discontinuo, con medidor de flujo, temperatura y tiempo. La circulación de aire es forzada a través de un ventilador y la energía calórica proviene de dos resistencias eléctricas. El mismo se encuentra disponible en planta piloto de la FCAI. El horno permitió disminuir la humedad de las muestras por debajo del 7% (ideal). De esta manera, se logra la reducción de humedad, volumen, peso y estabilidad de la muestra. Las muestras se secaron haciendo variar dos parámetros en forma directa: temperatura y velocidad del flujo del aire, e indirectamente el tiempo de secado.

Diseño experimental: Se realizó un diseño estadístico experimental del tipo 2^3 , las variables seleccionadas fueron temperatura y velocidad de flujo de aire. La variable de respuesta fue el contenido de licopeno de los residuos deshidratados para un mismo nivel de humedad.

Variables seleccionadas:

1. Velocidades del Flujo de Aire aproximadas (medidas con anemómetro):

1. 8 km/h, obtenidos con 50Hz de frecuencia en el ventilador.
2. 7 km/h, obtenidos con 40Hz de frecuencia en el ventilador.
3. 5,5-6 km/h, obtenidos con 30-35Hz de frecuencia en el ventilador.

2. Temperaturas:

1. 50 °C
2. 60 °C
3. 70 °C

El tiempo de secado fue variable en función de la combinación de tiempo y temperatura. Cada etapa de secado llevó entre 20 y 45 minutos como máximo, en bandejas cargadas con aproximadamente 25 g muestra.

Las muestras deshidratadas se guardaron rápidamente en bolsas herméticas, para impedir que adquirieran humedad del ambiente. Las mismas se conservaron en un lugar fresco y seco, para su posterior análisis.

Determinación de humedad: se utiliza la técnica de secado en estufa a 105 °C hasta peso constante.

Extracción de licopeno: Las muestras se homogeneizaron en una procesadora doméstica durante 2 minutos aproximadamente para llevarlas al estado de polvo. El licopeno se extrajo según la técnica de Sadler y col. (1990) con algunas modificaciones realizadas por nuestro grupo de trabajo. Se pesó cuantitativamente 1g de muestra en un erlenmeyer de 125 ml cubierto con papel aluminio, se agregaron 25 ml de hexano-acetona-etanol (2:1:1, v:v:v) y se agitó durante 30 minutos. Luego se adicionan 10 ml de agua destilada y se continuó la agitación durante dos minutos lo que separó el contenido en dos fases, una polar (agua, alcohol, acetona) y otra no polar (hexano, licopeno). Posteriormente se tomó la fase no polar con una pipeta Pasteur y se la colocó en un matraz cubierto con papel aluminio. Los sólidos residuales se reextrajeron para asegurar la extracción completa de licopeno. Se reunieron en un matraz las fases no polares de las dos extracciones y se llevaron a volumen con hexano. Si son necesarias pueden realizarse diluciones para cuantificar el licopeno.

Cuantificación de licopeno: Para la medición espectrofotométrica se utilizó hexano como blanco y se realizó la lectura de la solución de licopeno a una longitud de onda de 472 nm. Para la cuantificación se construyó una curva de calibración utilizando una muestra de reactivo patrón (DMS, redivivo TM, lycopene 10 % WS) que contiene 10 % de licopeno (soluble en agua). Se preparan soluciones de licopeno patrón a 0,2; 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,5 y 2,0 mg/l. Las mismas cumplieron con la Ley de Lambert y Beer con un alto grado de ajuste.

Resultados y discusión

Las muestras húmedas de piel, fibra y semillas presentaron valores de pH: $4,32 \pm 0,08$; sólidos solubles de $1,8 \pm 0,1$ °Bx; humedad: $85,5 \pm 1,4$ % y licopeno: $98,6 \pm 9$ mg/Kg. De acuerdo al contenido de humedad que poseen los residuos de la industria del tomate y atendiendo al propósito de utilizarlo como una fuente de licopeno es conveniente disminuir su humedad mediante un proceso de deshidratación. Esto permitirá, en caso de encontrarse cantidades significativas del carotenoide en las muestras secas, el almacenamiento de dichos residuos de tomate en condiciones adecuadas y económicamente aceptables. Cabe destacar, que por el contenido de humedad de los residuos las condiciones para almacenar las muestras frescas sin deterioro alguno serían complejas (congelado). Por otro lado, resulta más conveniente almacenar muestras secas (bajo volumen) en un lugar fresco y en recipientes adecuados para impedir el acceso de aire húmedo.

Con respecto al proceso de deshidratación de las muestras y del análisis de datos puede observarse que los valores de humedad varían para cada uno de los experimentos (combinación de tiempo y temperatura) encontrándose los mismos comprendidos en un rango que va desde 6,5 % a 14,3 %. Esto puede deberse principalmente a las condiciones de trabajo en el momento en que se realizó el secado (condiciones externas del ambiente de planta piloto donde se encuentra el horno de secado y que agregaban cantidades de humedad significativas al aire (por trabajarse con vapor), entre otras. Además, los residuos secos presentan características higroscópicas, absorbiendo humedad del aire circundante.

Tabla 1. Valor medio de Humedad de residuos luego del proceso de secado en función de la temperatura y la frecuencia del ventilador.

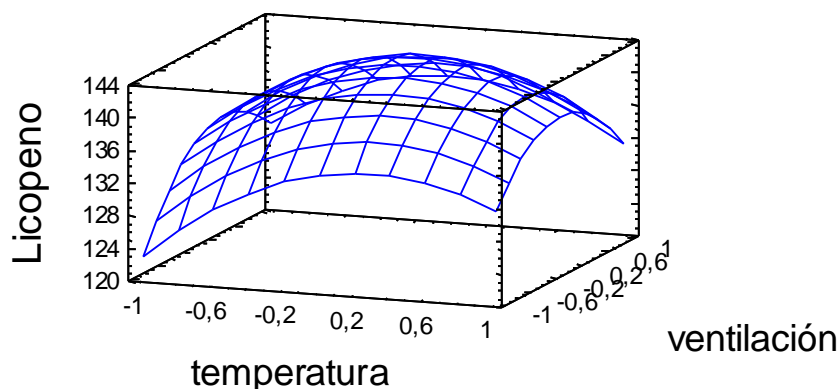
Porcentaje de humedad (H%) – valor medio			
Aire de Secado	Frecuencia en ventilador		
	24,5 Hz	40 Hz	50 Hz
Temperatura			
50 °C	9,4±0,7	8,0±0,8	9,6±1,4
60 °C	8,8±0,9	14,3±1,9	9,3±1,1
70 °C	6,5±1,5	8,3±0,7	6,8±0,9

Los valores de humedad se utilizaron para corregir, luego de la cuantificación del carotenoide, la cantidad de licopeno presente en cada muestra de residuos secos. De este modo, se puede expresar la concentración de licopeno en forma equivalente para cada muestra, en mg de licopeno/kg de residuo con un 7% de humedad.

Cuantificación de licopeno en las muestras de residuos de PFS de tomate: El deshidratado con aire caliente forzado es el método más común para secar productos alimenticios, incluyendo tomates (Doymaz, 2007). En este método, el aire caliente remueve el agua en estado libre de la superficie de los productos (Schiffmann, 1995). El incremento en la velocidad del aire y la turbulencia generada alrededor del alimento provoca una reducción de la tensión en la capa de difusión, causando una deshidratación eficiente (Cárcel et al., 2007). La deshidratación mediante este método depende de la velocidad y temperatura del aire empleado (Mulet et al., 1999). Según el diseño y los datos obtenidos el experimento en donde se obtiene la mayor cantidad de licopeno combina una temperatura de 60 °C y una velocidad de flujo de 40 Hz.

Tabla 2. Contenido de licopeno de los residuos deshidratados en función de la frecuencia y la temperatura

Licopeno (mg de licopeno/kg de residuo seco con 7% de humedad)			
Muestras deshidratadas	Frecuencia en ventilador		
	24,5Hz	40Hz	50Hz
Temperatura			
50 °C	119,2±2,5	126,8±3,7	132,5±3,9
60 °C	140,3±3,7	147,1±6,8	128,6±2,4
70 °C	130,7±2,3	142,7±3,5	135,2±4,6

**Figura 1. Gráfico de superficie de respuesta del contenido de licopeno de los residuos de la industrialización de tomate en función de las variables de secado.**

De acuerdo a los datos, en las muestras de residuos deshidratados se encontraron cantidades de licopeno inferiores a lo esperado en relación a la concentración de sólidos, variando las mismas en un rango que va desde 120 hasta 147 mg de licopeno/kg de residuos con un 7% de humedad. Según varios estudios la piel del tomate es una fuente importante de licopeno. Sin embargo, la deshidratación del tomate causa alteraciones en sus niveles naturales de nutrientes y compuestos protectores, por concentración, por deshidratación y por la termolabilidad y oxidación de estos compuestos (Zanoni et al., 1998). Demiray et al. (2012) demostraron que la degradación de β -caroteno en cuartos de tomate puede ser de hasta un 81 % a consecuencia de la deshidratación con aire forzado a 60 °C. Pérdidas menores de β -caroteno (32 %) pueden obtenerse mediante una deshidratación parcial (75 %) a 60 °C (Muratore et al., 2008).

Como puede apreciarse en la figura 1 la combinación de variables en donde la cantidad de licopeno alcanza su valor máximo corresponde a una velocidad de flujo de 40 Hz y 60 °C. Sin embargo, al comparar el contenido de licopeno en la muestra húmeda y deshidratada se observó que el proceso de secado origina pérdidas entre un 88 y 90 %.

El licopeno cuantificado en los residuos deshidratados de industrialización del tomate no respondió a la cantidad de agua eliminada. Este comportamiento estaría confirmando que los carotenoides pueden fácilmente reordenarse en diferentes isómeros geométricos y oxidarse, resultando una disminución o pérdida del mismo y de sus propiedades biológicas. Como consecuencia de este comportamiento se plantea en una próxima etapa realizar directamente la liofilización de las pieles de tomate. Se espera lograr un polvo de pieles de tomate rico en el compuesto bioactivo licopeno y estudiar su estabilidad en el tiempo.

Referencias

- SCHIFFMANN, R. F. 1995. Microwave and dielectric drying. *En Handbook of industrial drying*. A.S. Mujumdar (Ed.), pp. 345–372. New York: USA.
- CÁRCEL, J.A., GARCÍA-PÉREZ, J.V., RIERA, E. Y MULET, A. 2007. Influence of high intensity ultrasound on drying kinetics of persimmon. *Drying Technology*. 25:185-193.
- DOYMAZ, I. 2007. Air-drying characteristics of tomatoes. *Journal of Food Engineering* 78(4):1291–1297.
- TOOR, R.K. Y SAVAGE, G.P. 2006. Effect of semi-drying on the antioxidant components of tomatoes. *Food Chemistry*. 94(1):90-97.
- Chang, C. H., Lin, H. Y., Chang, C. Y., & Liu, Y. C. (2006). Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot-air-dried tomatoes. *Journal of Food Engineering*, 77(3), 478–485.
- GENKINGER, J. M., PLATZ, E. A., HOFFMAN, S. C., COMSTOCK, G. W., & HELZLSOUER, K. J. (2004). Fruit, vegetable, and antioxidant intake and all-cause, cancer, and cardiovascular disease mortality in a community-dwelling population in Washington County, Maryland. *American Journal of Epidemiology*, 160(12), 1223–1233.
- MANDA, K. R., ADAMS, C., & ERCAL, N. (2010). Biologically important thiols in aqueous extracts of spices and evaluation of their in vitro antioxidant properties. *Food Chemistry*, 118(3), 589–593.
- ORAK, H. H., AKTAS, T., YAGAR, H., ISBILIR, S. S., EKINCI, N., & SAHIN, F. H. (2012). Effects of hot air and freeze drying methods on antioxidant activity, colour and some nutritional characteristics of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruit. *Food Science and Technology International*, 18(4), 391–402.
- SHUKLA, Y., & SINGH, M. (2007). Cancer preventive properties of ginger: A brief review. *Food and Chemical Toxicology*, 45(5), 683–690.
- STOILOVA, I., KRASTANOV, A., STOYANOVA, A., DENEV, P., & GARGOVA, S. (2007). Antioxidant activity of a ginger extract (*Zingiber officinale*). *Food Chemistry*, 102(3), 764–770.
- MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A.; VICARIO, I.; HEREDIA, F. (2004). Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. Versión impresa ISSN0004-0622. ALAN v.54 n.2 Caracas jun.

TOOR, R. K.; SAVAGE, G. P. (2006). Changes in major antioxidant components of tomatoes during post-harvest storage. *Food Chem.* 99,724-727

TOOR, R. K.; SAVAGE, G. P. (2006). Effect of semi-drying on the antioxidant components of tomatoes. *Food Chemistry*, 94, 90-97.

NGUYEN, M.L., SCHWARTZ, S.J. Lycopene: Chemical and biological properties. *Food Technology* 1999 Feb; 53 (2):38-45.

TORRES, A.M., ROJAS, L.F., MAZO, J.C., SAMPEDRO, C., RESTREPO, S., ATEHORTÚA, L., *et al.* Estudio de medios de cultivo para la síntesis de Licopeno a partir de *Clavibacter michiganensis* sub. *Michiganensis*. *Vitae* 2003; 10 (2):37-45.

FERNÁNDEZ, D.P., FERNÁNDEZ, R. Fluidos supercríticos. *Ciencia Hoy* 1997;8(43):36-45.

GUASH L. CSIC AGRO017- Supercritical fluid extraction and selective fractionation of lycopene and other carotenoids from natural sources. *Oficina de patentes Venezolanas* 200201310.2002 Junio 6.

28TC-A5-Levaduras Vínicas Autóctonas: Potencial Fuente de Prebióticos para Formular Alimentos Funcionales

María Silvina Cabeza (FCAI-UNCuyo y CONICET)

Cecilia Adriana Flores (FCAI-UNCuyo)

Susana Gisela Ferreyra (FCAI-UNCuyo)

Carolina Adriana Herrera (FCAI-UNCuyo)

Mónica Alejandra Morant (FCAI-UNCuyo)

Sara Mabel Evangelista (FCAI-UNCuyo)

Marcela Paula Sangorrín (PROBIEN, CONICET-UNCo)

Alicia Lucía Ordoñez (FCAI-UNCuyo)

Resumen

En el presente trabajo se presenta la obtención de prebióticos: paredes celulares, β -glucanos y manoproteínas, a partir de levaduras vínicas autóctonas. La identificación de las levaduras se realiza mediante ITS1-5.8S-ITS2 PCR-RFLP y RFLP del ADN mitocondrial, para asegurar que son microorganismos GRAS. Para optimizar la producción de biomasa, se ensayó el efecto de 5 variables en las condiciones de cultivo (fuente de carbono: glucosa (2%) ó glicerol (3%); agitación: 0 y 100 rpm; temperatura: 28 y 37°C; pH del medio: 4 y 5; levadura: 8A-9 y 13A-5). Se obtuvieron paredes celulares mediante diferentes técnicas de desintegración celular: autólisis, ruptura mecánica (perlas cerámicas), ultrasonido, congelado-descongelado, hidrólisis con NaCl al 4% ó NaOH 0,1 N. Las manoproteínas fueron separadas por extracción térmica. Se analizaron 2 técnicas de extracción de β -glucanos: álcalis-ácido y álcalis. Se hidrolizaron las muestras para estudiar la concentración de azúcares reductores (DNS) y glucosa (ensayo enzimático). Se cuantificaron proteínas mediante la técnica de Bradford. La utilización de glucosa como fuente de carbono y temperatura de 28°C aumentó la obtención de biomasa; no se observaron diferencias significativas al evaluar las otras variables. Los tratamientos de ultrasonido y autólisis fueron elegidos para romper las células, lo que se verificó mediante observación en microscopio y azul de metileno. La mayor proporción de β -glucanos se alcanzó partiendo de levaduras autolizadas, a diferencia de las manoproteínas, donde su extracción se vio favorecida a partir de levaduras tratadas con ultrasonido. Se concluye que se debe emplear distinta ruptura celular dependiendo del producto deseado.

Palabras clave: *levaduras vínicas autóctonas, paredes celulares de levaduras, β -glucanos, manoproteínas.*

1 Introducción

Los prebióticos son ingredientes no digeribles de alimentos que afectan la salud del hospedador humano por estimulación selectiva de microorganismos potencialmente beneficiosos, es decir, modificando la composición de la microbiota del intestino (Duncan et al., 2003; Roberfroid, 2001). Pueden reducir el crecimiento de organismos patogénicos o virulentos e inducir efectos que promuevan la salud (Duncan et al., 2003). Para ser más efectivos, deben ser capaces de alcanzar el intestino largo y ser utilizados específicamente por aquellos microorganismos que promueven efectos probados en la salud (Macfarlane y Cummings, 1999). Algunos ejemplos: mananoligosacáridos, lactosa, galactoglucomanos, oligofruktosa, inulina. Muchos son

carbohidratos, principalmente cadenas cortas de 3 a 10 unidades de monosacáridos, derivados de plantas o componentes de paredes celulares de levaduras.

La pared celular de levadura (15-30% del peso seco de la misma), constituida principalmente por fibra dietética insoluble en agua: β -glucano y α -manano (prebiótico), y de proteína digerible unida al α -manano (manoproteínas), también considerada un componente beneficioso para la salud. Las paredes celulares de levadura pueden reducir el colesterol (Hitomi et al., 2002; Nakamura et al., 2002; Htwe et al., 2008), mejorar la hiperlipidemia (Hitomi et al., 2002b), aumentar la actividad antioxidante (Jaehrig et al., 2007), modificar la respuesta biológica del huésped, estimulando mecanismos de defensa del sistema inmune, frenando todo cambio producido por una agresión bacteriana, viral y fungal (Swamy et al., 2003; Akay y Dawson, 2003; Romero y Gómez Basauri, 2003). El mecanismo de acción de los mananoligosacáridos en la aglutinación de bacterias con fimbrias tipo 1, como *Salmonella* y *E. coli*, produce el bloqueo de la colonización y proliferación de estas poblaciones en el intestino (Bahurhoo et al., 2007; Borowsky et al., 2009).

La pared celular tiene una estructura dinámica que puede adaptarse a cambios fisiológicos y morfológicos. Además, se activan mecanismos compensatorios en la pared celular en respuesta a agentes perturbadores o mutaciones de la pared celular, lo que le permite remodelar la pared celular para combatir la lisis celular (Orlean, 1998; Klis et al., 2002). El control de la composición de la pared celular podría ser relevante para propósitos tecnológicos, como en la producción de β -glucanos y mananos para producción de alimentos u otros (Donzis, 1996; Jozef et al., 1999). Las condiciones de crecimiento afectan la composición de esa pared celular.

Los alimentos suplementados con manoproteínas inhiben la colonización por *Salmonella* y otras bacterias intestinales en animales (Ishihara et al., 2000; Czerucka et al., 2007; Naughton et al., 2000). Las manoproteínas son todavía poco utilizados en la industria alimentaria, pese a su fácil obtención, bajo costo y numerosas propiedades. Algunas posibles aplicaciones tecnológicas e industriales: control de patógenos en la industria cárnica y avícola, aumento de la respuesta inmune y mejoras en la digestión y absorción de nutrientes en animales destinados al consumo humano, mejora de diversas características organolépticas del vino y diversos procedimientos enológicos (Gañán et al., 2008). Extractos de manoproteínas obtenidos a partir de levaduras vínicas reducen significativamente la colonización de células intestinales por *Campylobacter* spp. (Gañán et al., 2009). Los mananos no alteran sus propiedades por el calor, mejoran la viscosidad de preparaciones y pueden usarse como agentes ligantes en productos que contienen almidón (Wagner et al., 2008).

Los β -glucanos de las levaduras presentan largas cadenas de glucosa con uniones β -(1-3) y (1-6) (Gardiner, 2004). Son ingredientes funcionales muy valorados y existen varias técnicas para su extracción. La elección de la técnica de extracción apropiada es importante porque afecta la calidad, estructura, propiedades reológicas, peso molecular y otras propiedades funcionales del producto. Pueden aplicarse en varias matrices de alimentos (Ahmad et al., 2012). Como función tecnológica (aditivos alimentarios), los β -glucanos obtenidos de levaduras pueden utilizarse en alimentos como espesantes, ligantes de agua y agentes ligantes de aceite, estabilizantes de emulsiones y como sustitutos de grasas, entre otras (Lee, 2002; Jong, 2002; Thammakiti et al., 2004). Varios estudios indican la efectividad de los β -glucanos frente a varias enfermedades y desórdenes: tendencia a reducir el cáncer colorrectal (Dongowski et al., 2002), evitan la constipación (Odes et al., 1993), reducen el índice glucémico y los niveles de colesterol sérico (Delaney et al., 2003), previenen enfermedades coronarias (Jinshui et al., 2002), entre otros.

El trabajo se enfoca en obtener ingredientes de origen regional (a partir de levaduras ecotípicas de San Rafael) con propiedades funcionales (prebióticos) que permitan dar valor agregado a materias primas regionales y contribuir a la salud humana, reforzando el potencial económico de la región.

2 Materiales y métodos

2.1 Análisis molecular para identificación de levaduras y discriminación de cepas

Se identificarán mediante biología molecular (ITS1-5.8S-ITS2 PCR-RFLP y RFLP de ADN mitocondrial) las levaduras empleadas con el objetivo de asegurar que se trata de microorganismos GRAS.

La identificación taxonómica de las levaduras autóctonas se realizó por análisis del polimorfismo en los tamaños de los fragmentos obtenidos por restricción (RFLP) con endonucleasas específicas de la región génica ITS1-ADNr 5.8S-ITS2, previamente amplificada por PCR, como describe Esteve-Zarzoso et al. (1999). La

identificación de las levaduras se realizó comparando los tamaños de los amplificadores y de los fragmentos de restricción obtenidos experimentalmente con aquellos reportados en la base de datos www.yeast-id.com para cepas tipo de colección.

Por otra parte, se analizaron patrones de mtADN-RFLP para todos los aislados identificados como pertenecientes al género *Saccharomyces*. La extracción de ADN total se realizó de acuerdo a Querol et al. (1992) modificado por López et al. (2001). El ADN total de las levaduras fue digerido con enzima de restricción *HinfI* (Roche Diagnostics, Mannheim, Germany) y los fragmentos se separaron en geles de agarosa al 1% (p/v) conteniendo TAE (Tris-acetato-EDTA).

2.2 Obtención de biomasa de levaduras vínicas autóctonas:

Se realizó una prueba rápida para determinar las variables significativas que afectan la obtención de biomasa de levaduras. Se estudió el efecto de 5 variables, en dos niveles cada una, utilizando un diseño estadístico factorial completo (25 ensayos), basado en los trabajos de Bzducha-Wróbel et al. (2013, 2015) y Aguilar-Uscanga y François (2003):

- Temperatura de incubación: 28 y 37°C
- pH del medio de cultivo: 4 y 5
- Agitación: sin agitación y a 100 rpm
- Fuente de carbono: glucosa (2%) ó glicerol (3%)
- Levadura empleada: 8A-9 y 13A-5

2.3 Extracción de paredes celulares de levaduras.

Las células se resuspendieron y se lisaron mediante 6 métodos diferentes:

- Autólisis: 55°C y pH 5,0 durante 24 h (Thanardkit et al., 2002). Luego, se lleva el autolisado a 80°C durante 15 minutos para inactivar las enzimas endolíticas (Varelas et al., 2016)
- Ruptura mecánica: con esferas cerámicas de 1/4" y ultrasonido, en 3 ciclos de 7 minutos de trabajo y 7 minutos de descanso (modificado de Bzducha-Wróbel et al., 2015)
- Ultrasonido: se prepara una suspensión de levaduras en pH 7 y se lo trata en el lavador ultrasónico (Testlab –potencia ultrasónica: 80 W, frecuencia: 40 Hz) durante 14 minutos. Luego se lo lleva a 121°C durante 1,5 hs (modificado de Tam et al., 2013)
- Hidrólisis con una solución salina hipertónica: la suspensión de levaduras se trata con NaCl al 4% y se las deja a 45°C durante 24 horas (Giraud et al., 2009)
- Hidrólisis con NaOH 0,1 N: la suspensión de levaduras es tratada con la base hasta pH 9,25 y se las deja a 45°C durante 24 horas (Giraud et al., 2009)
- Congelado-descongelado: se llevó la suspensión de levaduras en agua a -40°C durante 24 hs. Y posteriormente se lo descongela a temperatura ambiente.

Para la separación de la pared celular, se homogeniza la suspensión acuosa de levaduras, se centrifuga posteriormente (13.000 rpm/4°C/10 min) y se lava dos veces con agua destilada para retirar los componentes del citosol (insoluble: pared celular y soluble: extracto de levadura). Se asume que los precipitados obtenidos por centrifugación contienen la pared celular de levaduras.

La efectividad de la obtención de paredes celulares y su purificación de los componentes citosólicos fue observada al microscopio por tinción con azul de metileno (Bzducha-Wróbel, 2014).

2.4 Caracterización de los ingredientes y/o principios activos la pared celular de la levadura.

2.4.1 Manoproteínas:

Las manoproteínas son obtenidas por extracción térmica. Para ello, se prepara una suspensión de pared de levaduras (pH 7,2), y se calienta a 80-85°C en un baño termostático con agitación durante 24 h. Se centrifuga a 13.000 g durante 10 min y 4°C (Gañán et al., 2009).

2.4.2 β -Glucanos:

Los β -Glucanos se obtienen por dos métodos diferentes, con el objetivo de determinar cuál es el más efectivo.

- A – Alcalino: 5 volúmenes de NaOH 1 N a 90°C por 2 h (Suphantharika et al., 2003). Enfriar a temperatura ambiente.
- B – Álcalis-Ácido: 5 volúmenes de 1,0 N NaOH a 80±5°C por 2 h, seguido de 5 volúmenes de 0,5 N Ácido acético a 75±5°C por 1 h (Thammakiti et al., 2004).

Los preparados de manoproteínas y los de β -Glucanos, se centrifugan a 13.000 rpm por 10 minutos a 4°C. Se descarta el sobrenadante. El residuo se lava 3 veces y se recuperó por centrifugación.

2.5 Determinación de proteínas, azúcares reductores y glucosa

Los precipitados obtenidos se secaron en estufa a 30°C durante 24 hs.

Las proteínas se cuantificaron mediante el método de Bradford (1976) empleando suero albúmina bovina como patrón.

Para la cuantificación de azúcares y glucosa, se realiza una hidrólisis previa por adición de 50% H₂SO₄ hasta que la concentración de muestra sea 2 mg/ml durante 24 h a 50°C. Luego se neutraliza con 2 M NaOH (Javmen et al., 2012). Se determina la concentración de azúcares reductores con DNS (Miller et al, 1959) utilizando glucosa como estándar; y glucosa por el método de glucosa oxidasa (GOD-PAP, GT Lab).

4 Resultados y Discusión

4.1 Identificación molecular de levaduras vínicas autóctonas

Se estudiaron 56 cepas de levaduras vínicas autóctonas de la región vitícola San Rafael aisladas anteriormente como *Saccharomyces* por las características macroscópicas desarrolladas en medio WL. Se confirmó que pertenecían a este género mediante los patrones de restricción generados de la región interna entre ITS 1 y 2 y el gen rRNA 5.8S y YeastID.com como base de datos.

Mediante RFLP del ADN mitocondrial se identificaron las cepas diferentes de *Saccharomyces* autóctonas, determinadas por poseer un perfil de restricción diferente, como puede observarse en la Figura 1.

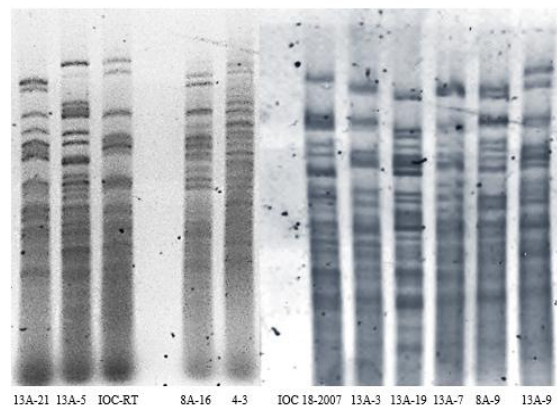


Figura 1. Perfiles de restricción de RFLP del ADN mitocondrial de levaduras vínicas autóctonas y levaduras comerciales – Fuente: Cabeza et al.

4.2 Biomasa

Distintos investigadores han observado que el uso de medio de cultivo con 2-3% de glicerol aumentaba la cantidad de β -(1,3/1,6)-glucano e intensificaba la biosíntesis de manoproteínas en la pared celular de levaduras. Esto se debe a una adaptación de las células al medio ambiente y al mismo tiempo señala diferente estructura de la pared en células procedentes de diversos cultivos. La respuesta de las células en diferentes condiciones de cultivo parece ser una característica individual de cada cepa, dependiendo de la concentración de glicerol y el pH del medio utilizado (Bzducha-Wróbel et al., 2013). El incremento del espesor de la capa de manoproteínas en levaduras cultivadas en medio con la adición de glicerol se debería a la biosíntesis de glicoproteínas necesarias durante el metabolismo del glicerol y la regulación de los cambios de la presión osmótica causados por la fuente de carbono. Las manoproteínas sirven de protección a las células de levadura frente al estrés osmótico (Bzducha-Wróbel et al., 2015).

Aguilar-Uscanga y François (2003) encontraron mayor velocidad de crecimiento, cantidad de quitina, de β -glucanos totales y relación β -1,6-glucano/glucano total cuando la levadura crecía a 37°C.

Los resultados obtenidos durante el ensayo se registraron en la Tabla 1:

Tabla 1. Análisis de Varianza para Biomasa - Suma de Cuadrados Tipo I

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Agitación	0,00106953	1	0,00106953	0,01	0,9073
B: Fuente de Carbono	1,73399	1	1,73399	22,43	0,0001
C: Levadura	0,0336053	1	0,0336053	0,43	0,5155
D: pH	0,0182883	1	0,0182883	0,24	0,6308
E: Temperatura	2,56341	1	2,56341	33,16	0,0000
RESIDUOS	2,0102	26	0,0773153		
TOTAL (CORREGIDO)	6,36056	31			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual - Fuente: Cabeza et al.

Se observan diferencias significativas ($p < 0,05$, con un 95,0% de nivel de confianza) en la obtención de biomasa cuando se utilizó diferente fuente de carbono y temperatura. En oposición a lo anteriormente expuesto, ambas levaduras no fueron capaces de crecer a 37°C y prefirieron como fuente de carbono a la glucosa. De acuerdo a estos resultados, se decide proseguir los estudios empleando los siguientes parámetros: temperatura de incubación: 28°C; pH del medio de cultivo: 5; sin agitación; fuente de carbono: glucosa (2%); levadura empleada: 13-A-5.

4.3 Extracción de pared

La localización de β -glucanos en la estructura de la pared celular requiere su disrupción lo que habilita a la producción de paredes celulares y luego al aislamiento del polímero buscado. La pérdida de manoproteínas no afectaría la integridad de la pared, sino más bien su porosidad (Hernawan y Fleet, 1995). La observación directa en microscopio permite estimar el número de células lisadas o desintegradas.

En la Figura 2 se observan diferencias en la cantidad y en el tamaño de levaduras muertas (inferior al de las células vivas) según el tratamiento de disrupción celular. La reducción del tamaño se debe a que las levaduras han perdido su citoplasma porque sus paredes están dañadas.

Al utilizar el método de congelación-descongelación, pese a que se trabajó a muy baja temperatura, prácticamente no se obtuvieron paredes de levaduras, lo que puede ser atribuido a que sólo se realizó un ciclo de congelado-descongelado.

El método de ruptura mecánica tampoco fue efectivo. Probablemente las perlas cerámicas empleadas son muy grandes (0,625 cm) para el objetivo propuesto y el método de agitación empleado no sea el más apropiado (ultrasonido de baja frecuencia).

La autólisis no afecta las paredes celulares pero es útil para descartar las sustancias intracelulares durante la preparación de las paredes celulares. El tratamiento con agua caliente (en nuestro caso, ultrasonido seguido de autoclave) provoca un aumento significativo de la pared celular mientras que las células tienen mucho menor tamaño (Liu et al., 2008).

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, se eligieron 2 métodos de disrupción celular: ultrasonido y autólisis para proseguir el estudio y determinar la mejor técnica de extracción de β -glucanos y de manoproteínas.

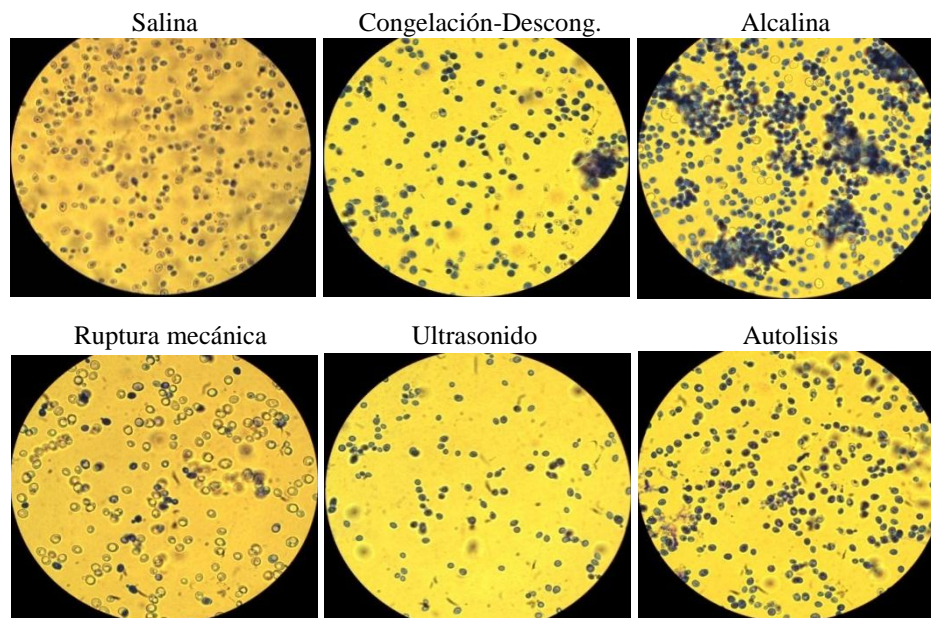


Figura 2. Distintas metodologías de disrupción celular vistas en microscopio (1000X) – Fuente: Cabeza et al.

4.4 Caracterización de los ingredientes y/o principios activos la pared celular de la levadura.

Varelas et al. (2015) reportan que todos los métodos y patentes publicadas para la extracción de β -glucanos de la pared celular de levaduras se basan en la misma idea, primero, obtener las paredes celulares de levaduras y luego debe quitarse gradualmente los otros componentes de la pared celular. Las diferencias radican en las técnicas aplicadas en la disrupción y la extracción para la producción de β -glucano. La elección del método apropiado depende de la combinación de parámetros tales como el uso adicional de β -glucano soluble o insoluble producido (incorporación en medicamentos y alimentos funcionales), la pureza, el rendimiento, el costo, el tiempo, el equipo necesario, etc. Las lías de vino y la levadura de cerveza agotada tras la finalización de la fermentación alcohólica se pueden utilizar para la producción de β -glucano de levadura.

La mayor presencia proteínas se observa en las paredes de levadura obtenidas por autólisis (Tabla 2). Sin embargo, el tratamiento de extracción de manoproteínas más efectivo se advierte partiendo de paredes de levadura obtenidas con ultrasonido, eligiéndose esta técnica para estudios posteriores. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Bzducha et al. (2014). No hay diferencias significativas en las muestras de β -glucano, exhibiendo valores cercanos a 0 $\mu\text{g}/\text{mg}$ muestra, resultado esperable.

En relación a azúcares reductores y glucosa, la mayor cantidad se encuentra en las muestras de β -glucano, lo que demostraría una buena obtención de este polisacárido de glucosa. Para ambas técnicas de extracción, se observaron mejores resultados al emplear paredes celulares obtenidas por autólisis. Bzducha et al. (2014) también observaron que el tratamiento con autoclave conduce a una pérdida de parte de los β -glucanos solubles bajo tales condiciones.

Tabla 2. Caracterización de los productos obtenidos

	Azúcares reductores (mg Glu/mg muestra)		Glucosa (mg/mg muestra)		Proteína (µg/mg muestra)	
	Media	Grupos homogéneos	Media	Grupos homogéneos	Media	Grupos homogéneos
PCL - Autólisis	0,047	X X	0,023	X	15,97	X
PCL - Ultrasonido	0,045	X X	0,176	X X	9,23	X
M - Autólisis	0,059	X	0,073	X	7,33	X
M - Ultrasonido	0,041	X	0,216	X X	14,14	X
β-g técnica a - Autólisis	0,187	X	0,215	X X	0	X
β-g técnica a - Ultrasonido	0,037	X	0,098	X X	0,88	X
β-g técnica b - Autólisis	0,172	X	0,268	X	0,86	X
β-g técnica b - Ultrasonido	0,054	X X	0,081	X	0,06	X

PCL: Pared celular de levadura; M: Manoproteína; β-g: β-glucano – Fuente: Cabeza et al.

5 Conclusiones

Se identificaron distintas cepas de levaduras vínicas autóctonas del género *Saccharomyces*, asegurando que se trabajaba con microorganismos GRAS.

Se optimizaron las condiciones de cultivo para obtención de mayor cantidad de biomasa: 28°C; pH: 5; sin agitación; fuente de carbono: glucosa (2%); levadura empleada: 13-A-5.

Se logró obtener paredes celulares utilizando diferentes técnicas de desintegración celular, eligiendo como más adecuadas ultrasonido y autólisis.

Se extrajeron los ingredientes funcionales buscados con elevado grado de rendimiento.

Se debe emplear distinta metodología de ruptura celular de las levaduras de acuerdo al ingrediente funcional que se desee obtener: β-glucano o manoproteína.

Referencias Bibliográficas

AGUILAR-USCANGA B., FRANÇOIS J.M. 2003. A study of the yeast cell wall composition and structure in response to growth conditions and mode of cultivation. *Letters in Applied Microbiology*, Vol. 37, 268-274.

AHMAD A., ANJUM F.M., ZAHOR T., NAWAZ H., DILSHAD S.M.R. 2012. Beta Glucan: A Valuable Functional Ingredient in Foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Vol. 52, 201-212.

AKAY V., DAWSON D. (2003). Mycotoxins and milk safety. *Proceeding of Alltech 19th Annual Symposium*.

BAURHOO B., PHILLIP L., RUIZ-FERIA C.A. 2007. Effects of purified lignin and mannanoligosaccharides on intestinal integrity and microbial populations in the ceca and litter of broiler chickens. *Poultry Science*, Vol. 86, 1070-1078.

BOROWSKY L., CORÇÃO G., CARSOSO M. 2009. Mannanlignosaccharide agglutination by *Salmonella enterica* strains isolated from carrier pigs. *Braz. J. Microbiol.*, Vol. 40 (3), 458-464.

BRADFORD M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilising the principle of proteindye binding. *Anal. Biochem.*, Vol. 72, 248-255.

BZDUCHA-WRÓBEL A., BŁAŻEJAK S, KAWARSKA A., STASIAK-RÓŻAŃSKA L., GIENKA I., MAJEWSKA E. 2014. Evaluation of the Efficiency of Different Disruption Methods on Yeast Cell Wall Preparation for β-Glucan Isolation. *Molecules*, Vol. 19, 20941-20961.

BZDUCHA-WRÓBEL A., BŁAŻEJAK S., MOLENDNA M., RECZEK L. 2013. Biosynthesis of $\beta(1,3)/(1,6)$ -glucans of cell wall of the yeast *Candida utilis* ATCC 9950 strains in the culture media supplemented with deproteinated potato juice water and glycerol. *Eur Food Res Technol*, Vol. 240, 1023–1034.

BZDUCHA-WRÓBEL A., KIELISZEK M., BŁAŻEJAK S. 2013. Chemical composition of the cell wall of probiotic and brewer's yeast in response to cultivation medium with glycerol as a carbon source. *Eur Food Res Technol*, Vol. 237, 489–499.

CZERUCKA D., PICHE T., RAMPAL P. 2007. Yeast as probiotics. *Aliment. Pharmacol. Ther.*, Vol. 26 (6), 767,78.

DELANEY B., NICOLOSI R.J., WILSON T.A., CARLSON T., FRAZER S., ZHENG G.H., HESS R., OSTERGREN K., HAWORTH J., KNUTSON N. 2003. β -Glucan fractions from barley and oats are similarly antiatherogenic in hypercholesterolemic Syrian golden hamsters. *J. of Nutr.*, Vol. 133, 468-475.

DONGOWSKI G., HUTH M., GEBHARDT E., FLAMME W. 2002. Dietary fiber rich barley products beneficially affect the intestinal tract of rats. *J. of Nutr.*, Vol. 132, 3704-3714.

DONZIS R.A. 1996. Substantially purified beta (1,3) finely ground yeast cell wall glucan composition with dermatological and nutritional uses. US Patent 5576015.

DUNCAN S.H., SCOTT K.P., RAMSAY A.G., HARMSSEN H.J.M., WELLING G.W., STEWART C.S., FLINT H.J. 2003. Effects of alternative dietary substrates on competition between human colonic bacteria in an anaerobic fermentator system. *Appl. Environ. Microbiol.*, Vol. 69, 1136-1142.

ESTEVE-ZARZOSO B., BELLOCH C., URUBURU F., QUEROL A. 1999. Identification of yeasts by RFLP analysis of the 5.8S rRNA gene and two ribosomal internal transcribed spacers. *Int J Syst Bacteriol.*, Vol. 49, 329-337.

GAÑÁN M., CARRASCOSA A.V., MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, A. 2008. Manoproteínas derivadas de la pared celular de levaduras y su aplicación en la industria alimentaria. *Alimentaria: Revista de tecnología e higiene de los alimentos*, N° 396, 70-74.

GAÑÁN M., CARRASCOSA A.V., DE PASCUAL-TERESA S., MARTINEZ-RODRIGUEZ A.J. 2009. Inhibition by Yeast-Derived Mannoproteins of Adherence to and Invasion of Caco-2 Cells by *Campylobacter jejuni*. *Journal of Food Protection*, Vol. 72 (No. 1), 55–59.

GAÑÁN MARTINEZ-BALLESTA M. 2009. Estudio de diferentes estrategias encaminadas a la disminución de la incidencia de *Campylobacter* spp. en la cadena alimentaria. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.

GARDINER T. 2004. Beta-glucan biological activities: A review 1-39- Accessed on August 7, 2005 from Internet: www.usa.glycoscience.com.

GIRAUDO M., VICENTE F., SCOLLO D., UGARTE M., KULHAWIUK D., FOMICZ S., MORA V. 2009. Determinación de glucomanos en pared celular de *Saccharomyces cerevisiae* por electroforesis capilar de zona. *ACE: Revista de enología*, N° 104.

HERNAWAN T., FLEET G. 1995. Chemical and cytological changes during the autolysis of yeast. *J. Ind. Microbiol.*, Vol. 14, 440-450.

HITOMI Y., YOSHIDA M., MIZUTANI M., NAKAMURA T., SHIRASU Y. 2002. Effects of brewer's yeast cell wall on fecal steroid excretion in rats. *J. Oleo Sci.*, Vol. 51, 335-346.

HITOMI Y., YOSHIDA M., MIZUTANI M., NAKAMURA T., SHIRASU Y. 2002b. Effects of brewer's yeast cell wall on serum lipid levels in rats fed a high cholesterol and fat diet. *J. Oleo Sci.*, Vol. 51, 141-144.

HTWE K., YEE K.S., TIN M., VANDENPLAS Y. 2008. Effect of *Saccharomyces boulardii* in the treatment of acute watery diarrhea in Myanmar children: a randomized controlled study. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, Vol. 78, 214-216.

ISHIHARA N., CHU D.C., AKACHI S., JUNEJA L.R. 2007. Preventive effect of partially hydrolyzed guar gum

on infection of *Salmonella enteritidis* in young and laying hens. *Polt. Sci.*, Vol. 79, 689-697.

JAEHRIG S.C., ROHN S., KROH L.W., FLEISCHER L.G., KURZ T. 2007. In vitro potential antioxidant activity of (1-N3), (1-N6)- β -D-glucan and protein fractions from *Saccharomyces cerevisiae* cell walls. *J. Agric. Food. Chem.*, Vol. 55, 4710-4716.

JAVMEN A., GRIGIŠKIS S., GLIEBUTĖ R. 2012. β -glucan extraction from *Saccharomyces cerevisiae* yeast using *Actinomyces rutgersensis* 88 yeast lysing enzymatic complex. *Biologija*, Vol. 58 (No. 2), 51–59.

JINSHUI W., CRISTINA M.R., DE-BARBERA C.B. 2002. Effect of the addition of different fibers on wheat dough performance and bread quality. *Food Chem.*, Vol. 79, 221-226.

JONG S.C. 2002. Fungal cell-wall glycans. En *Biopolymers*, 6 (polysaccharides 2), Vandamme E.J.; De Baets S.; Steinbuechel A. (Eds.), Wiley VCH Verlag, Weinheim, pp. 159-177.

JOZEF S., KOGAN G., KAČUROKOVÁ M., MACHOVÁ E. 1999. Microbial (1,3)- β -D-glucans, their preparation, physico-chemical characterization and immunomodulatory activity. *Carbohydrate Polymers*, Vol. 38, 247-253.

KIM K.S., YUN H.S. 2006. Production of soluble β -glucan from the cell wall of *Saccharomyces cerevisiae*. *Enzyme and Microbial Technology*, Vol. 39, 496-500.

KLIS F., MOL P., HELLINGWERF K., BRUL S. 2002. Dynamics of cell wall structure in *Saccharomyces cerevisiae*. *FEMS Microbiology Reviews*, Vol. 26, 239-256.

LEE I.Y. 2002. Curdlan. En *Biopolymers*, 5 (Polysaccharides 1), Vandamme E.J., De Baets S. y Steinbuechel A. (Eds.), Wiley-VCH Verlag, Weinheim, pp. 135-158.

LIU X.-Y., WANG Q., CUI S.W., LIU H.-Z. 2008. A new isolation method of β -D-glucans from spent yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Food Hydrocolloids*, Vol. 22, 239-247.

LÓPEZ V., QUEROL A., RAMÓN D., FERNÁNDEZ-ESPINAR M.T. 2001. A simplified procedure to analyse mitochondrial DNA from industrial yeasts. *International Journal of Food Microbiology*, Vol. 68, 75-81.

MACFARLANE G.T., CUMMINGS J.H. 1999. Probiotics and prebiotics: can regulating the activities of intestinal bacteria benefit health? *West J. Med.*, Vol. 171, 187-191.

MILLER G.L. 1959. Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. *Analytical Chemistry*, Vol. 31 (3), 426–428.

MORALES LÓPEZ, R. 2007. Las paredes celulares de levadura de *Saccharomyces cerevisiae*: un aditivo natural capaz de mejorar la productividad y salud del pollo de engorde. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.

NAKAMURA T., HITOMI Y., YOSHIDA M., SHIRASU Y., TSUKUI T., SHIMASAKI H. 2002. Effect of yogurt supplemented with brewer's yeast cell wall on levels of blood lipids in normal and hypercholesterolemic adults. *Journal of Oleo Science*, Vol. 51 (5), 323-334.

NAUGHTON P.J., GRANT G., BARDICZ S., PUSZTAI A. 2000. Modulation of *Salmonella* infection by the lectins of *Canavalia ensiformis* (Con A) and *Galanthus nivalis* (GNA) in a rat model in vivo. *J. Appl. Microbiol.*, Vol. 88, 720-727.

ODES H.S., LAZOVSKI H., STERN I., MADAR Z. 1993. Double-blind trial of high dietary fiber, mixed grain cereal in patients with chronic constipation and hyperlipidaemia. *Nut. Res.*, Vol. 13, 979-985.

ORLEAN P. 1988. Cell Wall Biogenesis. En *The Molecular and Cellular Biology of the yeast Saccharomyces cerevisiae*, pp. 229-362. New York: Cold Spring Harbour Laboratory Press.

OTERO RAMBLA M.A., CABELLO BALBÍN A.J. 2007. Procesamiento de levadura para la obtención de derivados. Diferentes alternativas. *ICIDCA. Sobre los derivados de la caña de azúcar*, Vol. XLI, núm. 1, 2-11.

QUEROL A., BARRIO E., RAMÓN D. 1992. A comparative study of different methods of yeast-strain

characterization. *Syst Appl Microbiol*, Vol. 15, 439-446.

ROBERFROID M.B. 2001. Prebiotics: preferential substrates for specific germs? *Am. J. Clin. Nutr.*, Vol. 73, 406S-409S.

ROMERO R., GÓMEZ BASURI J. 2003. Yeast and yeast products, past, present and future. *Proceeding of Alltech 19th Annual Symposium*.

SUPHANTHARIKA M., KHUNRAE P., THANARDKIT P., VERDUYN C. 2003. Preparation of spent brewer's yeast β -glucans with a potential application as an immunostimulant for black tiger shrimp, *Penaeus monodon*. *Bioresource Technology*, Vol. 88, 55–60.

SWAMY H., SMITH T.K., MACDONALD E.J., KARROW N.A., WOODWARD B., BOERMANS H.J. 2003. Effects of feeding a blend of grains naturally contaminated with *Fusarium* mycotoxins on growth and immunological measurements of starter pigs, and the efficacy of a polymeric glucomannan mycotoxin adsorbent. *Journal of Animal Science*, Vol. 81, 2792-2803.

TAM T.M., DUY N.Q., MINH N.P., DAO D.T.A. 2013. Optimization of Beta-Glucan extraction from waste brewer's yeast *Saccharomyces cerevisiae* using autolysis, enzyme, ultrasonic and combined enzyme-ultrasonic treatment. *American Journal of Research Communication*, Vol.1 (11), 149-158.

THAMMAKITI S., SUPHANTHARIKA M., PHAESUWAN T., VERDUYN C. 2004. Preparation of spent brewer's yeast β -glucans for potential applications in the food industry. *International Journal of Food Science and Technology*, Vol. 39, 21-29.

THANARDKIT P., KHUNRAE P., SUPHANTHARIKA M., VERDUYN C. 2002. Glucan from spent brewer's yeast: preparation, analysis and use as a potential immunostimulant in shrimp feed. *World J Microbiol Biotechnol*, Vol. 18, 527–539

TORABIZADEH H., SHOJAOSADATI S.A., TEHRANI H.A. 1996. Preparation and Characterisation of Bioemulsifier from *Saccharomyces cerevisiae* and its Application in Food Products. *Lebensm.-Wiss. u-Technol.*, Vol. 29, 734-737.

VARELAS V., LIOUNI M., CALOKERINOS A.C., NERANTZIS E.T. 2015. An evaluation study of different methods for the production of β -D-glucan from yeast biomass. *Drug Test. Analysis*, Vol. 8, 46-55.

VARELAS V., TATARIDIS P., LIONI M., NERANTZIS E.T. 2016. Application of different methods for the extraction of yeast β -glucan. *e-Journal of Science & Technology*, Vol. 11.

VASALLO M. DEL C., PUPPO M.C., PALAZOLO G.G., OTERO M.A., BERESS L., WAGNER J.R. 2006. Cell wall proteins of *Kluyveromyces fragilis*: Surface and emulsifying properties. *LWT – Food Science and Technology*, Vol. 29, 729-739.

WAGNER J.R., OTERO RAMBLA M.A., GUERRERO LEGARRETA I. 2008. Las levaduras y sus productos derivados como ingredientes en la industria de alimentos. Buenos Aires, Universidad Nacional de Quilmes.

29TC-A5-Producción Limpia: Agresividad de Efluentes Agroindustriales Utilizados para el Riego

María Esther Balanza (FCAI /UNCuyo)

Alicia Lucía Ordóñez (FCAI /UNCuyo)

Alicia María Sánchez (FCAI /UNCuyo)

María Eugenia Santibáñez (FCAI /UNCuyo)

Resumen

El agua subterránea de uso industrial en la región de San Rafael, Mendoza, suele tener valores de dureza y salinidad altos y carácter fuertemente incrustante, aún a temperatura ambiente. Las industrias frutihortícolas y vitivinícolas descartan más del 90% del agua utilizada en sus procesos como efluentes, previa incorporación de cantidades muy variables de materia orgánica disuelta o en suspensión, putrescible, así como algunas sustancias inorgánicas como sodio y/o cloruros, provenientes de álcalis o sal. Se determinaron los Índices de Agresividad y la Relación de Absorción de Sodio de efluentes de dichas industrias para evaluar su calidad para riego. En la mayoría de los casos los efluentes resultaron fuertemente agresivos corrosivos, requiriendo corrección para su uso. En cuanto a la calidad salina para el riego, si bien en muchos casos no presentan variación significativa respecto del agua limpia utilizada, en otros se transforman en agua de alta peligrosidad sódica y salina para los suelos.

Palabras clave: *Producción limpia, agresividad de efluentes, agua riego.*

1 Introducción

Las industrias, en su mayoría frutihortícolas y vitivinícolas, del sur de la provincia de Mendoza, requieren para su funcionamiento importantes cantidades de agua, por lo que utilizan principalmente agua subterránea, de buena calidad microbiológica pero de alta o muy alta salinidad y alto contenido de calcio, con carácter netamente incrustante, tanto a temperaturas altas como ambiente (Balanza et al., 2012). Más del 90% del agua utilizada suele eliminarse luego como efluentes, habiendo incorporado gran cantidad de materia orgánica putrescible o modificado el contenido salino por uso de álcalis, sal y/u otros insumos en algún punto del proceso.

El comportamiento de los componentes o contaminantes químicos de las aguas naturales y residuales es función de las propiedades físico-químicas que predominan en éstas y su capacidad agresiva corrosiva o incrustante depende del equilibrio de las especies carbonatadas y el contenido de calcio, aunque con influencia del contenido de sales totales y/o de otros iones presentes en dicho equilibrio (Villar Alvarado, 2008; Rodier, 1998; Birnhack et al., 2010)

A los efectos de valorar la calidad del agua para riego, además del pH, que influye no sólo en los índices de agresividad sino también afectando la vida vegetal y animal fuera del rango de pH 5,5 a 9,0 (valores fijados como límites en las reglamentaciones de vertidos o reúso para riego), es importante tener en cuenta parámetros que permitan valorar el peligro de salinización (sólidos inorgánicos disueltos) y de alcalinización del suelo (por contenido de sodio). Siendo que la peligrosidad sódica se contrarresta por el contenido de calcio y magnesio, uno de los parámetros más utilizados para la valoración es la relación de absorción de sodio (RAS).

El objetivo del trabajo es evaluar la calidad de los efluentes industriales frutihortícolas y vitivinícolas en relación a su agresividad y aptitud para riego.

2 Materiales y Métodos.

Se realizó el análisis fisicoquímico de 40 muestras tomadas al azar, de efluentes de industrias frutihortícolas y vitivinícolas en el momento del vertido a cauces o a uso para riego, en relación a los principales iones, conforme a los Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales, de APHA-AWWA-WPFC (1995), así como pH, conductividad eléctrica (C), sólidos totales (ST) y DQO.

El carácter agresivo (ya sea corrosivo o incrustante) del agua se determinó como Índice de Agresividad (Ia) de Langelier, o sea, la diferencia entre el pH medido del agua y el pH de equilibrio o saturación (pHs) de la misma para determinada temperatura. Los pHs para 25°C y 40°C se determinaron por cálculo (Langelier, 1936, Barceló et al., 2002) según la ecuación

$$\text{pHs} = 9,3 + A + B - C - D \quad [1]$$

donde:

$$\begin{aligned} A &= (\log \text{SDT}(\text{mg/L}) - 1) / 10 \\ B &= -13,2 * \log (T (^\circ\text{C}) + 273,2) + 34,55 \\ C &= \log \text{Ca} (\text{mg CaCO}_3 / \text{L}) - 0,4 \\ D &= \log \text{Alcalinidad} (\text{mg CaCO}_3 / \text{L}) \end{aligned}$$

La relación absorción sodio (RAS) para valoración de la aptitud para riego (Catalán- Lafuente, 1990) se determinó mediante la fórmula, donde las concentraciones se expresan en meq/L

$$\text{RAS} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}{2}}} \quad [2]$$

3 Resultados y discusión

Los valores medios de los parámetros fisicoquímicos de los efluentes de industrias frutihortícolas y vitivinícolas, así como su variabilidad, se muestran en la tabla 1, la cual se acompaña con los gráficos de caja y bigotes para cada parámetro.

Excepto para pH y el contenido de sulfatos, que muestran coeficientes de asimetría y curtosis compatibles con una distribución normal de datos, todos los demás parámetros analizados presentan importantes asimetrías, por lo que se incluyen también en la tabla los valores máximos y mínimos y las medianas de los mismos.

A diferencia de las aguas naturales estudiadas en trabajos previos, los efluentes se caracterizan por un contenido variable de sólidos orgánicos disueltos y en suspensión que afectan fuertemente los valores de sólidos totales (ST) y de pH (por fermentación) pero en menor cantidad a la conductividad (C), que depende mayoritariamente del contenido salino.

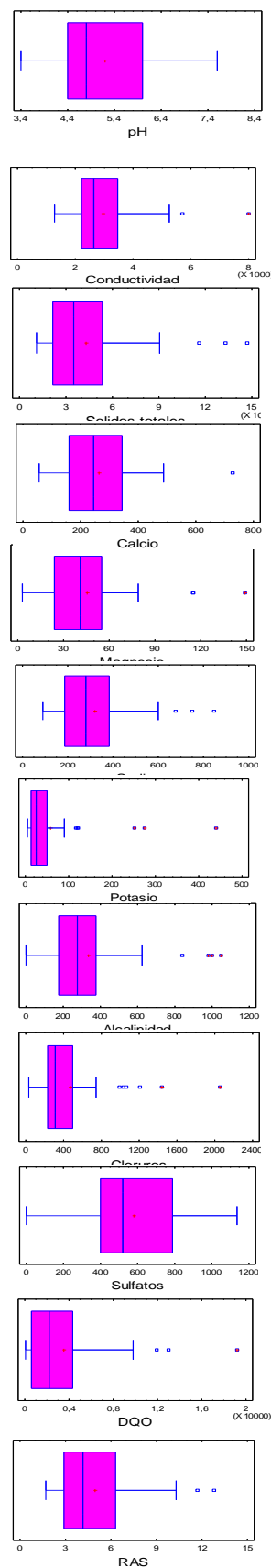
En cambio, los sólidos inorgánicos de los efluentes provienen mayoritariamente del agua usada en la industria para su funcionamiento (generalmente subterránea), con modificación de los contenidos de sodio, potasio y/o cloruros por utilización de soda cáustica (o hidróxido de potasio en su reemplazo) y/o de sal en los procesos de elaboración. Así, los valores de dureza (calcio + magnesio) y de sulfatos son similares a los encontrados en la provisión de agua. La alcalinidad, que en el agua de uso industrial está formada casi exclusivamente por bicarbonatos, tiende a disminuir en el efluente por descenso marcado del pH o a incrementarse cuando se corrigen pH demasiado alcalinos por agregado de dióxido de carbono.

El contenido de sólidos sedimentables es muy variable, con un 15% de muestras sin sedimentos y un 20% de las mismas con valores que varían de altos (10 a 50 ml/L) a muy altos (>50 ml/L). Estos sólidos incrementan fuertemente los valores de DQO, a la vez que tienden a disminuir el pH por fermentación, ya que son altamente putrescibles.

Tabla 1. Composición media y variabilidad de aguas residuales de industrias frutihortícolas y vitivinícolas.

Parámetro	Promedio ± DE	CV %	Máx. Mín.	Mediana
Sólidos sedimentables en 2 h (ml/L)	20 ± 52	260	260 0	2
pH	5,2 ± 1,3	25	7,6 3,4	4,8
Conductividad (µS/cm)	2956 ± 1334	45	7990 1293	2650
Sólidos Totales (mg/L)	4312 ± 3203	74	14700 1080	3503
Dureza (CaCO ₃) (mg/L)	945 ± 438	46	2320 200	870
Calcio (Ca ⁺⁺) (mg/L)	265 ± 135	51	728 76	246
Magnesio (Mg ⁺⁺) (mg/L)	45 ± 31	69	149 3	41
Sodio (Na ⁺)(mg/L)	319 ± 185	58	847 90	279
Potasio (K ⁺)(mg/L)	58 ± 88	152	440 5	25
Alcalinidad (CaCO ₃) (mg/L)	337 ± 263	78	1049 0	278
Cloruros (Cl ⁻)	473 ± 422	89	2059 28	312
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)(mg/L)	579 ± 285	49	1136 80	521
DQO (mg O ₂ /L)	3526 ± 4241	120	19167 63	2184
R.A.S	4,9 ± 2,8	57	12,8 1,7	4,15
pHs 25°C	6,8 ± 0,6	9,3	9,5 6,0	6,6
pHs 40°C	6,5 ± 0,6	9,7	9,2 5,7	6,4
Índice de Agresividad a 25°C (Ia 25°C)	- 1,5 ± 1,4	93	0,8 - 6,0	- 1,6
Índice de Agresividad a 40°C (Ia 40°C)	- 1,1 ± 1,4	125	1,1 - 5,7	- 1,3

Fuente: elaboración propia



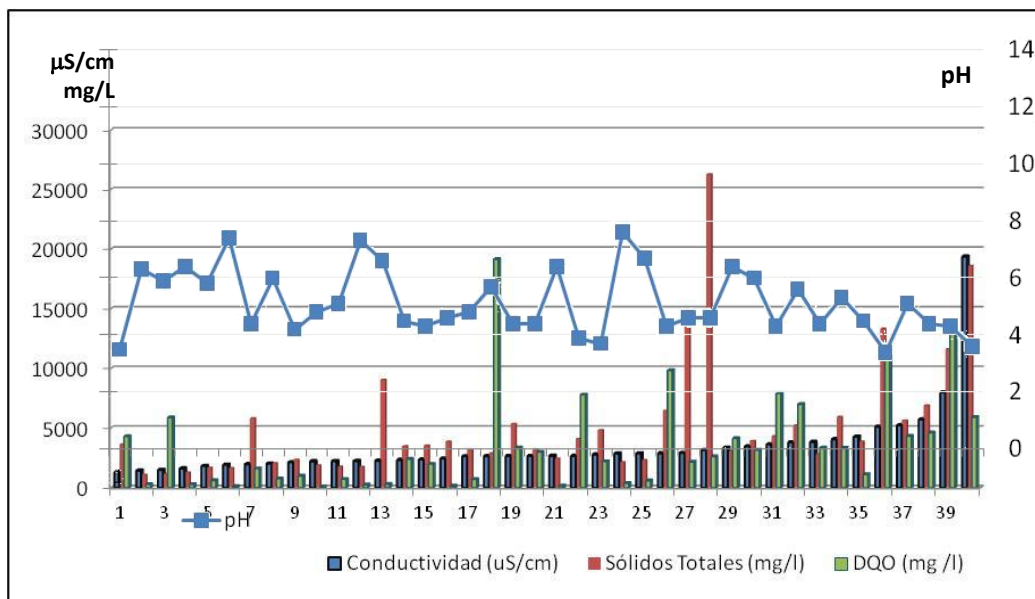


Fig. 1. Variación de pH, conductividad, sólidos totales y DQO en las diferentes muestras.

Fuente: elaboración propia

Aunque el análisis de los datos muestra una correlación estadísticamente significativa a $p = 0,01$ de la conductividad con los sólidos totales y con la DQO, en el gráfico de la fig. 1 aparece claramente visible la falta de homogeneidad de dichas relaciones. También se observa la falta de correlación de los valores de pH con los de las restantes variables, lo cual resulta de interés dado que los índices de agresividad a las diferentes temperaturas dependen del pH del agua. Más de la mitad de las muestras (56%) presentan $pH < 5,5$, por lo que no pueden utilizarse para riego o vertido a cauces sin tratamiento previo.

La fig. 2 muestra los modelos ajustados para las correlaciones indicadas entre la conductividad y los sólidos totales y la DQO. En el primer caso, el mayor ajuste, con $R^2 = 0,48$ se obtuvo con el modelo doble recíproco o inverso donde $C = 1/(0,000229214 + 0,472672/ST)$. En el segundo, el mayor ajuste lo provee el modelo raíz cuadrada-X: $C = 1886,64 + 21,3858 * (DQO)^{0,5}$, con $R^2 = 0,27$. En ambos casos los valores de los coeficientes de determinación R^2 muestran que ambas variables explican sólo porcentajes muy bajos de la variabilidad observada en la conductividad de los efluentes.

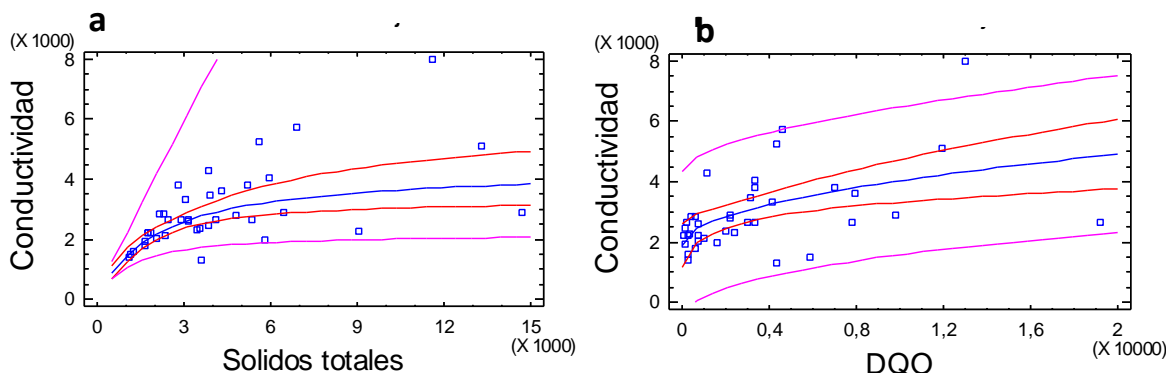


Fig. 2. Gráficos de modelos ajustados para la variación de la conductividad frente a los sólidos totales (a), con $R^2 = 0,48$ y a la DQO (b) con $R^2 = 0,27$.

Fuente: elaboración propia

3.1 Aptitud de los efluentes para uso en riego.

La fig. 3 muestra los valores de RAS de las diferentes muestras analizadas y la fig. 4 el modelo de mejor ajuste ($R^2 = 0,84$) para la correlación RAS y contenido de sodio.

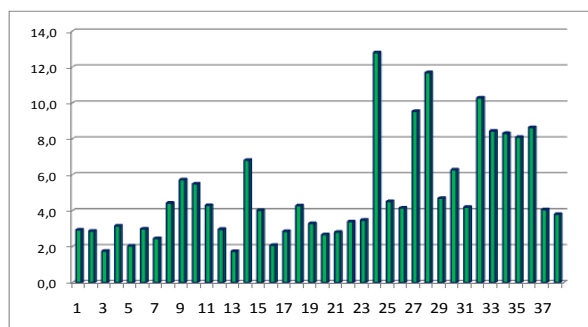


Fig. 3. Variabilidad de Índices de Agresividad de Langelier de las muestras, a 25°C.

Fuente: elaboración propia

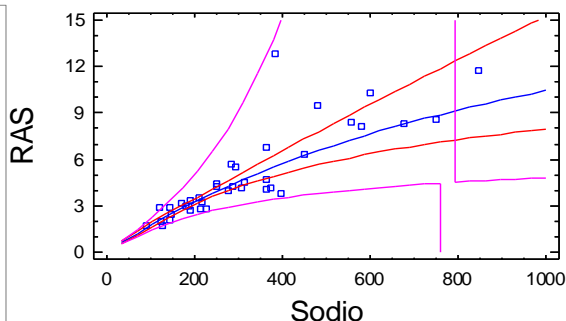


Fig. 4. Modelo doble recíproco o inverso, de mejor ajuste ($R^2 = 0,84$) para la correlación de RAS y sodio, expresado como

$$RAS = 1/(0,0431719 + 52,6069/Na)$$

Fuente: elaboración propia

Estos valores de RAS muestran que en la mayoría de los casos los efluentes frutihortícolas y vitivinícolas podrían ser aptos para riego, presentando peligros de alcalinización medios, según el contenido salino total del agua ($RAS \leq 6$). Aproximadamente el 25% de las muestras presenta peligros mayores, aunque no en todos los casos valores más altos de RAS corresponden a mayor contenido de sodio, sino al escaso contenido de calcio y magnesio del efluente. Una muestra de efluente de industria olivícola, no incluida en los datos de tabla 1, muestra una $RAS > 60$, con muy alto contenido de sales disueltas, lo que lo torna totalmente inapto para riego, con altísimo peligro de salinización y alcalinización en cualquier tipo de suelos.

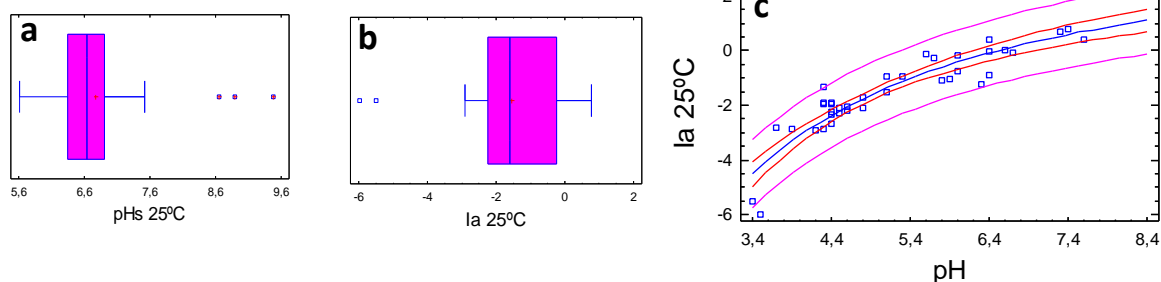


Fig. 5. Variabilidad del pH de saturación (pHs) a 25°C (a) y el Índice de agresividad a 25°C (b) y Modelo recíproco en X, (c) de mejor ajuste ($R^2 = 0,85$) para la correlación del Índice de agresividad a 25°C y el pH, expresado como

$$Ia\ 25^{\circ}C = 4,9192 - 32,0742/pH$$

Fuente: elaboración propia

Como se observa en la fig. 5a, el pH de saturación de los efluentes, obtenido por cálculo para una temperatura de 25°C, muestra una variabilidad influenciada principalmente por los puntos outliers que aparecen en muestras donde la alcalinidad es nula debido a que presentan $pH \leq 3,5$. En las figs. 5b y 5c se grafican tanto la variabilidad de los Índices de agresividad como el modelo de mayor ajuste de correlación de los mismos con el pH del efluente, este último con un coeficiente de determinación $R^2 = 0,85$.

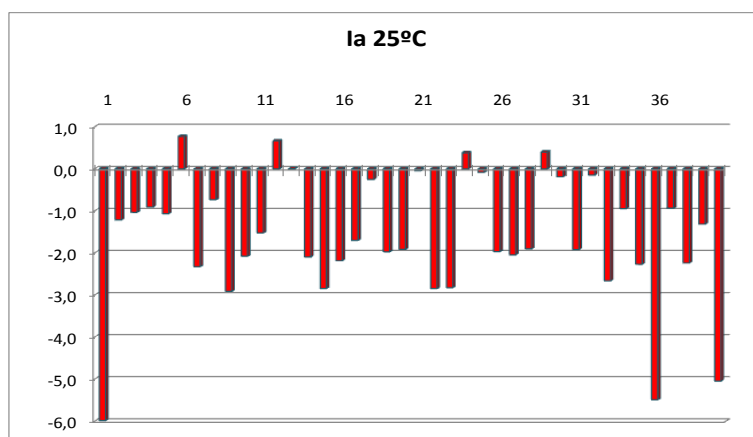


Fig. 6. Variabilidad de Índices de Agresividad de Langelier de las muestras, a 25°C.

Fuente: elaboración propia

En la fig. 6 se muestran los valores de los índices de agresividad para cada muestra, con sólo el 10% de las mismas con valores positivos (aguas incrustantes), el 5% inertes, otro 10% débilmente corrosivas y las restantes altamente agresivas corrosivas.

A pesar de que las aguas naturales utilizadas por las industrias tienen carácter fuertemente incrustante (Balanza et al., 2012), el uso en los procesos afecta su agresividad, requiriendo corrección del pH. Dicha corrección requiere el estudio de cada caso en particular para evitar la desaparición de especies que modifiquen sensiblemente el pHs, con el consiguiente riesgo de aparición de una corrosividad importante.

4 Conclusiones

A pesar de que las agroindustrias utilizan para su funcionamiento aguas de características incrustantes, sus efluentes, por el contenido de materia orgánica (disuelta o en suspensión) incorporada resultan altamente agresivos corrosivos, requiriendo tecnologías de corrección específicas para cada caso en particular, con monitoreo permanente.

En cuanto a los contenidos salinos, si bien en muchos casos no se modifican significativamente, las industrias que utilizan álcalis o sal como insumos en sus procesos, deberían disponer de separación en la evacuación (y tratamiento) del agua con elevados contenidos de sodio y cloruros, a fin de permitir el aprovechamiento del resto de los efluentes para riego, evitando peligros de salinización y alcalinización de suelos.

Referencias Bibliográficas

APHA-AWWA-WPCF. 1995. Methods for the examination of water. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Pollution Control Federation (WPCF), Washington.

BALANZA, M.E.; ORDÓÑEZ, A.L., SÁNCHEZ, A.M., SANTIBÁÑEZ, M.E., GONZÁLEZ, V.N. 2012. Agresividad del agua natural del sur de la provincia de Mendoza según el método de cálculo. Memorias del Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas Clicap 2012. CD ISBN 978-987-575-106-4.

BARCELÓ, I.D., ALLENDE, I., SOLÍS, H.E., BUSSY, A.L., GONZALEZ, C. 2002. Determinación del estado de equilibrio de un sistema hídrico. Journal of the Mexican Chemical Society. Vol 46 Num 2, 93-104.

BIRNHACK, L. et al., 2010. Fundamental chemistry and engineering aspects of post-treatment processes for desalinated water—A review, Desalination, doi:10.1016/j.desal.2010.11.011

CATALÁN LAFUENTE, J. 1990. Química del agua. 2º edición. Editorial Bellisco, Madrid, España

LANGELIER, W.F. 1936. J. Am. Wat. Works Ass, (AWWA) 28, pp. 1500-1521.

RODIER, J. 1998. Análisis de las aguas. Aguas naturales, aguas residuales, agua de mar. Ed. Omega S.A.121-130.

VILLAR ALVARADO, M.J.; 2008. Tesis de grado Ingeniería Química, Determinación cuantitativa de la agresividad y dureza total del agua subterránea de uso industrial, en el área metropolitana de Guatemala (Región I), a través del índice de Langelier considerando iones ajenos al sistema carbonato. Universidad de San Carlos de Guatemala.

ÁREA INVESTIGACIÓN OPERATIVA Y SIMULACIÓN

Trabajos Completos

1TC-A7-Programação Linear Aplicada à Maximização de Lucro de Concreteira

Ulisses Targino Bezerra

(dartarios@yahoo.com.br - Professor/IFPBP, João Pessoa, Brasil)

Lucas Macêdo Bezerra

(luke_lmbr@hotmail.com - Graduando/UFPB, João Pessoa, Brasil)

Eduardo Loureiro

(eduardoloureiro@hotmail.com - Graduando/UFPB, João Pessoa, Brasil)

Jardel Nóbrega

(jardelnobrega@gmail.com - Mestrando/UFCG, Campina Grande, Brasil)

Resumo

O emprego de ferramentas racionais de gerenciamento na construção civil, embora tenha recebido significativa evolução nas três últimas décadas, ainda apresenta um atraso significativo em relação à indústria. Ferramentas da Pesquisa Operacional são pouco conhecidas na construção civil e, em alguns dos seus ramos, elas são totalmente desconhecidas. Por outro lado, as concreteiras têm aumentado suas produções neste mesmo período em função do crescimento da economia e tem demandado suporte técnico. Este artigo, então, emprega uma destas ferramentas, a programação linear, na maximização do lucro de uma concreteira, focando a otimização do emprego de insumos. A produção de concreto envolve o consumo de cimento Portland, areia, brita, água e aditivos que, em certos locais, não são abundantes, como é o caso em apreço. Assim, foi estudada a situação de uma empresa concreteira por meio do estabelecimento de uma função de maximização de lucro e de restrições referentes aos insumos brita e areia. A solução apresentada foi obtida de duas formas: pelo uso de uma ferramenta tipo solver e graficamente, deixando mais clarividente a forma como a programação linear atua no problema em apreço. Os resultados mostraram as quantidades de cada traço de concreto que deveriam ser produzidas para maximização do lucro da empresa. Além disso, o estabelecimento das equações permitiu prever demandas futuras. Conclui-se que a programação linear pode ser empregada em situações típicas da construção civil sem nenhum empecilho de ordem operacional, levando a resultados satisfatórios para os proprietários da empresa.

Palavras chave: *concreteira, maximização de lucro, pesquisa operacional, programação linear, análise de sensibilidade.*

1 Introdução

O presente artigo se voltou para uma concreteira localizada em uma cidade pequena de difícil acesso rodoviário, porém em uma região que existem algumas obras de grande porte que garantem sua cota de pedidos mensal. A empresa lida com a produção de concreto a partir de pedidos sem previsão certa, o que faz com que, ora ela esteja com pedidos que comprometem sua capacidade de produção, ora esteja ociosa, podendo usar este tempo para manutenção preventiva de seus equipamentos.

Quanto ao comprometimento de sua capacidade de produção, a empresa sentiu a necessidade de atender, nestes períodos de total uso das instalações, os contratos que mais fossem rentáveis, deixando para depois outros contratos de menor interesse.

Desta forma, um estudo empregando a programação linear foi solicitado com a seguinte indagação por parte da empresa: que tipos de pedidos devem ser atendidos prioritariamente, para que a empresa tenha o máximo de lucro nos períodos de total ocupação?

Além disso, o estudo mostrou uma preocupação com a análise de sensibilidade. Em programação linear os dados

de entrada, como a disponibilidade de recursos ou o lucro unitário podem sofrer variações dentro de certos limites sem provocar alteração na solução ótima (Taha, 2008). A influência dessa incerteza pode ser verificada pela análise de sensibilidade e permite a empresa tomar decisões precisas e rápidas diante das mudanças do mercado.

Este artigo, assim, mostra o emprego da pesquisa operacional, especificamente a programação linear, em um caso real de maximização de lucro, ou seja, trata-se da otimização de uma função linear sujeita a restrições lineares.

2 Referencial Teórico

A Pesquisa Operacional, em essência, busca a otimização de recursos escassos de um sistema de produção, principalmente na área de tomada de decisões. Porém, um erro que se comete, devido ao seu próprio nome, é achar que ela é restrita apenas aos aspectos operacionais do chão de fábrica de empresas típicas da indústria, na verdade, a pesquisa operacional pode ser empregada em outros tipos de empresas, em outros sistemas e em várias áreas da atividade humana.

De forma geral, a pesquisa operacional ocupa-se com processos matemáticos para encontrar soluções racionais aplicadas a sistemas reais do dia a dia. Ela sempre pode ser aplicada quando se deseja encontrar a melhor entre as diversas soluções de um determinado problema de acordo com os objetivos e restrições a serem alcançados (Weber, 1979). Desde a sua criação na segunda guerra mundial, tem se mostrado bastante eficaz, devido à grande gama de problemas que podem ser resolvidos através das várias técnicas que são empregadas por esse estudo.

Usada em contextos em que soluções intuitivas não podem ser mais usadas e o número de variáveis e restrições dos sistemas se tornam cada vez maiores, a pesquisa operacional é, talvez, a ferramenta matemática mais importante na tomada de decisões da atualidade, empregando largamente recursos computacionais (Batalha e Morabito, 2011). Dois exemplos históricos do bom emprego da pesquisa operacional são os casos da Kellogg e da IBM. No primeiro caso, o seu emprego permitiu a criação de um modelo tático que gerou uma economia de cerca de US\$ 40 milhões por ano e, no caso da IBM, esta economia chegou a US\$ 750 milhões por ano (Batalha e Morabito, 2008).

Uma das ferramentas matemáticas disponíveis na pesquisa operacional é a Programação Linear, que trata da solução de problemas por meio específico da otimização de recursos. Trata-se de uma subclasse da modelagem que tem por característica básica a linearidade das suas funções. Desenvolvida a partir da Segunda Guerra Mundial, a programação linear buscou a redução de custos e o aumento do número de mortes inimigas. Após esse período ela se voltou para o setor empresarial com novos objetivos, como a redução de despesas e a maximização de lucros (Weber, 1979).

Considerado o mais comum dos métodos de programação linear, o método Simplex é um algoritmo que emprega equações lineares repetidas vezes até chegar à solução ótima de um problema. Ele se fará necessário para o estudo presente, pois é a base do Solver, um programa que analisa e calcula dados de programação linear. Usar-se-á o Solver como principal alternativa para a resolução do problema (Scheid, 1991).

Casos de empresas que possuem mais de um produto, insumos variados e limitados, e/ou processos limitados, e se encontram com encomendas acima de sua capacidade não são raros. E ao deparar-se com agentes limitantes e uma demanda maior do que o possível, muitas não se controlam e acabam por perder grandes oportunidades de lucros. Por outro lado, quando conseguem atender a demanda na maioria dos casos é necessário absorver os insumos vindos de qualquer tipo de fornecedor, mesmo que este não pratique a sustentabilidade (Fiksel, Low e Thomas, 2004).

A construção civil é um setor muito importante para o desenvolvimento sócio-econômico de um país. Contudo, é a parte do setor industrial em que se têm os maiores atrasos tecnológicos e gerenciais (Schmitt, 1995). No entanto, avanços são feitos lentamente, como por exemplo, o sistema desenvolvido para minimizar o tempo de produção de peças de argamassa armada para uso em edificações (Pereira e Stange, 1994). Da mesma forma, tem-se o desenvolvimento de uma metodologia para produção de concreto em canteiro de obras, baseada na adaptação de equipamentos convencionais e em um controle de qualidade de baixo custo e adaptado às condições e pessoal disponíveis (Prudêncio Junior e Guedert, 1994). Controles estatísticos do processo também tem sido explorados neste ramo da construção civil.

3 Procedimentos Metodológicos

3.1. Descrição do problema

A empresa trabalha com 2 produtos (P_1 e P_2) que são os carros chefe de suas vendas, tendo os seguintes preços unitários:

(i) R\$ 32,60/ton para P_1 ; e

(ii) R\$ 28,30/ton para P_2 .

Estes produtos, que são traços de concreto, têm em sua fabricação insumos comuns, como cimento Portland, areia, brita e aditivos. Parte de seus insumos apresenta-se em quantidade suficiente para a produção além de sua capacidade, ou seja, mesmo que fossem esgotados, seja por um mau aproveitamento, desperdício, retrabalho e/ou outro motivo, a empresa teria capacidade de requisitar mais aos seus fornecedores rapidamente e sem custos fora da normalidade.

Porém, dois de seus insumos, I_1 (areia) e I_2 (brita), são insuficientes para a demanda que está sendo exigida da empresa, principalmente nos últimos 8 anos. Não há como adquirir mais até o final dos prazos de entrega dos produtos, que ocorrem ao final de cada mês. O motivo dessa insuficiência tem sido o preço muito alto exigido pelos fornecedores ao atender em mercado *spot*, a falta de capacidade do maquinário da fábrica para produzir mais e a capacidade de estoque reduzida.

Sabe-se que a empresa consegue estocar por mês 1 500 toneladas de areia e 1 900 toneladas de brita. Além disso, para a fabricação do produto P_1 são necessários 300 kg de areia e 600 kg de brita e, para o produto P_2 , os insumos requeridos são 400 kg de areia e 450 kg de brita. As quantidades dos outros insumos necessários não foram consideradas aqui porque suas quantidades em estoque são suficientes para suprir quaisquer demandas mensais.

Observando esses valores pelo lado ambiental, a produção anual somente desta concreteira requer 18 000 ton de areia e 22 800 ton de brita representando um grande impacto. Segundo Sampaio e Salvador (2002) a extração de areia gera um impacto ambiental da maior gravidade e tem induzido órgãos ambientais, como o IBAMA, a proibir ou inibir a extração da areia em várias localidades, principalmente nas grandes metrópoles. Portanto, grande parte da areia consumida nas grandes cidades provém de municípios distantes, provocando aumento significativo no custo final do produto, estendendo ainda a degradação ambiental para os pequenos municípios e provocando transtornos no tráfego de veículos.

Porém, para Silva (2007) a produção de areia e outros minerais, por fatores mercadológicos, impõem sua atuação próxima dos centros consumidores, caracterizando-se como uma atividade típica das regiões metropolitanas e urbanas. O índice de clandestinidade dessa atividade é significativo e preocupante. Os impactos ambientais provocados são grandes e descontrolados, degradando ambientes de delicado equilíbrio ecológico (dunas e manguezais), alterando canais naturais de rios, aspectos paisagísticos, etc.

Sendo assim, uma busca de maximização de lucros aliada à sustentabilidade torna-se um problema complexo que necessita de várias ferramentas e análises.

A seguir, apresenta-se no Quadro 1 o resumo das características do problema de modo a facilitar a construção da função a ser maximizada junto com suas restrições.

Quadro 1: Resumo das características do problema

Insumo	Estoque mensal	Produto (traço de concreto)	
		P_1 (kg)	P_2 (kg)
Cimento Portland	Satisfatório	100	100
Areia (I_1)	1 500 toneladas	300	400
Brita (I_2)	1 900 toneladas	600	50
Aditivos	Satisfatório	5	4
Água potável	Satisfatório	80	85

3.2. A programação linear

A programação linear foi empregada para se descobrir qual a quantidade de produtos P_1 e P_2 que deveriam ser produzidos mensalmente, utilizando o estoque disponível, de modo a obter o máximo lucro possível para a empresa.

Aqui, chama-se de lucro bruto obtido pela venda dos produtos a expressão Z . A expressão da função do lucro Z é dada pela Equação 1:

$$Z = R\$ 32,60 * Q (P_1) + R\$ 28,30 * Q (P_2) \quad (\text{Equação 1})$$

Sendo $Q (P_1)$ a quantidade do produto P_1 e $Q (P_2)$ a quantidade do produto P_2 . As suas quantidades são multiplicadas pelos seus respectivos preços de venda de modo a se obter o lucro bruto. As quantidades ótimas de P_1 e P_2 representarão o máximo lucro. Essas quantidades são as que serão encontradas no processo de maximização do lucro.

O cálculo das quantidades das variáveis, $Q (P_1)$ e $Q (P_2)$, é feito através de um sistema de inequações que calcula o valor restritivo das mesmas, ou seja, acha o valor que melhor se adequa ao sistema e, conseqüentemente, ao problema proposto. As inequações usadas foram as seguintes (Inequações 1 e 2):

$$(300) * Q (P_1) + (400) * Q (P_2) \leq 1\ 500 \quad (\text{Inequação 1})$$

$$(600) * Q (P_1) + (450) * Q (P_2) \leq 1\ 900 \quad (\text{Inequação 2})$$

Ao resolver esse sistema de inequações os resultados serão as quantidades dos produtos P_1 e P_2 que levarão ao lucro máximo com o uso do estoque disponível.

3.3. Uso do *Solver* na resolução do problema

O *Solver* é um conjunto de programas ou partes dele que solucionam um problema matemático. *PL solver* é o programa que, como parte integrante do *solver*, resolve problemas matemáticos de programação linear utilizando o método do Simplex. O *solver* é uma ferramenta disponível em planilhas eletrônicas que atua como analisador de situações hipotéticas, ou seja, um solucionador de programação linear. Ele funciona captando informações de células relacionadas ao modelo matemático, usando as informações de restrição e ajustando os valores das células variáveis para calcular o modelo e jogá-lo na célula de resultado.

Uma opção disponível no *solver* é a análise de sensibilidade que apresenta intervalos em que os valores dos coeficientes da equação a ser otimizada podem estar sem alterar as quantidades ótimas, assim como apresenta intervalos em que os valores a direita das restrições podem estar sem alterar o valor que a restrição tem de contribuição no valor ótimo, ou seja, sem alterar o valor dual.

Além do emprego da ferramenta *solver*, também foi utilizada uma resolução gráfica do problema, que mostrou com mais clareza como a programação linear manipula os dados do problema. Pela facilidade de uso e incapacidade de se resolver à mão certos cálculos com muitas variáveis e informações, o *solver* é sempre um recurso indicado para soluções de problemas de programação linear.

4 Resultados

4.1. Solução via computador

Com o uso da programação linear, por meio do *solver* chegou-se ao seguinte resultado:

- (i) produto P_1 : 809,52 (vezes);
- (ii) produto P_2 : 3 142,86 (vezes); e
- (iii) lucro total: R\$ 115 333,33.

Arredondando os valores para inteiros, pelo fato de não se produzir frações de produto, o produto P_1 será produzido na quantidade de 810 vezes, rendendo R\$ 26 406,00 de lucro, enquanto que o produto P_2 será produzido na quantidade de 3 140 vezes rendendo R\$ 88 862,00 de lucro.

Portanto, o lucro total mensal obtido com a venda dos dois produtos principais da empresa importará em R\$ 115 268,00.

4.2. Solução gráfica

Uma melhor visualização da solução encontrada via programação linear (*solver*) é apresentada na Figura 1 seguinte.

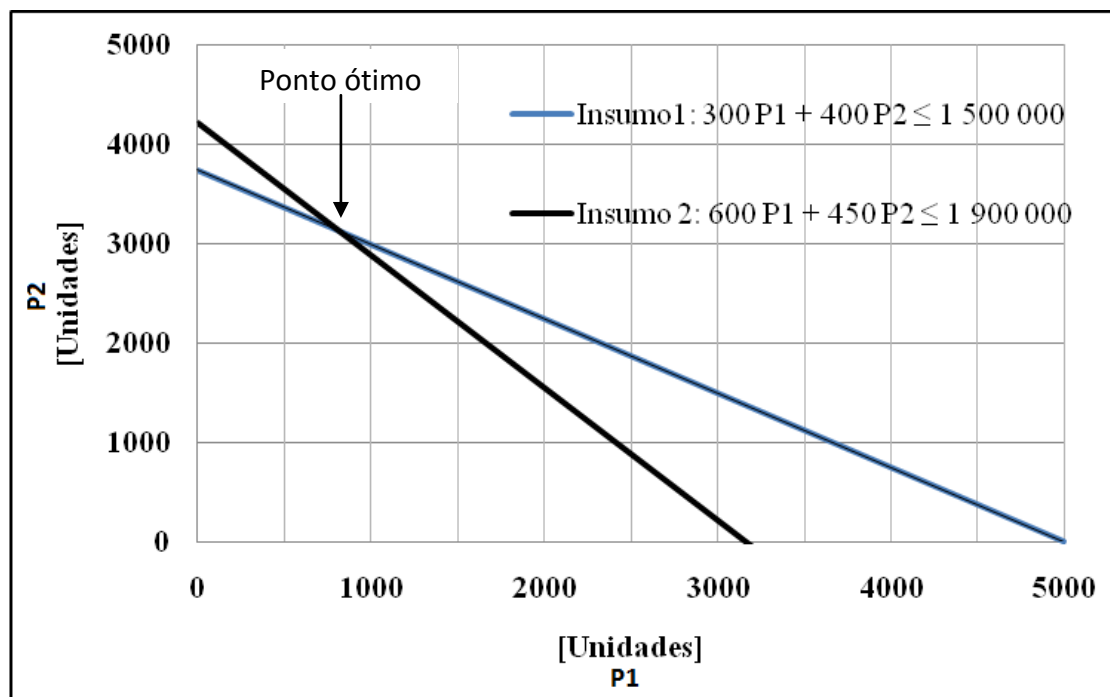


Figura 1 - Esquemática do problema

Como podem ser observados, todos os pontos localizados abaixo da área interceptada pelas duas retas representam soluções possíveis para o problema, mas apenas o ponto de coordenadas 809,52 e 3 142,86 (coordenadas práticas: 810 e 3 140) representa a combinação em que a empresa terá o maior lucro mensal possível.

4.3. Análise de Sensibilidade

Avaliando o problema em relação à análise de sensibilidade obtiveram-se os seguintes valores referentes aos intervalos em que o preço do produto não altera as quantidades ótimas:

(i) Produto P₁: entre R\$ 21,20 e R\$ 37,70; e

(ii) Produto P₂: entre R\$ 24,40 e R\$ 43,50.

Portanto, diante de uma alteração dentro dos intervalos nos preços de mercado desses produtos, a empresa pode continuar produzindo as quantidades encontradas sem maiores interferências na produção, caso contrário, é necessário se refazer os cálculos para assim modificar o planejamento da produção e o atendimento pedidos mensais.

Com relação às restrições do estoque de areia (restrição 1) e do estoque de brita (restrição 2), obtiveram-se os seguintes valores referentes aos intervalos em que estas restrições não alteram consideravelmente o preço dual, ou seja, caso os estoques ultrapassem esses limites então o valor econômico de cada elemento no lucro bruto seria alterado e novos cálculos seriam necessários para encontrar o ponto ótimo.

(i) Restrição 1: entre 950 ton e 1 689 ton;

(ii) Restrição 2: entre 1 687 ton e 3 000 ton.

O preço dual da restrição 1 foi de 0,22 e o da restrição 2 foi de 0,43. Isso mostra que a brita (restrição 2) tem uma influência no lucro bruto maior que a areia, o que é um fato bastante conhecido da área da construção civil. Sendo assim, aumentando o estoque mensal de brita em mais 1 000 toneladas (quantidade dentro do intervalo) e refazendo-se a otimização, o rendimento da empresa poderia ser incrementado em até R\$ 43 000,00 mensais de acordo com a demanda local. Além disso, nos meses em que a demanda seja baixa, a concreteira poderia armazenar brita e ter um poder de barganha maior nos meses de demanda aquecida.

Para a empresa em questão, o custo para aumentar a área de estoque de brita em mais 1 000 ton é de R\$ 5 000,00. Com esse investimento, em apenas um mês o lucro superaria o custo e permitiria que a empresa investisse nos meses subsequentes uma porcentagem do lucro em projetos de, por exemplo, recuperação do meio ambiente em busca da sustentabilidade como diferencial competitivo no mercado.

Outra possibilidade seria o desenvolvimento de um terceiro produto utilizando-se deste lucro adicional. A criação de um produto de menor impacto ao meio ambiente poderia envolver a substituição da areia natural. Segundo Sampaio e Salvador (2007) a ideia de produzir areia artificial com base nos finos de pedreiras de brita é uma tendência mundial utilizada em grande escala nos países industrializados. Essa alternativa apresenta diversas vantagens, entre outras, destacam-se: aproveitamento integral das pedreiras sem descarte em efluentes; obtenção de uma areia com características físicas e químicas mais controladas; menor consumo de cimento na preparação do concreto; redução dos problemas ambientais.

5 Conclusões

O presente artigo é uma singela aplicação da programação linear, técnica que, embora largamente empregada na indústria tradicional, também pode ser utilizada em outros ramos da atividade humana, como é o caso da construção civil. No estudo voltado para a concreteira, o emprego da programação linear combinou as possíveis misturas de insumos chegando àquela que proporcionou lucro máximo mensal.

No presente trabalho, observa-se que a análise adicional de sensibilidade na solução de um problema de programação linear pode ser útil no sentido de possibilitar a descoberta de novas informações e oportunidades de aumento do lucro, viabilizando, por exemplo, o investimento no desenvolvimento de políticas sustentáveis.

Para Epstein e Roy (2001) e Krajnc e Glavic (2005), empresas que se baseavam apenas em indicadores financeiros para acompanhar os resultados de suas atividades operacionais, passaram a utilizar práticas sustentáveis devido às exigências de vários agentes, tais como, consumidores, fornecedores, empregados, agências reguladoras nacionais e internacionais, bancos, companhias de seguros, acionistas, associações comerciais e comunidade local.

Assim, a programação linear, enquanto ferramenta matemática de auxílio à tomada de decisões, configurou-se como uma importante aliada na maximização do lucro mensal da empresa concreteira.

Referências

- BATALHA, M.O. e MORABITO, R. Introdução à engenharia de produção. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- CALLADO, A.L.C. e FENSTERSEIFER, J.E. Indicadores de sustentabilidade: uma abordagem empírica a partir de uma perspectiva de especialistas. São Paulo: Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, 2010.
- CARVALHO, M.C. *et al.* Responsabilidade socioambiental: uma obrigação de todos. Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2009.
- EPSTEIN, M.J. e ROY, M-J. Sustainability in action: identifying and measuring the key performance drivers. *Long Range Plannig*, v. 34, n. 5, p. 585-604, 2001.
- FIKSEL, J.; LOW, J.; THOMAS, J. Linking sustainability to shareholder value. *Environmental Managers Journal*, p. 19-25, 2004.
- KRAJNC, D. e GLAVIC, P. A model for integrated assessment of sustainable development. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 43, n. 2, p. 189-208, 2005.
- LIEBERMAN, G.J. e HILLIER, F.S. Introdução à pesquisa operacional. 8 ed. São Paulo: Bookman Companhia, 2010.

- PEREIRA, M.G. e STANGE, P. Vantagens da utilização de um sistema especialista na programação da produção de peças pré-moldadas de argamassa armada. 14º Congresso ENEGEP, Anais, v. 2, p. 924, 1994.
- PRUDÊNCIO JUNIOR, L.R. e GUEDERT, L. O. Metodologia alternativa pra a produção do concreto em canteiro. 14º Congresso ENEGEP, Anais, v. 2, p. 925, 1994.
- SAMPAIO, J.A. e SALVADOR, L.M. A. Obtenção de areia artificial com base em finos de pedreiras. Centro de Tecnologia Mineral, Rio de Janeiro: 2002.
- SILVA, J.P.S. Impactos ambientais causados por mineração. REVISTA ESPAÇO DA SOPHIA, n. 08, 2007.
- SCHEID, F. Análise numérica. 2 ed. Lisboa: McGraw-Hill de Portugal, 1991.
- SCHMITT, C.M. Quando as melhorias advindas do uso de sistemas de informação farão parte do dia-a-dia da construção civil no Brasil? 15º Congresso ENEGEP, Anais, v. 3, p. 1269-1272, 1995.
- SZÉKELY, F. e KNIRSCH, M. Responsible leadership and corporate social responsibility: metrics for sustainable performance. European Management Journal, v. 23, n. 6, p. 628-647, 2005.
- TAHA, H.A. Pesquisa operacional: uma visão geral. 8 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.
- WEBER, H.H. Introdução à pesquisa operacional. João Pessoa: Editora da UFPB, 1979.

2TC-A7-Programação Linear: Um Estudo de Caso Sobre os Custos de Transporte do Setor Logístico Belém-Pa/Brasil

Wilson Antonio Ferreira Costa
(wilsonantonio3@gmail.com – ESTÁCIO DE BELÉM/IESAM)

Bruna Baia da Cunha
(brunabaiacunha@gmail.com - ESTÁCIO DE BELÉM/IESAM)

Roberta Tainã Campos Soares
(robertat_soares@hotmail.com - ESTÁCIO DE BELÉM/IESAM)

Ingrid Monique Oliveira Teles
(ingridteles.93@gmail.com - ESTÁCIO DE BELÉM/IESAM)

Aurea Milene Teixeira Barbosa dos Santos
(aurea.mile@gmail.com - ESTÁCIO DE BELÉM/IESAM)

Resumo

A Pesquisa Operacional (PO) é uma ferramenta de tomada de decisão muito importante devido a sua forma racional de proceder. O objetivo do presente artigo é reduzir os custos de transporte de uma empresa que atua no setor logístico da cidade de Belém- PA, pelo uso da Programação Linear. Para tanto, os procedimentos de pesquisa adotados foram o estudo de caso e a pesquisa experimental. Foi construído um modelo matemático e feita a comparação entre as informações sobre a situação atual da empresa e sobre os melhores cenários gerados pela modelagem matemática.

Palavras chave: Pesquisa Operacional, Programação linear, Minimizar custos e transporte.

1 Introdução

Atualmente, mudanças no mercado global têm alterado preços e a visão do consumidor aumentando assim suas exigências com relação à produção e a agregação de valor aos seus produtos e serviços desde o início da cadeia até o final desta, com a entrega definitiva. A grande competitividade no mercado obriga as empresas a oferecerem diferenciais que buscam atender as necessidades dos clientes com o produto certo, no tempo certo e no lugar certo, oferecendo produtos de qualidade, preço justo e excelente serviço (SLACK, 2009).

Gastos e tentativa de otimização, são fatores comuns no cotidiano de pessoas físicas e jurídicas. Qual empresa que nunca mudou uma rota dos seus veículos tentando achar o caminho mais curto ou mais econômico para atingir ou concluir determinada meta?

O grande desafio das organizações está centrado na capacidade de busca de novas tecnologias, novos mercados e novos métodos de gerenciamento, devido ao ambiente competitivo na qual estão inseridas. Essas representações darão suporte à decisão por retratar um problema real.

Bueno (2007) afirma que as representações com modelagem matemática ou simbólica, são formadas por variáveis de decisão (parâmetros para tomada de decisão) e expressões matemáticas (relações entre as variáveis), entre essas modelagens matemática está à pesquisa operacional como tomada de decisão.

A Pesquisa Operacional, especificamente, oferece aos gerentes a capacidade de tomar decisões mais eficazes e de estabelecer sistemas mais produtivos, por meio de informações mais completas realizam-se previsões cuidadosas de resultados e estimativas de risco com ferramentas atuais e técnicas de decisão (MOREIRA, 2007).

Diante dessa realidade, as empresas podem utilizar essas técnicas para rever suas operações com intuito de auxiliar na boa execução das estratégias, visando aumentar a eficiência das suas atividades e minimizar seus custos.

2 Referencial Teórico

2.1 Pesquisa Operacional

A pesquisa operacional é uma ciência multidisciplinar voltada para a resolução de problemas reais, com foco na tomada de decisões, utilizando-se de métodos matemáticos, algoritmos computacionais e análise estatística. Possui aplicações em diversas áreas, tais como: planejamento financeiro, transportes, manufatura, telecomunicações, etc.

A Segunda Guerra Mundial foi o marco para uso da terminologia Pesquisa Operacional, quando equipe de pesquisadores intensificou a busca por métodos para solução problemas específicos de operações militares (ANDRADE, 2004). Após a guerra estenderam-se as aplicações para o meio acadêmico e empresarial.

Dois aspectos foram decisivos para o desenvolvimento da história da Pesquisa Operacional, o primeiro aspecto refere-se ao avanço nas técnicas de Pesquisa Operacional, devido às importantes técnicas para formulação de problemas que surgiram, e o segundo aspecto corresponde a maior popularização dos computadores (MOREIRA, 2007).

Várias são as definições atribuídas ao termo. Para Moreira (2007) problemas que visam à condução e gestão de determinadas operações em uma organização é tratado pela pesquisa operacional. O campo da pesquisa operacional possui ampla aplicabilidade em diversas áreas, como indústria, transportes, telecomunicações, finanças, saúde, serviços públicos, operações militares.

Arenales et al. (2007), apresentam o enfoque do conceito na tomada de decisão. Nesta perspectiva, autores, definem a pesquisa operacional como abordagem científica para as decisões que são adotadas, na busca por melhor alocação dos recursos da empresa, tende-se a decidir como melhor planejar e operar um sistema. Dessa forma, a pesquisa operacional busca a melhor decisão para um problema.

Um estudo em Pesquisa Operacional, segundo Moreira (2007) apresenta algumas etapas que serão consideradas individualmente para efeito didático. Essas etapas são: definição da situação-problema; formulação de um modelo quantitativo; resolução do modelo e encontro da melhor solução; consideração dos fatores imponderáveis; Implementação da solução.

Os modelos que interessam em Pesquisa Operacional são os modelos matemáticos. Moreira (2007) salienta que “[...] no caso dos modelos matemáticos as relações entre as variáveis do problema devem ser representadas por sistemas de símbolos e relações matemáticas”. Os bons modelos serão os mais próximos da realidade e de fácil experimentação.

Moreira (2007) esclarece os principais elementos que existem em um modelo matemático:

- Variáveis de decisão e parâmetros: por meio da função-objetivo, surgem variáveis fundamentais, essas variáveis são denominadas de variáveis de decisão. Os parâmetros são valores fixos no problema;
- Restrições: retratam a insuficiência dos recursos e os limites impostos sobre as ações, com o objetivo de maximizar a função-objetivo;
- Função Objetivo: é uma função matemática formada por uma combinação linear das variáveis de decisão.

Conseguir uma solução ótima, ou seja, a melhor de todas, é a idéia fundamental, às vezes, isso exige a solução de um sistema de equações e inequações como na programação linear (MOREIRA, 2007).

2.1.1 Programação Linear

Um dos modelos matemáticos mais utilizados nos problemas de pesquisa operacional é a programação linear, devido sua ampla aplicabilidade.

Em linhas gerais, a programação linear busca, entre as inúmeras tarefas ou atividades, descobrir a melhor distribuição dos recursos a fim de obter um valor ótimo do objetivo desejado (ANDRADE, 2007).

Os problemas de alocação de recursos distinguem-se pela existência de um objetivo explícito por meio de variáveis de decisão e pela existência de restrições para alocar os recursos devido às quantidades disponíveis e a forma de aplicá-los (ANDRADE, 2007).

A programação linear, segundo Colin (2007) é uma das técnicas mais poderosas dentre as ferramentas gerenciais disponíveis, já que existe uma segurança relativamente grande de não existir outra solução melhor quando a modelagem e a solução são apropriadas. As pessoas que se utilizam dessa técnica frequentemente a vêem como uma condição essencial para a lucratividade e sobrevivência no longo prazo e os usuários que se utilizam dela com menor frequência encontram no método fontes de vantagem competitiva duradoura.

O campo de aplicabilidade da programação linear é bastante amplo, com isso tornou-se uma das técnicas mais eficazes na gestão, com aplicações em: organização de transportes e estoques, estudos de fluxos de caixa, investimentos e sistemas de informações, além dos clássicos problemas de produção e de mistura de componentes (ANDRADE, 2007).

Sob essa perspectiva, Pizzolato e Gandolpho (2009), classificam que a programação linear possui como características fundamentais:

- Variáveis de decisão: x_j , sendo $j = 1, 2, \dots, n$;
- Função objetivo Z a ser otimizada;
- Restrições lineares;
- Não negatividade das variáveis de decisão, $x_j \geq 0$

Com isso o problema em questão é representado por meio da programação linear por meio de modelos matemáticos.

2.2 Logística

A logística, por ser um processo organizacional que tem interface com clientes e fornecedores externos, participa decisivamente do desempenho final da empresa. Logo, o gerenciamento do seu processo de maneira eficiente e eficaz é um requisito básico e essencial.

Segundo Martins e Alt (2006), é de competência da logística o planejamento, a operação e controle do fluxo de mercadorias e informações, desde os fornecedores até os consumidores.

A logística contribui para a estrutura dos custos das empresas, assim como para o produto interno bruto das nações. Dados estimam que cerca de 17% do PIB brasileiro são gastos com atividades logísticas (FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO, 2007). O que demonstra a relevância da logística devido aos custos que são gerados com suas atividades.

O gerenciamento logístico tem como principal obstáculo a falta de informação sobre os seus custos, já que os sistemas mais utilizados não realizam uma análise bem detalhada, o que dificulta a identificação do potencial de negociação que pode existir dentro do sistema logístico (SEGRETI; FARBER; MONDINI, 2004). Com isso, a tomada de decisão pode estar sujeita a resultados imprevistos que interferirá nas atividades logísticas e provocará custos adicionais.

Segundo Ballou (2007), o componente de maior importância no custo logístico na maioria das empresas é o transporte. Este contribui com cerca de dois terços do gasto logístico e entre 9 e 10% do produto nacional bruto. Devido a isso, é comum se deparar com a afirmação de que os custos logísticos envolvem apenas os custos com transporte.

Por meio do acesso aos meios de transporte com menores custos e com melhores sistemas, a estrutura econômica começa a se igualar de uma economia desenvolvida, possibilitando aumento da concorrência no mercado, garantia de economia de escala na produção e redução de preços das mercadorias (BALLOU, 2007).

Bertaglia (2006) afirma que devido aos altos custos e as elevadas oportunidades, o processo de distribuição tem sido foco nas empresas. Examinam-se formas de obter vantagem competitiva e disponibilizar aos consumidores

os produtos, principalmente os produtos de bens de consumo. A relevância dos aspectos como velocidade, confiabilidade e controlabilidade, tem consequência na competitividade do processo de distribuição.

3 Procedimentos Metodológicos

A estratégia de pesquisa adotada foram: O estudo de caso (YIN, 1990) e a pesquisa experimental (CRESWELL, 1994; BRYMAN, 1989). A escolha pelo método de estudo de caso, deve-se ao objetivo principal deste trabalho de otimizar os custos de transporte de uma empresa específica, realizando um estudo aprofundado da realidade dessa empresa, que irá dar suporte para tratar a problemática em questão e atingir os objetivos propostos. Devido à abordagem quantitativa e à utilização de modelagem matemática, escolheu-se a pesquisa experimental para a realização deste estudo.

Para a coleta de dados, a pesquisa documental e entrevista, foram os tipos adotados (MARCONI; LAKATOS, 2006). Seguindo essa perspectiva de coleta de dados, o trabalho realizou os seguintes passos.

Pimeiro passo: Realizada na empresa objeto do estudo, no qual foi marcada por busca de maior familiaridade da empresa e conhecimento dos seus processos, para identificação e definição de um problema a ser tratado;

Segundo Passo: Definiu-se o problema real a ser estudado;

Terceiro Passo: Realizou-se nova entrevista a cerca do problema, objetivando caracterizar os problemas atuais da logística de transportes da empresa estudada. Nessa etapa, além da entrevista estruturada, documentos sobre custos de transportes foram pesquisados para caracterizar o cenário atual da empresa.

A empresa estudada utiliza transporte de terceiros para levar seus produtos até seus revendedores. Devido a isso, a terceira etapa foi realizada por meio de entrevista nas empresas de transporte que são responsáveis por essa entrega. Investigou-se os custos para os locais de entrega, o limite de carga e o prazo em cada empresa.

A análise dos dados foi realizada com base em métodos/técnicas de Pesquisa Operacional, mais especificamente, por meio de modelos matemáticos de Programação Linear (PL).

A forma geral dos problemas de PL é apresentada a seguir (LACHTERMACHER, 2007, p. 19):

Otimizar: $Z = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$

Sujeito a:

$$\left. \begin{array}{l} g_1(X_1, X_2, \dots, X_n) \\ g_2(X_1, X_2, \dots, X_n) \\ \cdot \\ \cdot \\ g_m(X_1, X_2, \dots, X_n) \end{array} \right\} \begin{array}{l} \leq \\ = \\ \geq \end{array} \left\{ \begin{array}{l} b_1 \\ b_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ b_m \end{array} \right.$$

Onde:

$$f(X_1, X_2, \dots, X_n) = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$$

$$g_i(X_1, X_2, \dots, X_n) = a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + a_{i3}X_3 + \dots + a_{in}X_n,$$

para $i = 1, \dots, m$

- n é o número de variáveis;

- m é o número de restrições do problema;

- i é o índice de uma determinada restrição ($i = 1, 2 \dots m$);

- j é o índice de uma determinada variável ($j = 1, 2 \dots n$);
- c_i é o coeficiente (constante) da variável x_i da função-objetivo;
- a_{ij} é o coeficiente (constante) da variável x_i da j -ésima restrição

Após a definição das variáveis de decisão, da função objetivo e das restrições, construiu-se o modelo matemático. A solução foi programada em computador para facilitar sua utilização na empresa.

A planilha eletrônica da MS-Excel® foi utilizada nesse estudo, juntamente com a ferramenta Solver, que é integrada nessa planilha.

4 Resultados

Identificou-se na empresa estudada que o transporte dos produtos era feito por meio da terceirização do serviço e a responsável pela escolha da transportadora fazia de forma intuitiva de acordo com as opções de mercado. A escolha da transportadora por intuição era a única alternativa viável já que as informações sobre custos, prazos e limitações não eram bem detalhadas e analisadas.

Devido a isso, a logística de transporte pode trazer custos desnecessários que impacta diretamente nos lucros da empresa. Com o objetivo de otimizar os custos de transporte e melhorar o processo de tomada de decisão, o estudo irá realizar um processo de modelagem da situação e comparar o mesmo cenário ocorrido na empresa na falta e na presença da modelagem do problema, nos meses de maio, junho, julho e agosto de 2015.

No primeiro momento, observou-se que a empresa utiliza as seguintes transportadoras para distribuir seus produtos: A, B, C e D, a empresa C possui duas formas distintas de entrega, que serão denominadas C1 e C2, por questão de sigilo, as empresas transportadoras receberam essas denominações. As principais cidades que a empresa destina seus produtos são: São Paulo, Fortaleza, Curitiba e Espírito Santo.

A seguir, a pesquisa foi realizada em cada transportadora para identificar os custos, o prazo de entrega e as limitações de cada empresa para cada destino.

Os custos foram baseados na caixa que a empresa transporta seus produtos, que possui largura de 70 cm, comprimento de 50 cm, altura de 50 cm e peso de 12 kg.

4.1 Análise do Problema

A demanda para cada cidade, bem como o prazo de entrega solicitado e efetivado e a transportadora utilizada é apresentada.

Durante o mês de maio/2015, a empresa enviou quatro caixas para São Paulo, oito caixas para Fortaleza, duas caixas para Curitiba e seis caixas para Espírito Santo, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Custo total de transporte em maio/2015 para a situação atual

Cidade	Demanda	Prazo Solicitado (dias)	Prazo Efetivado (dias)	Custo Total	Transportadora Utilizada
São Paulo	4	4	4	R\$ 184,00	A
Fortaleza	8	9	9	R\$ 445,76	B
Curitiba	2	3	3	R\$ 235,66	C2
Espírito Santo	6	10	6	R\$ 334,80	B
TOTAL				R\$ 1200,22	

Fonte: Dados da pesquisa

No mês de junho/2015, foi enviado para São Paulo, Fortaleza, Curitiba, e Espírito Santo, cinco, dez, três e oito caixas, respectivamente, conforme pode ser visualizado na Tabela 2.

Tabela 2 - Custo total de transporte em junho/2015 para a situação atual

Cidade	Demanda	Prazo Solicitado (dias)	Prazo Efetivado (dias)	Custo Total	Transportadora Utilizada
São Paulo	5	7	4	R\$ 230,00	A
Fortaleza	10	15	10	R\$ 499,20	C1
Curitiba	3	3	3	R\$ 353,49	C2
Espírito Santo	8	10	6	R\$ 399,36	C1
TOTAL				R\$ 1482,05	

Fonte: Dados da pesquisa

Ao longo o mês de julho/2015, foi enviado para São Paulo quatro caixas, para Fortaleza seis caixas, para Curitiba três caixas e para Espírito Santo quatro caixas, vide Tabela 3.

Tabela 3 - Custo total de transporte em julho/2015 para a situação atual

Cidade	Demanda	Prazo Solicitado (dias)	Prazo Efetivado (dias)	Custo Total	Transportadora Utilizada
São Paulo	4	10	4	R\$ 196,00	A
Fortaleza	6	5	3	R\$ 797,82	C2
Curitiba	3	6	6	R\$ 150,00	A
Espírito Santo	4	5	5	R\$ 208,00	A
TOTAL				R\$ 1351,82	

Fonte: Dados da pesquisa

No mês de agosto/2015, para São Paulo foram enviados três caixas, Fortaleza seis, Curitiba duas e Espírito Santo quatro (vide Tabela 4).

Tabela 4 - Custo total de transporte em agosto/2015 para a situação atual

Cidade	Demanda	Prazo Solicitado (dias)	Prazo Efetivado (dias)	Custo Total	Transportadora Utilizada
São Paulo	3	5	5	R\$ 146,70	B
Fortaleza	6	10	8	R\$ 336,00	A
Curitiba	2	6	6	R\$ 100,00	A
Espírito Santo	4	10	6	R\$ 208,00	A
TOTAL				R\$ 790,70	

Fonte: Dados da pesquisa

Custo total gerado para o transporte das mercadorias, durante o período de maio a agosto de 2015, na empresa foi de R\$ 4.824,79.

4.2 Criação da Modelagem Matemática

O modelo matemático foi construído para o tratamento do problema de minimização de custos de transporte, e por meio dele, simulações foram realizadas com base no mesmo cenário de demanda e prazo dos quatro meses de 2015. O modelo matemático determinou a transportadora que deveria ser utilizada para minimizar os custos da empresa.

O Solver do MS-Excel® gera o relatório de resposta, o relatório de sensibilidade e o relatório de limite.

As variáveis se resumem em determinar a quantidade de caixas a serem enviadas para cada destino pelas empresas transportadoras, com isso as variáveis relevantes do problema são:

- X_1 - Quantidade de caixas a serem enviadas para São Paulo pela empresa A
- X_2 - Quantidade de caixas a serem enviadas para São Paulo pela empresa B
- X_3 - Quantidade de caixas a serem enviadas para São Paulo pela empresa C1
- X_4 - Quantidade de caixas a serem enviadas para São Paulo pela empresa C2
- X_5 - Quantidade de caixas a serem enviadas para São Paulo pela empresa D
- X_6 - Quantidade de caixas a serem enviadas para Fortaleza pela empresa A
- X_7 - Quantidade de caixas a serem enviadas para Fortaleza pela empresa B
- X_8 - Quantidade de caixas a serem enviadas para Fortaleza pela empresa C1
- X_9 - Quantidade de caixas a serem enviadas para Fortaleza pela empresa C2
- X_{10} - Quantidade de caixas a serem enviadas para Fortaleza pela empresa D
- X_{11} - Quantidade de caixas a serem enviadas para Curitiba pela empresa A
- X_{12} - Quantidade de caixas a serem enviadas para Curitiba pela empresa B
- X_{13} - Quantidade de caixas a serem enviadas para Curitiba pela empresa C1
- X_{14} - Quantidade de caixas a serem enviadas para Curitiba pela empresa C2
- X_{15} - Quantidade de caixas a serem enviadas para Curitiba pela empresa D
- X_{16} - Quantidade de caixas a serem enviadas para Espírito Santo pela empresa A
- X_{17} - Quantidade de caixas a serem enviadas para Espírito Santo pela empresa B
- X_{18} - Quantidade de caixas a serem enviadas para Espírito Santo pela empresa C1
- X_{19} - Quantidade de caixas a serem enviadas para Espírito Santo pela empresa C2
- X_{20} - Quantidade de caixas a serem enviadas para Espírito Santo pela empresa D

As variáveis de decisão que vão de X_1 a X_{20} representam a quantidade de caixas a serem enviadas pelas transportadoras. Portanto, são os valores procurados que darão a solução do problema, considerando o custo de cada caixa para cada destino dados adquiridos in loco. A função objetivo é assim apresentada:

$$\text{Minimizar: } Z = 49,00*(X_1) + 48,90*(X_2) + 49,92*(X_3) + 117,83*(X_4) + 35,00*(X_5) + 56,00*(X_6) + 55,72*(X_7) + 49,92*(X_8) + 132,97*(X_9) + 0,00*(X_{10}) + 50,00*(X_{11}) + 49,31*(X_{12}) + 49,92*(X_{13}) + 117,83*(X_{14}) + 35,00*(X_{15}) + 52,00*(X_{16}) + 55,08*(X_{17}) + 49,92*(X_{18}) + 117,83*(X_{19}) + 35,00*(X_{20})$$

A primeira limitação do modelo matemático foi dada pela empresa estudada, que restringiu o número máximo de caixas que podem ser transportados em cada transportadora. Assim, definiu-se que cada empresa poderá enviar no máximo 10 caixas. Outra restrição diz respeito à transportadora D que não tem frota para as cidades de Fortaleza e Espírito Santo, portanto o número de caixas para esses destinos é de zero. Além disto, foram definidas as restrições que definem a quantidade de caixas por cada transportadora que irá variar de acordo com o número de caixas que a empresa necessita enviar para cada destino. As restrições adicionais referem-se a números não-negativos e números inteiros. As restrições podem ser assim representadas:

$$X_1 \leq 10 \text{ Número máximo de caixas pela A - São Paulo}$$

$$X_2 \leq 10 \text{ Número máximo de caixas pela B - São Paulo}$$

$$X_3 \leq 10 \text{ Número máximo de caixas pela C1 - São Paulo}$$

$$X_4 \leq 10 \text{ Número máximo de caixas pela C2 - São Paulo}$$

$$X_5 \leq 10 \text{ Número máximo de caixas pela D - São Paulo}$$

$$X_6 \leq 10 \text{ Número máximo de caixas pela A - Fortaleza}$$

$$X_7 \leq 10 \text{ Número máximo de caixas pela B - Fortaleza}$$

$$X_8 \leq 10 \text{ Número máximo de caixas pela C1 - Fortaleza}$$

$$X_9 \leq 10 \text{ Número máximo de caixas pela C2 - Fortaleza}$$

$$X_{10} = 0 \text{ Número máximo de caixas pela D - Fortaleza}$$

$$X_{11} \leq 10 \text{ Número máximo de caixas pela A - Curitiba}$$

$$X_{12} \leq 10 \text{ Número máximo de caixas pela B - Curitiba}$$

$$X_{13} \leq 10 \text{ Número máximo de caixas pela C1 - Curitiba}$$

$$X_{14} \leq 10 \text{ Número máximo de caixas pela C2 - Curitiba}$$

$$X_{15} \leq 10 \text{ Número máximo de caixas pela D - Curitiba}$$

$$X_{16} \leq 10 \text{ Número máximo de caixas pela A - Espírito Santo}$$

$$X_{17} \leq 10 \text{ Número máximo de caixas pela B - Espírito Santo}$$

$$X_{18} \leq 10 \text{ Número máximo de caixas pela C1 - Espírito Santo}$$

$$X_{19} \leq 10 \text{ Número máximo de caixas pela C2 - Espírito Santo}$$

$$X_{20} \leq 10 \text{ Número máximo de caixas pela D - Espírito Santo}$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 = \text{Número de caixas que se deseja enviar para São Paulo}$$

$$X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} = \text{Número de caixas que se deseja enviar para Fortaleza}$$

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} = \text{Número de caixas que se deseja enviar para Curitiba}$$

$$X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} = \text{Número de caixas que se deseja enviar para Espírito Santo}$$

$$x_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, 20$$

$$x_i = \text{números inteiros}, i = 1, 2, \dots, 20$$

4.3 Resolução da Modelagem

A melhor configuração logística em relação aos mês de Maio, seria enviar 4 caixas para São Paulo pela

transportadora D, 2 caixas para Curitiba pela empresa D, para Espírito Santo 6 caixas através da transportadora D e 8 caixas para fortaleza pela transportadora C através da forma de entrega 1, assim o custo total seria de R\$ 819,36.

No mês de junho, seria enviar pela transportadora D para São paulo 5 caixas, Curitiba 3 caixas, Espírito Santo 8 caixas e pela transportadora C através da forma 1 de entrega 10 caixas, assim o custo total do mês seria de R\$ 1059,20.

Refente ao mês de julho, seria enviar pela transportadora D para São paulo 4 caixas, Curitiba 3 caixas Espírito Santo 4 caixas e pela transportadora C através da forma 1 de entrega 6 caixas, assim o custo total do mês seria de R\$ 684,52.

Durante o mês de Agosto, seria enviar pela transportadora D para São paulo 3 caixas, Curitiba 2 caixas, Espírito Santo 4 caixas e pela transportadora C através da forma 1 de entrega 6 caixas, assim o custo total do mês seria de R\$ 614,52.

O custo total gerado para o transporte das mercadorias da empresa, por meio do modelo matemático para o período de maio a agosto de 2015, seria de R\$ 3.177,60.

Analisando os resultados, verificou-se uma possível minimização dos custos logísticos pela programação linear. Comparando a situação real com o resultado da modelagem, observa-se uma redução de R\$ 1.647,19.

5 Conclusões

A maior motivação do trabalho foi a possibilidade de utilização, análise de casos reais e a possibilidade de propor soluções para os problemas encontrados.

Por meio da programação linear, foi construído o modelo matemático e feita a comparação entre as informações sobre a situação atual da empresa e sobre os melhores cenários gerados pela modelagem matemática, observou-se que com o uso da Programação Linear, a empresa indicou uma redução de 34,15% dos seus custos logísticos, portanto, o objetivo proposto por este trabalho foi atingido.

A contribuição desta pesquisa no âmbito empresarial seja a evidência de que, a prática específica da Pesquisa Operacional, por meio da Programação Linear, é uma importante ferramenta gerencial para a escolha das melhores decisões. E no âmbito acadêmico, destaca-se a importância do caráter multidisciplinar e científico do estudo.

Como sugestão de pesquisas futuras, tem-se a aplicação de outras técnicas de pesquisa operacional, como a simulação para analisar o processo produtivo e verificar outras possibilidades de melhoria nos processos e redução de custos.

Referências

ANDRADE, E. L. Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para a análise de decisão. 3.ed. -. Rio de Janeiro: Livros Tecnicos e científicos, 2004, 192 p.

ARENALES, M.; ARMENTANO, V.; MORABITO, R.; YANASSE, H. Pesquisa operacional. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007, 523 p.

BALLOU, R. H. Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 1993, 388 p.

BERTAGLIA, P. R. Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento. São Paulo: Saraiva, 2006, 509 p.

BUENO, F. Otimização gerencial com Excel. Florianópolis, RJ: Visual Books, 2007. 136 p.

COLIN, E. C. Pesquisa operacional: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas. Rio de Janeiro: LTC, 2007, 501 p.

CRESWELL, J. W. Research design: qualitative & quantitative approaches. London: Sage, 1994. 248 p.

FLEURY, P. F.; WNAKE, P., FIGUEIREDO, K. F. Logística empresarial: a perspectiva brasileira. São Paulo: Atlas, 2006, 372 p.

LACHTERMACHER, G. Pesquisa operacional na tomada de decisões. 3. ed. Rio de Janeiro (RJ): Elsevier, c2007, 213 p.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas; amostragens e técnicas de pesquisa; elaboração análise e interpretação de dados. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2006, 289 p.

MARTINS, P. G.; ALT, P. R. C. Administração de materiais e recursos patrimoniais. 2. ed. --. São Paulo (SP): Saraiva, 2006, 441 p.

MOREIRA, D. A. Pesquisa operacional: curso introdutório. São Paulo: Thomson Learning, 2007, 356 p.

PAULO, E.; PEDROSA JUNIOR, C.; FONTOURA, J. R. A.; GONÇALVES, M. A. M. S. Aplicação da programação linear na redução de custos de produção: enfoque sobre o planejamento de produção e do quadro funcional. In: Congresso Internacional de Custos, 2003. Punta Del Este. VIII Congresso Internacional de Custos, 2003, v. 1.

PIZZOLATO, N. D.; GANDOLPHO, A. A. Técnicas de Otimização. Rio de Janeiro: LTC, 2009. 225 p.

SLACK, Nigel et al. Administração da produção. São Paulo: Atlas, 2009.

SEGRETI, J. B. ; FARBER, J. C. ; MONDINI, L. C. A importância da gestão estratégica de custos logísticos. In: XXXIX CLADEA - Asamblea Anual del Consejo Latinoamericano de Escuelas de Administración. Anais eletrônicos... Itapema/SC: CLADEA, 2004.

YIN, R. K. Case study research: design and methods. Newbury Park, California: Sage Publications, 1990. 166p.

3TC-A7-Dimensionamento e Sequenciamento de Lotes em Ambiente de Teste de Funcionamento

Sander Joner
(sanderjoner@gmail.com) - (MATEMÁTICA/IFSC)

Neida Maria Patias Volpi
(neidavolpi@gmail.com) - (PPGMNE/UFPR)

Resumo

O presente trabalho apresenta um modelo matemático de dimensionamento e sequenciamento de lotes com máquinas em paralelo composto por um estágio voltado à fabricação dos itens e outro ao teste de funcionamento, onde entre estes estágios, há a possibilidade de se manter um estoque intermediário de itens, o qual possui limitação de capacidade e custos de armazenamento. A problemática trata do sequenciamento e programação da produção dos itens nas máquinas paralelas bem como do envio desses itens para células de teste, onde estes são submetidos a testes de funcionamento por um tempo fixo em um ambiente com temperatura elevada. Neste artigo é proposto um modelo matemático voltado ao cumprimento da demanda estabelecida para o horizonte de planejamento, bem como pela otimização do uso das células de teste de carga, evitando o seu uso com espaços ociosos, de forma a reduzir custos na produção dos vários tipos de itens que compõe o mix de produção. Para validação do modelo, propõe-se uma aplicação com dados reais obtidos de uma empresa fabricante de itens eletrônicos o qual é resolvido com uso do software Cplex com tempo pré-determinado.

Palavras chave: Máquinas paralelas, estoques intermediários, programação da produção.

1 Introdução

Realizar o planejamento do sequenciamento de tarefas implica em melhorar o controle do fluxo da cadeia produtiva. Como benefício de um bom planejamento, está a redução dos custos de produção, cumprimento das demandas estabelecidas e aumento da eficiência organizacional. Segundo Rego (2013), o problema de realizar sequenciamento de tarefas está presente em diversas áreas, como na indústria, na manufatura, no gerenciamento de processos de um computador, dentre outras.

O processo de dimensionar lotes de produção consiste em determinar quanto produzir de cada produto em cada período afim de atender uma demanda prevista sob as condições e capacidades operacionais existentes. Sequenciar lotes de produção significa determinar em que ordem produzi-los, de forma a melhor aproveitar os recursos produtivos e atender aos prazos estabelecidos. De acordo com Pinedo (2008), os problemas de scheduling referem-se aos procedimentos de alocação, num determinado período de tempo, de recursos e equipamentos limitados para executar o processamento de tarefas. O scheduling possui três elementos fundamentais: a designação dos recursos que envolve a seleção de um conjunto de recursos para uma atividade conhecida; o sequenciamento de atividades, que define a ordem de execução das atividades designadas para os recursos; e a determinação dos tempos de início e término de cada atividade.

A complexidade dos problemas de dimensionamento de lotes dependem das características concebidas no modelo. As características a seguir afetam a classificação, a modelagem e a complexidade das decisões no dimensionamento dos lotes, conforme citado por Karimi et al. (2003): horizonte de planejamento, número de níveis (estágios da produção), números de produtos, restrições de capacidade ou recursos, deterioração de itens, demanda, estrutura de preparação de máquina para produção (setup) e falta de estoque. O problema de dimensionamento de lotes não capacitado (Uncapacitated Lot Sizing Problem - ULSP) é a mais simples variação desta classe de problemas. Ele é caracterizado como simples nível, pois leva em conta custos de setup sem carryover, e o horizonte de planejamento finito dividido em vários períodos discretos. A demanda de cada produto ou item é conhecida em cada período, podendo variar ao longo do tempo, e os limites de capacidade não são considerados. O problema de dimensionamento de lotes capacitado (Capacitated Lot-Sizing Problem - CLSP) que é uma extensão do ULSP é conhecido como large bucket por produzir vários itens em um mesmo período, onde cada período consiste de uma semana e o horizonte de programação é usualmente de até seis meses. Como os itens competem pelo mesmo recurso, o modelo não pode ser decomposto em problemas menores, o que o faz da classe NP-difícil, conforme em Bitran & Yanasse, 1982). O Problema Discreto de

Dimensionamento e Programação de Lotes (Discrete Lot Sizing and Scheduling Problem - DLSP) consiste na divisão do horizonte de planejamento em small buckets e sua principal característica é que a produção é realizada na forma de "tudo ou nada", ou seja, somente um produto é produzido por período e utiliza toda a sua capacidade produtiva, segundo Schrage (1984). Os problemas de Programação e Dimensionamento de Lotes Contínuo (Continuous Setup Lot Sizing Problem - CSLP) descartam a produção "tudo-ou-nada", ou seja, os lotes podem ter tamanhos variados, entretanto, os demais pressupostos fundamentais são os mesmos dos DLSP. Nos casos em que os tamanhos de lote necessários para atendimento da demanda utilizem parcialmente a capacidade do período, o modelo CSLP é a melhor alternativa em relação ao modelo DLSP. O Problema de Programação e Dimensionamento de Lotes Compartilhado (Proportional Lot Sizing and Scheduling Problem - PLSP) permite a utilização da capacidade dos recursos por mais de um item durante o mesmo período. Tem como principal objetivo permitir que um item j seja produzido em períodos em que a capacidade não tenha sido totalmente utilizada pelo item i ($i \neq j$) que iniciou a produção. Isso permite que a produção de j seja adiantada e evita capacidade excedente na linha de produção. A troca para j implica em custo de setup no período t em questão. Se i e j são produzidos em um único período, é especificada a ordem com que estes itens são processados, o que implica em decisões adicionais de programação (*scheduling*). No Problema de Dimensionamento e Sequenciamento de Lotes Generalizado (General Lot Sizing and Scheduling Problem - GLSP), cada período t é subdividido em subperíodos de tamanho variável, fixando-se um número máximo de lotes a serem produzidos por período (P_t). Cada lote está associado a um subperíodo (ou posição) no período t . Os subperíodos são indexados cronologicamente e de maneira contínua ao longo do horizonte de planejamento. O GLSP, segundo Fleischmann & Meyr (1997), é um modelo geral porque diversos modelos para dimensionamento e sequenciamento de lotes diferem dele apenas por restrições adicionais que modificam a estrutura e esforço computacional para obtenção das soluções. O Problema de Dimensionamento de Lotes e Sequenciamento na Programação da Produção em Máquinas Paralelas (General Lot Sizing and Scheduling Problem for Parallel Production Lines - GLSPPL) é um modelo análogo ao GLSP, onde os itens são produzidos em um sistema de máquinas em paralelo e uma das decisões envolvidas é a alocação dos lotes de produção nas máquinas. Kang, Malik e Thomas (1999) trataram o GLSPPL considerando como função objetivo a minimização dos custos de setup e de estoque descontando-se o faturamento com as vendas. Clark e Clark (2000) estudaram o GLSPPL cuja função objetivo minimiza custos de armazenagem e de backordering. Sua formulação matemática baseia-se numa premissa de que o número máximo de setups por período é pré-determinado. Foi utilizada neste trabalho, uma heurística de horizonte rolante, que tratava exatamente um subproblema composto pelos períodos mais próximos, enquanto que o subproblema composto pelos períodos mais distantes era tratado relaxando-se a integralidade de suas variáveis. Uma heurística do tipo relax-and-fix é também utilizada nas variáveis que indicam as ocorrências de setup. Porém os resultados computacionais mostraram que somente problemas de pequeno porte puderam ser resolvidos em tempos razoáveis. Meyr (2002) adaptou a metodologia utilizada por ele mesmo em 2000, para abordar GLSPPL com máquinas distintas, visando minimizar os custos de produção, estoque e setup dependente sem permitir atrasos de entrega (backorders). Dastidar e Nagi (2005) trataram o GLSPPL com máquinas distintas minimizando custos de estoque, backordering e setup. Uma fábrica de produtos injetáveis para tratamento médico foi utilizado como estudo de caso, na qual existe uma restrição de quantidade limitada de recursos produtivos, como misturadores, trituradores e secadores, que são instalados nas máquinas para executar determinadas tarefas. Beraldi et al. (2008) desenvolveram heurísticas de horizonte rolante e relax-and-fix para resolver o GLSPPL com setup dependente num ambiente de máquinas idênticas em paralelo, encontrado na indústria têxtil e de fibra de vidro. Esse trabalho introduz uma formulação compacta para o caso de máquinas idênticas, considerando apenas os custos de setup e desprezando os tempos de setup. Józefowska e Zimniak (2008) desenvolveram um sistema de apoio à decisão aplicado em uma empresa polonesa fabricante de tubos plásticos, cujo ambiente produtivo é composto por máquinas em paralelo. Esse sistema foi baseado numa abordagem multi-objetivo que compreendeu entre seus critérios a maximização da utilização de máquina e a minimização do desvio entre o programa de produção pelo S&OP (Sales and Operation Plan), da perda de lucro dadas pelas faltas de produtos permitidas pelo modelo, do tempo total de setup e da quantidade de produtos abaixo do nível de estoque de segurança desejado. Ferreira, Morabito e Rangel (2009) abordaram o problema de dimensionamento e sequenciamento de lotes com tempos e custos de setup dependentes em uma fábrica de refrigerantes, cujo sistema produtivo é composto de 2 estágios (preparação do refrigerante e engarrafamento) que devem ser sincronizados em linhas de produção em paralelo. Com o objetivo de minimizar os custos de estoque, de backordering e setup, foram desenvolvidos duas abordagens de resolução do problema que utilizavam 15 diferentes estratégias de relax-and-fix baseadas em conjugações de relaxamento de variáveis de períodos, máquinas e estágios de produção. A primeira era baseada na aplicação das estratégias de relax-and-fix na formulação matemática do GLSPPL adaptada para sistemas com dois estágios (P2SMM) enquanto que a segunda utilizava um relaxamento da formulação P2SMM, considerando que o estágio de preparação do líquido não representava um gargalo para o processo e poderia ser posteriormente programado. Meyr e Mann (2013) apresentam uma nova solução heurística para o GLSPPL, que aborda o problema de simultaneamente decidir

sobre os tamanhos e horários de lotes de produção em linhas de produção paralelas heterogêneas com relação à capacidade escassa, a tempos de preparação dependentes da sequência e à demanda determinística e dinâmica de vários produtos. Seu objetivo é minimizar os custos de manutenção de estoque, de instalação e de produção dependente da sequência. A nova heurística iterativa decompõe o problema multilinha em uma série de problemas de uma única linha, que são mais fáceis de resolver.

O presente trabalho trata do problema de dimensionamento e sequenciamento de lotes composto por máquinas paralelas, em um horizonte de planejamento de 1 dia de produção, dividido em 4 subperíodos de 2h cada, que é o tempo em que cada item necessita para ser testado em uma célula de teste com temperatura controlada. O modelo trata do sequenciamento e programação da produção dos itens em 2 máquinas paralelas distintas onde os tempos de setup são dependentes da sequência dos itens a serem produzidos. O modelo também voltado ao envio dos itens para células de teste, onde estes são submetidos a testes de funcionamento é um diferencial nesse trabalho. Trata-se neste trabalho do sequenciamento e programação da produção bem como da otimização do uso das células de teste de carga, evitando o seu uso com espaços ociosos, pois estas células são espécies de fornos e não podem ter seu ciclo interrompido para que seja adicionado um novo item e sendo assim, a falta de itens para completar sua capacidade máxima acarreta custos relacionados à subutilização deste estágio.

Esse trabalho está dividido como descrito a seguir: A seção 2 apresenta a descrição do problema em estudo. Na Seção 3, é apresentada a metodologia do problema, sua formulação matemática e a implementação prática do modelo. A Seção 4 mostra as principais conclusões do trabalho.

2 Descrição do Problema

Na problemática envolvida, tem-se um ambiente de produção composto por máquinas paralelas, em um horizonte de planejamento composto de períodos e subperíodos. A construção do modelo é baseada em uma fábrica de itens eletrônicos onde alguns desses itens podem ser produzidos ao mesmo tempo em diferentes máquinas, sendo que nem todas as máquinas, por limitações técnicas, são capazes de produzir todos os itens. O fato de se produzir um novo tipo de item em alguma das máquinas, gera um custo de *setup*, que é dependente da sequência, pois dependendo dos itens que se sucedem e/ou se antecedem, o *setup* pode ser complexo ou simples, provocando a troca de componentes e ajustes nas máquinas.

Após produzidos os itens nas m máquinas paralelas, esses são enviados a um setor de teste de funcionamento, denominado “Células de Teste”, as quais são espécies de fornos que operam a uma temperatura elevada de modo a simular o funcionamento do produto em condições extremas, e que contam com conectores (*slots*) apropriados ao tipo de item que deve ser testado. Cada produto submetido a uma célula de teste deve ficar ali acondicionado por um tempo determinado de 2 horas, tempo este em que fica em operação simulando seu real funcionamento. Existe na empresa um único tipo diferente de célula para cada tipo de item, pois esta precisa estar adaptada ao item produzido devido aos conectores elétricos.

Um dos problemas encontrados, além do sequenciamento e programação da produção nas m máquinas paralelas, é o fato de tentar se trabalhar com as células teste de forma que suas capacidades não sejam subutilizadas. Uma vez que uma célula de teste que tem capacidade para n itens, começa a operar de forma a não estar completamente ocupada, o processo não pode ser interrompido pelo tempo de 2 horas. A espera por novos itens até a completa lotação do forno, implica no processo de resfriamento/aquecimento ou da manutenção da célula de teste aquecida durante um tempo, o que gera custos. Devido ao tempo para aquecimento da célula, é mais viável manter a célula sempre aquecida durante o horizonte de planejamento.

Se não houver controle no processo de fabricação, pode-se incorrer tanto na falta de itens para completar espaços ociosos nas células de teste, bem como na produção demasiada de um determinado tipo de item em um mesmo período, o que gera estoque intermediário de itens não testados e conseqüentemente custos com estocagem e com acúmulo de itens gerando filas.

Um dos objetivos para qual o modelo matemático foi formulado, foi o de estabelecer um controle dos estoques intermediários evitando filas em determinadas células e falta de itens em outras, e ainda limitar a quantidade de itens em estoque intermediário. A figura 1 mostra uma ideia geral do ambiente de produção.

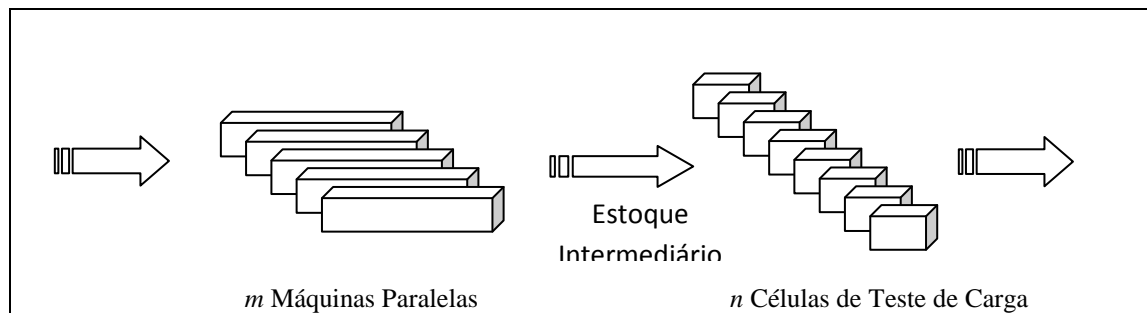


Figura 1: Esquema básico do ambiente de produção.

Observa-se que nem sempre é possível ou viável produzir uma quantidade que possa suprir a capacidade da célula de teste num período, aqui fixado em 2h. Sendo assim, na formulação do modelo matemático foi aplicada uma penalidade por cada espaço ocioso cujo valor varia conforme o tipo de item, o que na prática está relacionado com os custos de operação de um espaço vazio em um determinado período. Devido à busca pela minimização de custos, torna-se necessário sempre que possível, utilizar ao máximo a capacidade das células teste buscando atender às demandas previstas para o horizonte de planejamento.

Neste problema, o horizonte de planejamento considera um dia de trabalho de 8 h, o qual foi dividido em 4 períodos de 2h cada, pois este é o tempo necessário para testar o item nas células teste. Cada um dos períodos foi dividido em subperíodos, o que torna possível no modelo matemático, a produção de mais de um tipo de item por máquina em um mesmo período. A seção a seguir apresenta de forma detalhada e descrição do modelo matemático para este problema.

3 Metodologia

Neste tópico é apresentado o modelo matemático, os dados referentes ao problema, os resultados encontrados e os cenários para diferentes números de itens.

3.1 Modelo Matemático

O modelo proposto para o problema em estudo foi adaptado do modelo de programação inteira mista (MIP) de Meyr (2002) e Kawamura (2009).

No modelo proposto por esses autores, o horizonte de planejamento é dividido simultaneamente em T períodos e W subperíodos, sendo que a cada período t é constituído de subperíodos s . Em cada subperíodo permite-se a produção de apenas um tipo de produto, e a sequência de subperíodos identifica os lotes a serem produzidos. A divisão em subperíodos permite identificar a sequência de tarefas na máquina, assim como associar os respectivos custos e tempos de *setup* dependentes (Kawamura, 2009). Para otimizar a saída dos itens nas m máquinas paralelas, neste trabalho estão sendo propostas novas restrições para minimizar o estoque intermediário entre a saída das máquinas paralelas e a entrada nas células teste, e maximizar a carga de cada célula teste. Foi inserido um custo (penalidade) por item, na operação de uma célula teste com capacidade ociosa.

A seguir é apresentado o modelo matemático para o problema em estudo.

Parâmetros:

- SP_l : conjunto de itens que podem ser produzidos na máquina l ;
- D_i : demanda do item i no horizonte de planejamento;
- CP_{lt} : capacidade de produção disponível na máquina l no período t ;
- cs_{ijl} : custo de *setup* para produzir o item j imediatamente após o item i na máquina l ;
- cp_{il} : custo de produção para produzir o item i na máquina l ;
- h_i : custo de manutenção de uma unidade do item i não testado em estoque por período;

- p_{il} : tempo consumido para produção de uma unidade do item i na máquina l ;
- $lmin_{il}$: lote mínimo do item i produzido na máquina l .
- st_{ijl} : tempo de *setup* para a produção do item j imediatamente após o item i na máquina l ;
- I_{i0} : quantidade de item i não testado em estoque, no início do horizonte de planejamento;
- x_{ils} : 1, se a máquina está preparada para produzir o item i na máquina l no início do horizonte de planejamento; 0, caso contrário;
- cf_i : custo da falta de cada unidade do item i para completar a capacidade máxima da célula teste;
- W_t : Conjunto de subperíodos contidos no período t ;
- CCT_i : capacidade da célula de teste para o item i ;
- CAT : capacidade de armazenamento de itens testados para todo o horizonte de planejamento;
- $CANT_t$: capacidade de armazenamento de itens não testados para cada período t .

Variáveis de Decisão:

- q_{ils} : quantidade do item i produzido na máquina l no subperíodo s ;
- x_{ils} é igual a 1, se a máquina l está preparada para produzir o item i no subperíodo s ; e 0, caso contrário;
- y_{ijls} é igual a 1, se há *setup* do item i para o item j na máquina l no subperíodo s ; e 0, caso contrário;
- I_{it} : quantidade do item i não testado em estoque no final do período t ;
- qf_{it} : quantidade faltante para completar a capacidade máxima da célula teste do item i no período t ;
- qc_{it} : quantidade do item i que será enviado à célula teste dedicada a este item, no período t .

Modelo matemático:

$$\min \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T h_i \cdot I_{it} + \sum_{i \in SP_l} \sum_{j \in SP_l} \sum_{l=1}^M \sum_{s=1}^W cs_{ijl} \cdot y_{ijls} + \sum_{i \in SP_l} \sum_{l=1}^M \sum_{s=1}^W cp_{il} \cdot q_{ils} + \sum_{i \in SP_l} \sum_{t=1}^T cf_i \cdot qf_{it} \quad (1)$$

$$I_{i,t-1} + \sum_{l=1}^M \sum_{s \in W_t} q_{ils} - I_{it} = qc_{it} \quad t = 1, \dots, T \quad i \in SP_l \quad (2)$$

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N qc_{it} \leq CAT \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^N I_{it} \leq CANT_t \quad t = 1, \dots, T \quad (4)$$

$$\sum_{i \in SP_l} \sum_{s \in W_t} p_{il} \cdot q_{ils} + \sum_{i \in SP_l} \sum_{j \in SP_l} \sum_{s \in W_t} st_{ijl} \cdot y_{ijls} \leq CP_{lt} \quad l = 1, \dots, M; t = 1, \dots, T \quad (5)$$

$$p_{il} \cdot q_{ils} \leq CP_{lt} \cdot x_{ils} \quad i \in SP_l; l = 1, \dots, M; t = 1, \dots, T; s \in S_{lt} \quad (6)$$

$$q_{ils} \geq lmin_{il} \cdot (x_{ils} - x_{ils-1}) \quad i \in SP_l; l = 1, \dots, M; s \in W_t \quad (7)$$

$$qc_{it} + qf_{it} = CCT_i \quad i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T \quad (8)$$

$$\sum_{t=1}^T qc_{it} = D_i \quad i = 1, \dots, N \quad (9)$$

$$\sum_{i \in S_l} x_{ils} = 1 \quad l = 1, \dots, M; s \in W_t \quad (10)$$

$$y_{ijls} \geq x_{il,s-1} + x_{jls} - 1 \quad i, j \in SP_l; l = 1, \dots, M; s = 1, \dots, W \quad (11)$$

$$x_{ilo} = 0 \quad i \in SP_l; l = 1, \dots, M \quad (12)$$

$$x_{ils} \in \{0,1\} \quad i \in SP_l; l = 1, \dots, M; s = 1, \dots, W \quad (13)$$

$$x_{ils}, q_{ils}, qc_{it}, I_{it}, qf_{it} \in Z^+; y_{ijls} \geq 0 \quad (14)$$

A função objetivo (1) é a minimização dos custos variáveis com armazenagem, *setup*, produção e custos de operação das células teste com espaços ociosos. A restrição (2) realiza o balanço de estoques, relacionando quantidades produzidas, estoque intermediário de itens a serem testados com a capacidade da célula teste para cada item por período em todo o horizonte de planejamento. A restrição (3) garante que a quantidade de itens testados nas células de teste durante o horizonte de planejamento não ultrapasse a capacidade máxima de armazenamento de itens testados. A restrição (4) garante que a quantidade de itens não testados, que compõem o estoque intermediário, não exceda a capacidade de armazenamento de itens não testados. A restrição (5) garante a quantidade de horas consumidas na produção, adicionada da quantidade de horas necessárias para preparação da máquina, seja menor ou igual à capacidade disponível em cada máquina em cada período de tempo. A restrição (6) indica que somente haverá produção do item *i* no subperíodo *s* se a máquina estiver preparada para o item ($x_{ils} = 1$). A restrição (7) impõe uma condição de lote mínimo de produção para cada tipo de item em um subperíodo e que somente é ativada, quando ocorre a preparação de máquina para um novo item. A restrição (8) impõe que a quantidade faltante para completar a capacidade máxima da célula teste do item *i* no período *t* é a diferença entre a capacidade da célula de teste para o item *i* e a quantidade do item *i* que será enviado à célula de teste dedicada a este item, no período *t*. A restrição (9) determina que a quantidade total do item *i* que será enviada à célula de teste dedicada a este item em todos os períodos, deve ser igual à demanda do item *i* estabelecida para o horizonte de planejamento. A restrição (10) determina que a máquina esteja preparada para produzir somente um item por máquina em cada subperíodo *s*. A restrição (11) indica se houve mudança de produção do item *i* para o item *j* na máquina *l* entre os subperíodos. A restrição (12) indica que as máquinas não estão preparadas para nenhum item no início do horizonte de planejamento *T*. A restrição (13) indica que a variável x_{ils} é binária e a restrição (14) indica que as variáveis $x_{ils}, q_{ils}, qc_{it}, I_{it}$ e qf_{it} são inteiras não negativas e que as variáveis y_{ijls} são reais não negativas, pois pela formulação do modelo, não há necessidade de definir as variáveis y_{ijls} como inteiras, pois estas são obtidas da combinação de variáveis binárias.

3.2 Implementação do Modelo

Com objetivo de validar o modelo, dados foram fornecidos pela empresa na qual este problema é objeto de estudo.

As tabelas 1 a 4 apresentam os valores para os parâmetros utilizados.

Item	Demanda (D_i)	Capacidade da célula de teste (CCT_i)	Custo da falta na célula de teste (cf_i)	Estoque inicial de itens não testados (x_{io})	Custo de estoque (h_i)
Item 1	28	10	3	0	4
Item 2	22	6	7	0	3
Item 3	30	8	8	0	3
Item 4	15	4	7	0	3
Item 5	16	5	6	0	4
Item 6	20	6	6	0	4
Item 7	19	6	7	0	4
Item 8	18	5	6	0	3

Tabela 1: Parâmetros para cada item.

		Custo de produção (cp_{ij})	Tempo de produção (p_{ij})	Lote mínimo por item i ($lmin_{ij}$)
Item 1	Máq. 1	8	6	2
	Máq. 2	9	8	2
Item 2	Máq. 1	7	4	2
	Máq. 2	9	4	2
Item 3	Máq. 1	7	4	3
	Máq. 2	7	4	3
Item 4	Máq. 1	5	2	2
	Máq. 2	4	2	2
Item 5	Máq. 1	6	4	2
	Máq. 2	5	6	2
Item 6	Máq. 1	9	6	1
	Máq. 2	8	6	1
Item 7	Máq. 1	6	6	2
	Máq. 2	5	10	2
Item 8	Máq. 1	5	4	1
	Máq. 2	6	8	1

Tabela 2: Parâmetros para cada item em diferentes máquinas.

No problema implementado, a capacidade de armazenamento de itens testados para todo o horizonte de planejamento (CAT) foi fixada em 300 itens. A capacidade de armazenamento de itens não testados para cada período t ($CANT_t$) foi, para cada um dos períodos de respectivamente 80 itens.

Todos os itens podem ser produzidos em qualquer uma das máquinas, o que foi definido pelas variáveis (SP_i). Observa-se que o modelo apresentado neste artigo permite restringir máquinas de fabricar alguns tipos de itens, mas devido à característica dos itens fabricados nesta linha de produção essa restrição não foi necessária. Cada período t foi dividido em 8 subperíodos para fins de modelagem do problema, sendo importante salientar que após a resolução e análise dos resultados, a duração de um subperíodo na prática, é dada pela quantidade produzida de cada item no subperíodo s , multiplicada pelo tempo de produção do respectivo item, o que torna os subperíodos de tamanho variável. Todas as máquinas estavam preparadas para a produção, no início do horizonte de planejamento. A capacidade de produção CP_{it} (em minutos) disponível em cada máquina l por período t é apresentada na tabela 3.

	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4
Máq. 1	120	120	120	60
Máq. 2	120	120	120	100

Tabela 3: Capacidade de produção disponível em cada máquina l

Na tabela 4, é mostrado o custo de *setup* (cs_{ijl}) e tempo de *setup* (st_{ijl}) para produzir o item j imediatamente após o item i na máquina l .

Custo de Setup (cs_{ijl}) e Tempo de Setup (st_{ijl}): [cs_{ijl} ; st_{ijl}]																	
Máquina 1									Máquina 2								
Item	Item	Item	Item	Item	Item	Item	Item	Item	Item	Item	Item	Item	Item	Item	Item	Item	Item
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2
Item 1	[0; 0]	[4; 3]	[3; 3]	[3; 3]	[4; 3]	[3; 3]	[4; 3]	[3; 1]	[0; 0]	[4; 3]	[3; 3]	[3; 3]	[4; 3]	[3; 3]	[4; 3]	[3; 3]	[3; 3]
Item 2	[2; 2]	[0; 0]	[2; 2]	[1; 1]	[1; 1]	[1; 1]	[1; 1]	[1; 1]	[2; 2]	[0; 0]	[2; 2]	[1; 1]	[1; 1]	[1; 1]	[1; 1]	[1; 1]	[1; 1]
Item 3	[4; 4]	[4; 4]	[0; 0]	[4; 4]	[5; 4]	[4; 4]	[4; 4]	[4; 4]	[3; 4]	[4; 4]	[0; 0]	[4; 4]	[5; 4]	[2; 4]	[4; 4]	[2; 4]	[4; 4]
Item 4	[3; 3]	[3; 3]	[3; 3]	[0; 0]	[3; 3]	[3; 3]	[3; 3]	[3; 3]	[3; 3]	[3; 3]	[3; 3]	[0; 0]	[3; 3]	[3; 3]	[3; 3]	[3; 3]	[3; 3]
Item 5	[1; 1]	[2; 1]	[1; 1]	[1; 1]	[0; 0]	[1; 1]	[3; 1]	[1; 1]	[1; 1]	[2; 1]	[1; 1]	[1; 1]	[0; 0]	[1; 1]	[3; 1]	[1; 1]	[1; 1]
Item 6	[2; 2]	[2; 2]	[2; 2]	[3; 3]	[2; 2]	[0; 0]	[2; 2]	[3; 3]	[2; 2]	[1; 2]	[2; 2]	[3; 3]	[2; 2]	[0; 0]	[2; 2]	[3; 3]	[3; 3]
Item 7	[2; 2]	[3; 2]	[2; 2]	[3; 3]	[2; 2]	[2; 0]	[0; 0]	[3; 3]	[2; 2]	[3; 2]	[2; 2]	[3; 3]	[2; 2]	[2; 2]	[0; 0]	[3; 3]	[3; 3]
Item 8	[3; 1]	[3; 1]	[3; 2]	[2; 1]	[4; 2]	[3; 1]	[2; 1]	[0; 0]	[2; 1]	[1; 1]	[1; 2]	[1; 1]	[2; 2]	[1; 2]	[1; 1]	[0; 0]	[0; 0]

Tabela 4: Custo e tempo de setup dependente da sequência em cada máquina.

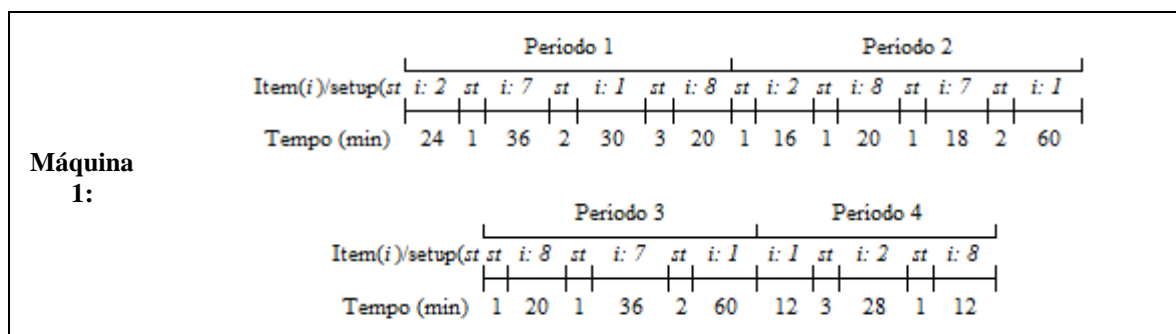
O modelo foi implementado e resolvido utilizando IBM ILOG CPLEX *Optimization Studio* 12.6 com interface OPL. Para execução do modelo foi utilizado um computador com processador *Intel Core i5* (2M Cache, 1,7GHz) e 8Gb de memória RAM. A tabela 5 apresenta os resultados obtidos na execução do modelo matemático durante 1 hora, considerando os parâmetros apresentados nas tabelas 1 a 4.

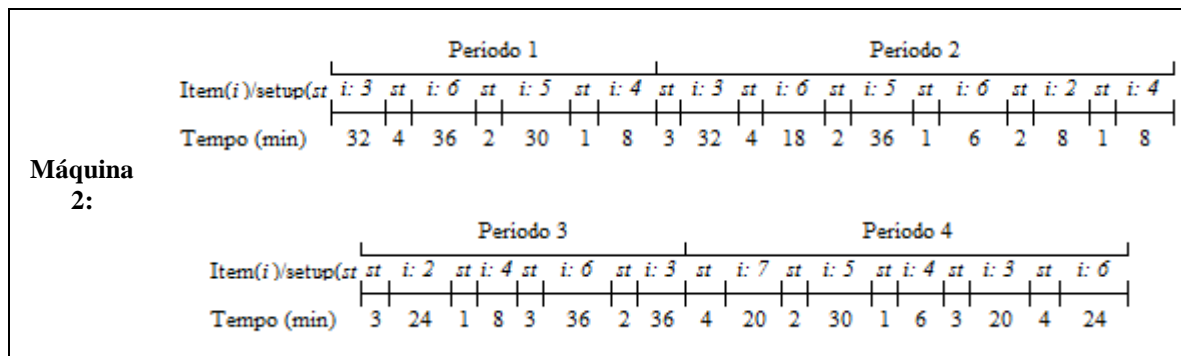
Na resolução do modelo foi obtido o valor da função objetivo de 1.328,00. O modelo matemático apresentado nesse trabalho, além de apresentar resultados quanto à programação da produção definindo as respectivas quantidades a serem produzidas em cada período, as quantidades que serão enviadas às células de teste bem como quantidades que permanecerão em estoque intermediário aguardando para serem testadas, apresenta também o sequenciamento das tarefas por meio da sequência dos itens nos subperíodos.

Período	Descrição	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8
Período 1	Quantidade produzida Máq. 1	5	6	0	0	0	0	6	5
	Quantidade produzida Máq. 2	0	0	8	4	5	6	0	0
	Quant. enviada à célula de teste	5	6	8	4	5	6	6	5
	Quant. faltante para completar célula	5	0	0	0	0	0	0	0
	Quant. em estoque intermediário	0	0	0	0	0	0	0	0
Período 2	Quantidade produzida Máq. 1	10	4	0	0	0	0	3	5
	Quantidade produzida Máq. 2	0	2	8	4	6	3	0	0
	Quant. enviada à célula de teste	10	6	8	4	5	4	3	5
	Quant. faltante para completar célula	0	0	0	0	0	2	3	0
	Quant. em estoque intermediário	0	0	0	0	1	0	0	0
Período 3	Quantidade produzida Máq. 1	10	0	0	0	0	0	6	5
	Quantidade produzida Máq. 2	0	6	9	4	0	6	0	0
	Quant. enviada à célula de teste	10	6	8	4	1	6	6	5
	Quant. faltante para completar célula	0	0	0	0	4	0	0	0
	Quant. em estoque intermediário	0	0	1	0	0	0	0	0
Período 4	Quantidade produzida Máq. 1	3	4	0	0	0	0	2	3
	Quantidade produzida Máq. 2	0	0	5	3	5	4	2	0
	Quant. enviada à célula de teste	3	4	6	3	5	4	4	3
	Quant. faltante para completar célula	7	2	2	1	0	2	2	2
	Quant. em estoque intermediário	0	0	0	0	0	0	0	0
Demanda Horizonte de Planejamento		28	22	30	15	16	20	19	18
Capacidade da célula de teste por período		10	6	8	4	5	6	6	5

Tabela 5: Resultados obtidos na execução do modelo matemático.

O quadro 1 mostra uma ilustração referente ao sequenciamento da produção nas duas máquinas considerando a resolução do problema conforme apresentado na tabela 5.





Quadro 1: Sequenciamento de tarefas em cada máquina.

Os resultados obtidos apresentam uma boa estratégia para ser aplicada na empresa no que se refere ao sequenciamento e programação da produção. Observa-se que na empresa estudada, tal procedimento é realizado considerando apenas o planejamento manual por parte da gerência de produção, e a implantação de um modelo de otimização tende a trazer significativos avanços no planejamento das tarefas de modo a cumprir as demandas estabelecidas minimizando custos operacionais.

4. Conclusões

O principal objetivo neste trabalho era estabelecer um modelo matemático que fosse capaz de atender ao atual cenário da linha de produção em determinado caso: a indústria de itens eletrônicos. Testes realizados com os dados reais da empresa, mostraram que o modelo matemático está formulado adequadamente, atendendo às necessidades da programação de produção e trazendo resultados satisfatórios.

O modelo matemático apresentado neste artigo apresentou-se bem adaptado para a resolução do problema de otimização dos recursos e tempo. Bons resultados foram obtidos quando comparados àqueles atingidos pelos métodos atualmente utilizados nessa empresa. No entanto, devido ao tempo computacional exaustivo para obtenção da solução exata, optou-se por restringir o período de resolução do modelo conforme citado anteriormente.

Resultados promissores que heurísticas de resolução pode trazer, conduziram os autores a estudarem outros métodos que possam trazer boas soluções em um tempo computacional razoável. Alguns testes com as heurísticas baseadas principalmente em estratégias de relaxamento de variáveis inteiras, destacando-se a *Relax-and-fix*, estão sendo realizados atualmente pelos autores para este modelo e poderão ser objeto de publicações futuras.

Referências

- BERALDI, P., GHIANI, G., GRIECO, A., GUERRIERO, E. Rolling-horizon and fix-and-relax heuristics for the parallel machine lot-sizing and scheduling problem with sequence-dependent setup costs. *Computers and Operations Research*, 35, pp.3644-3656, 2008.
- BITRAN, G.R., YANASSE, H.H. Computational complexity of the capacitated lot size problem. *Management Science*, 28-10, pp. 1174-1186, 1982.
- CLARK, A., CLARK, S. Rolling-horizon lot-sizing when set-up times are sequence dependent. *International Journal of Production Research*, 38, pp. 2287-2307, 2000.
- DASTIDAR, S.G., NAGI, R. Scheduling injection molding operations with multiple resource constraints and sequence dependent setup times and costs. *Computers and Operations Research*, 32, pp.2987-3005, 2005.
- FERREIRA, D., CLARK, A. R., ALMADA-LOBO, B., MORABITO, R., 2012. Single-stage formulations for synchronised two-stage lot sizing and scheduling in soft drink production. *International Journal of Production Economics* 136 (2), 255-265.
- FLEISCHMANN, B.; MEYR, H. The general lot sizing and scheduling problem. *OR Spektrum*, v. 19 n. 1, p. 11-21, 1997.
- JÓZEFOWSKA, J. ZIMNIAK, A. Optimization tool for short-term production planning and scheduling. *International Journal of Production Economics*, 112, pp.109-120, 2008.

- KANG, S.,MALIK, K.,THOMAS,L.J. Lot sizing and scheduling on parallel machines with sequence-dependent setup costs. *Management Science*,45-2,pp.273-289,1999.
- KARIMI, B., FATEMI GHOMI S.M.T., WILSON, J.M., 2003. The capacitated lot sizing problem: a review of models and algorithms. *Omega* 31, 365-378.
- MEYR, H. Simultaneous lot sizing and scheduling on parallel machines. *European Journal of Operational Research*, 139,pp.227-292,2002.
- KAWAMURA, S. M. Aplicação da Heurística Relax-and-Fix no Problema de Dimensionamento e Sequenciamento de Lotes de Produção em Máquinas Distintas em Paralelo. *Anais do XLII SBPO*. Bento Gonçalves, 2009.
- MERCÉ, C. E FONTAM, G. Mip-based heuristics for capacitated lotsizing problems. *International Journal of Production Economics*, 85, 97-111, 2003.
- MORAES, L. C. C.; SANTOS M. O. Heurísticas Relax-and-fix para o Problema de Dimensionamento de Lotes com Janelas de Tempo de Execução. *Anais do Congresso Latino Iberoamericano de Investigación Operativa*. Rio de Janeiro, 2012.
- MEYR H., MATTHIAS, M. A decomposition approach for the General Lotsizing and Scheduling Problem for Parallel production Lines. *European Journal of Operational Research*, 229,pp. 718-731, 2013.
- PINEDO, M. . Scheduling: theory, algorithms, and systems. Springer Verlag.R Development Core Team,. R: A Language and Environment for Statistical Computing.R *Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Áustria, (2011). URL <http://www.R-project.org/>. ISBN 3-900051-07-0.
- REGO, M.F. Algoritmos Multiobjetivos para o Problema de Sequenciamento de Tarefas em Uma Máquina com Tempo de Preparação Dependente da Sequência e da Família. *Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação*, Universidade Federal de Ouro Preto,Ouro Preto, 2013.
- SCHRAGE, L. Order allocation for stock cutting in the paper industry. *Operations Research*, 50, pp. 324-332, 2002.
- WOLSEY, L. WILEY-Interscience Series in Discrete Mathematics and Optimization, *Integer Programming*, Wiley, 1998.

4TC-A7-Investimentos em Manutenção Como Meio de Redução dos Custos de Produção

Claudelino Martins Dias Junior
(claudelino.junior@ufsc.br – PPGA/UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina)

Gueibi Peres Souza
(gueibi.souza@ufsc.br – Departamento de Economia da Universidade Federal de Santa Catarina)

Simone Machado Moretto Cesconetto
(s.m.moretto@gmail.com - ISEG/LISBOA)

Andreia Maria Berto
(andreiaberto@ig.com.br - PPGA/UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina)

Resumo

Este estudo analisa uma experiência em ambiente simulado do tipo industrial, o período de exercício simulado equivale a 10 (dez) rodadas ou períodos trimestrais de decisões entre 5 (cinco) empresas concorrentes atuando dentro de um mercado fechado (oligopólio). Para tanto, o conjunto de decisões de cada uma das empresas é analisado sobre a perspectiva da administração dos custos de produção, em especial, trata-se do efeito dos montantes de investimentos em manutenção e P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) na redução dos custos com a mão-de-obra direta. A metodologia utilizada é predominantemente quantitativa, onde a mensuração da relação presumidamente existente entre investimentos em manutenção de equipamentos e máquinas consorciados a investimentos em P&D é estimada, valendo-se do conjunto de dados de decisões gerenciais por meio de uma análise econométrica de dados em painel com efeitos fixos. Os resultados das análises sugerem que os investimentos em Manutenção, ceteris-paribus, se mostraram tanto mais persistente, quanto mais intensivos do que os investimentos em P&D para a amostra analisada.

Palavras chave: ambiente simulado, investimentos em manutenção, investimentos em P&D e Mão-de-obra.

Introdução

A preocupação gerencial em manter as empresas competitivas acaba por exigir dos seus gestores um comportamento inovador e diferenciado frente a seus concorrentes. A dualidade entre a questão da produtividade e a melhoria dos níveis de qualidade de produto, implica em um comportamento diferenciado em relação a pretensas ações concorrenciais, bem como uma escolha mais assertiva sobre as estratégias possíveis de atuação em dado mercado.

Nesse sentido, o presente estudo estabelece uma discussão acerca da compreensão de conceitos de manutenção em máquinas e equipamentos industriais, bem como o avanço tecnológico de produção, decorrente dos investimentos em P&D e como estes esforços podem minimizar os custos de produção relacionados à utilização da Mão-de-obra.

Parte-se do pressuposto de que esses investimentos acarretam uma diminuição dos custos de produção, além de uma melhoria no desempenho operacional, gerando, conseqüentemente, condições mais favoráveis ao aumento da produtividade como um todo. Neste contexto, este estudo pretende responder ao questionamento de qual a intensidade, a persistência e o sentido da presumida influência entre os investimentos efetuados tanto em Manutenção quanto em P&D nos custos de Mão-de-obra dentro de indústrias de manufatura aqui representada por decisões de investimentos de estudantes de pós-graduação em Administração da UFSC.

Sendo assim, o presente estudo assume a seguinte hipótese: na medida em que se investe em manutenção de equipamentos e máquinas e P&D, obtêm-se uma diminuição dos custos de produção com Mão-de-obra.

2. Manutenção e manufatura

Ao utilizar um equipamento industrial, uma empresa manufatureira deve preocupar-se com a utilização racional de seus bens de produção. Essa preocupação se dá em função dos custos envolvidos com a aquisição e a manutenção desses bens, em função de desgastes sofridos em decorrência das condições ambientais, potenciais danos causados pela utilização incorreta.

Os bens de produção ao gerarem produtos, dão existência a novos bens, implicando em consequências ambientais e financeiras. Outro aspecto a ser pensado, diz respeito ao retorno financeiro que os gestores (diretores) precisam obter sobre os investimentos efetuados em bens de produção, dando condições às suas empresas de preservação, reposição e competitividade.

Pelas razões apresentadas se entende haver a necessidade de existência de um planejamento empresarial e, conseqüentemente, da elaboração coerente de um sistema de manutenção.

No entanto, a área de manutenção, de uma maneira geral, ainda é carente de ênfase e de atenção por parte de muitos gestores. Por exemplo, um dos fatores que intensificam esse raciocínio, diz respeito à mão-de-obra utilizada na própria manutenção. Esta mão-de-obra costuma apresentar baixo grau de instrução e, portanto, constitui um impedimento para que se obtenham melhores níveis de desempenho operacional.

Logo, por vezes, equipes de manutenção acabam se caracterizando como simples trocadoras de peças, sem o devido entendimento das causas das falhas existentes nos bens de produção. E com isso, o reflexo se dá no encarecimento do processo produtivo, bem como na mão-de-obra em si (OTANI; MACHADO, 2008). Para tanto, se faz pertinente uma constante avaliação das políticas de manutenção, antes de buscar-se determinar o plano de manutenção mais adequado ou mesmo a opção de aquisição de novos bens de produção.

Belhot e Campos (1995) explicam que existem sete itens que devem estar presentes na constituição de um plano de manutenção. Sendo eles: compreender a condição efetiva de funcionamento dos bens de produção existentes; identificar os erros e os defeitos mais recorrentes dentro do processo produtivo; determinar um sistema de lubrificação e padronização adequado; instituir um estoque mínimo de peças de troca (reposição) na tentativa de evitar perdas dentro do processo produtivo; compreender as ferramentas necessárias para manutenção e o conserto dos bens de produção; conhecer possíveis mudanças dentro das instalações, produtos e ferramentas, que possam viabilizar uma manutenção mais rápida e efetiva; e analisar possíveis alterações de *layout*, na tentativa de diminuir o tempo dentro do contexto de produção e manutenção.

Desta forma, um plano de manutenção deve viabilizar uma combinação de políticas de produção e manutenção, em função dos objetivos de racionalização do tempo e plena utilização dos recursos disponíveis.

Sennet (2009) acredita que para os componentes com características simples de reposição há um estreitamento entre o modelo ideal de ações preventivas e corretivas, em função do nível de detalhamento fornecido pelos fabricantes, e assim obtêm-se uma manutenção com menor custo e mais precisa. Esse cenário ideal, dificilmente ocorre quando se trata de componentes que necessitam de reposição complexa, que neste caso apresentam uma manutenção mais cara e probabilística.

Frente a uma economia extremamente globalizada, melhorias incrementais em planos de manutenção, dentro do processo produtivo, implicam em diminuição de custos ou aumento de produção, dependendo do foco dos gestores. Kardec (2004) contextualiza explicando que as organizações buscam exaustivamente ferramentas de gerenciamento, que possibilite o incremento da competitividade, seja por meio da melhoria dos níveis de qualidade ou produtividade dos seus processos, produtos e/ou serviços.

ABRAMAN (2003) aponta que, no caso do Brasil, o custo de manutenção por faturamento bruto é de 4,3% do PIB (Produto Interno Bruto) contra a média mundial de 4,1%, isso significa que, para um PIB (FGV - Fundação Getúlio Vargas) de US\$ 451 bilhões, destes aproximadamente US\$19 bilhões são gastos em manutenção. Portanto, esta realidade demonstra que as organizações devem procurar as melhorias contínuas na sua gestão da manutenção, buscando incessantemente conhecimentos inovadores e aplicação das melhores práticas de manutenção já disponíveis.

Engenharia de Manutenção - “é o conjunto de atividades que permite que a confiabilidade seja aumentada e a disponibilidade garantida”. Ou seja, é deixar de ficar consertando — convivendo com problemas crônicos —, mas melhorar padrões e sistemáticas, desenvolvendo a manutenibilidade, dar *feedback* ao projeto e interferir tecnicamente nas compras. Quem só faz a manutenção corretiva continua ‘apagando incêndio’, e alcançando péssimos resultados. Desta forma, a organização que utilizar a manutenção corretiva, mas incorporando a preventiva e a preditiva, rapidamente estará executando a engenharia de manutenção.” (XAVIER, 2005, p. 5).

Dentro desse contexto, diz-se que a manutenção pode ser vista como uma alternativa estratégica dentro das organizações industriais, por ser a responsável direta pela disponibilidade de ativos, tendo reflexos imediatos nos níveis de competitividade dessas empresas. Otani e Machado (2006, p.2) afirmam que “esses resultados serão tanto melhor quanto mais eficaz for à gestão de manutenção”.

2.1 Tipos de Manutenção

Existem variações nos modelos de manutenção dos bens de produção dentro dos processos produtivos, mas, é importante ressaltar que nenhuma modalidade substitui outra. O ideal seria a combinação entre as variações existentes e assim, os resultados tendem a ser mais positivos, tendo-se em conta um desempenho geral.

2.1.1 Manutenção Corretiva

Dentre as manutenções existentes, esta é mais primária dentre os modelos de manutenção. Ocorre para reparar algo após uma avaria, ou na incidência de desempenho inferior ao esperado. Segundo Xavier (2005), a manutenção corretiva pode ser subdividida em:

- k) Manutenção Corretiva Não-Planejada: esse tipo de manutenção funciona com a correção de falhas aleatórias, isto quer dizer que fará o ajuste de uma falha específica ou na ocorrência de desempenho inferior após a ocorrência do fato. Esse molde de manutenção acarreta altos custos, isto porque há perda de produção, bem como prejuízos aos bens de produção, que é o reflexo mais evidente;
- l) Manutenção Corretiva Planejada: essa prática ocorre na medida em que há um acompanhamento e uma revisão dos bens de produção. Eventualmente, pode acontecer quando os gestores optem por operar as máquinas até que ocorra uma falha, tendo-se em conta que ao se planejar o processo de manutenção, este poderá apresentar-se mais barato, seguro e ágil.

2.1.2 Manutenção Preventiva

Nesse modelo o que se pretende é a redução de falhas ou a diminuição do desempenho operacional, sempre considerando um planejamento que está baseado em períodos estabelecidos de tempo. Xavier (2005) diz que a prevenção mais adequada é aquela que trabalha com a determinação adequada de períodos de tempo. Todavia, em função do perfil mais conservador dos gestores, os intervalos estipulados costumam ser menores do que o necessário, e com isso ocorrem mais paradas de produção e, conseqüentemente, trocas desnecessárias de peças.

2.1.3 Manutenção Preditiva

Diz-se como manutenção preditiva aquela que trabalha com um conjunto de atividades de acompanhamento dos indicadores ou parâmetros relacionados ao desempenho dos bens de produção. Isso sempre de maneira contínua e sistemática, assim é possível identificar se há ou não a necessidade de intervenção dos bens de produção. Esse tipo de manutenção é conhecida também como CBM – *Condition Based Maintenance* – ou seja, Manutenção Baseada na Condição. Esse molde possibilita um tempo maior de funcionamento dos bens de produção e a interferência só ocorre a partir da análise de dados e não de forma aleatória (XAVIER, 2005).

2.1.4 Manutenção Detectiva

Ao tratar de manutenção detectiva, fala-se de atividades em cima de sistemas de proteção ou comando. Ou seja, busca-se identificar falhas não perceptíveis, que ficam ocultas, mas que implicam negativamente no processo produtivo. Portanto, ao lançar mão de sistemas automatizados para as operações, os gestores aumentam a confiabilidade das operações e reduzem os erros e as perdas (XAVIER, 2005).

A seguir apresenta-se a metodologia utilizada para o alcance do objetivo do estudo.

3 Metodologia

Este artigo é enquadrado como uma pesquisa de abordagem quantitativa. Quanto aos objetivos define-se como descritiva explicativa, procurando descrever as razões pelas quais o comportamento de algumas variáveis no ambiente simulado em estudo. Para tanto, sua finalidade está vinculada ao desenvolvimento de uma hipótese e da aproximação entre o pesquisador e a realidade estudada, ampliando as condições de interpretação e compreensão do fenômeno e do esclarecimento de conceitos (LAKATOS; MARCONI, 1996).

Em tais condições possibilita-se a ponderação de indicadores com características específicas evidenciadas dentro de uma população e, portanto, a compreensão de quais são as relações de dependências entre as variáveis em análise. Buscou-se compreender o quanto o montante de investimentos em manutenção e P&D podem afetar custos de produção, em especial, custos associados à mão-de-obra direta.

A delimitação do universo de pesquisa é dada pela participação de 5 (cinco) alunos de pós-graduação em níveis de mestrado e doutorado, no primeiro semestre de 2015. Os dados analisados foram retirados do conjunto de decisões individuais de cada uma das empresas simuladas e os resultados obtidos equivalem a aproximadamente 3 (três) anos de gestão empresarial ou 10 (dez) trimestres de decisões.

Inicialmente, para o exercício de simulação em análise, a capacidade de produção instalada foi de 400.000 (quatrocentas mil) unidades para todas as empresas. De acordo com seu nível de competitividade em gerar receitas, as empresas assumiam total liberdade de aumento dessa capacidade, tendo em conta que o investimento preliminar era de \$20, para cada unidade a mais a ser produzida. Ademais, de acordo com o regramento da simulação nada era observado sobre uma política de investimentos em Manutenção.

Outras formas possíveis de aumento da capacidade instalada, inerente às regras de simulação inicialmente expostas, seriam a utilização de horas extras até o limite de 25% da capacidade de produção instalada para o momento, com os devidos custos adicionais (50% sobre o custo de mão-de-obra) ou ainda a decisão, por maioria simples das concorrentes, de que a capacidade instalada de apenas 1 (um) turno de produção (8 horas trabalhadas) fosse dobrada, o que efetivamente ocorreu a partir do 8º trimestre.

No entanto, o mesmo regramento sugeria que metade do montante dos investimentos em P&D dinamizariam os processos de trabalho, sendo assim um fator importante na redução dos custos de produção. Portanto, as contribuições desses investimentos estiveram sempre associadas com os investimentos em Manutenção segundo o regramento da simulação na análise dos custos de produção em todo ciclo de gestão da manufatura.

O ferramental estatístico utilizado para a discussão dos resultados e verificação da hipótese de pesquisa foi uma análise econométrica de dados em painel com a estimação de modelos com efeitos fixos, tendo-se em conta a relação existente entre as variáveis de investimentos em Manutenção, P&D em relação aos Custos de Mão-de-obra. Neste sentido, os dados utilizados foram coletados após o término do exercício de decisões, contendo a amostra analisada 50 (cinquenta) observações e sendo gerados 6 (seis) modelos discutidos a seguir.

4 Discussão dos Resultados

De acordo com a metodologia exposta foram estimados três modelos log-log (cuja interpretação dos parâmetros estimados se dá em termos de elasticidades), tendo em vista uma exploração mais ampla e a tentativa de mensuração a possível da influência dos investimentos em Manutenção e P&D no Custo de Mão-de-obra. Deste modo, apresenta-se o modelo do custo de Mão de obra em função da Manutenção defasada (Tabela 1), o modelo do custo de Mão-de-obra em função do P&D defasado (Tabela 2) e, finalmente, o custo da Mão-de-obra em função da Manutenção e do P&D defasados (Tabela 3).

Tabela 1 - Custo de Mão-de-obra em função da Manutenção defasada.

	Coefficiente	Erro Padrão	razão-t	p-valor
Const	4,88088	0,728296	6,7018	0,0011
l_Manutenção_1	-0,0962518	0,0150909	-6,3781	0,0014
l_Manutenção_2	0,0631108	0,0158859	3,9728	0,0106
l_Manutenção_3	-0,0977991	0,0247872	-3,9455	0,0109
l_Manutenção_6	-0,109876	0,046252	-2,3756	0,0635
l_Manutenção_7	-0,162661	0,0313245	-5,1928	0,0035

Fonte: *Software* aplicativo GRETL.

Como pode ser visualizado na Tabela 1, em linhas gerais o custo da Mão-de-obra foi reduzido, quando ocorrem aumentos nos investimentos em manutenção. Destaca-se que pode ser dado em função da não-significância para o comportamento dos custos e o aumento de investimentos em manutenção no mesmo período de tempo, sendo assim a maior intensidade da relação se mostrou presente na maior defasagem possível, a sétima. O parâmetro estimado indica que a cada 1% que é acrescido no montante de investimento em manutenção no trimestre atual se reflete em uma redução no custo de Mão-de-obra em aproximadamente 0,16% sete trimestres mais tarde, enquanto que o aumento realizado apenas em um trimestre atrás se reflete em aproximadamente 0,1% na redução dos custos com Mão-de-obra. Estes resultados sugerem a existência não apenas de uma relação em sentido inversa dessas variáveis, mas que esta relação é relativamente persistente no tempo.

Tais resultados se mostram mais interessantes quando comparados aos resultados estimados para a influência dos investimentos de P&D no custo de Mão-de-obra. Observa-se em Tabela 2, que os aumentos de investimento realizados em P&D no trimestre atual, se mostram como um fator de elevação do Custo de Mão-de-obra, estabelecendo uma relação direta que se reverte na medida em que o tempo passa e este investimento aparentemente revela sua maturidade. Isto pode ser ilustrado a partir da comparação do parâmetro estimado para a sétima defasagem, onde um aumento de 1% nos investimentos em P&D parece acarretar uma redução de 0,13% no custo de Mão-de-obra sete trimestres mais tarde, enquanto que o acréscimo de 1% neste mesmo tipo de investimento corrobora para aumentar o custo da Mão-de-obra em 3,17%, revelando que este aumento, ao menos na quantidade de defasagens que os graus de liberdade permitiram estimar, não se apresenta diluído.

Tabela 2 - Custo de Mão-de-obra em função do P&D defasado.

	Coefficiente	Erro Padrão	razão-t	p-valor
Const	3,1799	0,442765	7,1819	0,0004
I_PD	0,0411652	0,0191161	2,1534	0,0748
I_PD_1	-0,0945811	0,0201126	-4,7026	0,0033
I_PD_3	-0,0399412	0,0125279	-3,1882	0,0189
I_PD_7	-0,138443	0,0401299	-3,4499	0,0136

Fonte: *Software* aplicativo GRETL.

Outro ponto que merece destaque nesta comparação entre a influência dos investimentos em manutenção e os investimentos em P&D no custo de Mão-de-obra remete a quantidade de defasagens que se mostraram estatisticamente significantes. Enquanto que os investimentos em manutenção apresentaram cinco defasagens como significantes, os investimentos em P&D revelaram apenas três. Estes resultados sugerem a possível necessidade de mais tempo para maturação dos investimentos em P&D do que em manutenção para possíveis reduções no custo de Mão-de-obra, o que revela a necessidade de mais pesquisa com amostras maiores, para que esta hipótese possa ser de fato testada.

No entanto, é evidente que uma maior robustez e fidedignidade destes parâmetros podem ser obtidas em ambas variáveis de forma conjunta. Para tanto, em um mesmo modelo, na medida em que é plausível assumir que a influência de aumentos de investimentos em P&D ou manutenção apresentam sua influência no custo de Mão-de-obra modificada pelo comportamento do outro. Portanto, a influência de elevações de investimento em manutenção no custo da Mão-de-obra é modificada dada a existência de elevações nos investimentos em P&D e vice-versa. Para tanto, foi estimado um modelo com ambas as variáveis do lado direito da equação (ver Tabela 3).

Tabela 3 - Custo de Mão-de-obra em função da Manutenção e do P&D defasados.

	Coefficiente	Erro Padrão	razão-t	p-valor
Const	1,96078	0,151176	12,9702	<0,0001
I_Manutenção	-0,0678638	0,010398	-6,5266	0,0002
I_Manutenção_1	-0,0870877	0,0104903	-8,3017	<0,0001
I_Manutenção_2	0,0592081	0,0110884	5,3396	0,0007
I_Manutenção_5	-0,0680825	0,0194	-3,5094	0,0080
I_PD_1	-0,0338927	0,00277677	-12,2058	<0,0001
I_PD_3	0,00815697	0,00415829	1,9616	0,0854
I_PD_6	0,0461487	0,0170043	2,7140	0,0265

Fonte: *Software* aplicativo GRETL.

Como pode ser observado na Tabela 3, os resultados se mostraram um tanto quanto contraditórios quando comparados com os modelos das Tabelas 1 e 2. Fato este que revela o caráter não-conclusivo da estimativa das influências quando analisadas de forma conjunta e a necessidade da realização de mais pesquisa neste tema. Um fato que possivelmente se mostrou influente neste resultado foi a impossibilidade de se considerar ao menos o mesmo número de defasagens do que as realizadas nas análises *ceteris-paribus* (individuais), dado o reduzido número dos graus de liberdade. Sendo assim, estimativas com amostras maiores se mostram necessárias para que se possa compreender melhor a influência conjunta de ambos os investimentos no custo de Mão-de-obra.

5 Considerações e Conclusões

Todo e qualquer plano de Manutenção é entendido como fundamental para as empresas manufactureiras, considerando que este venha a contribuir para o aumento da competitividade empresarial. Não obstante, cabe mencionar que não necessariamente os todos os investimentos em manutenção estão vinculados à redução dos custos de produção, talvez o retorno para esse tipo de investimento observa-se por meio de outros indicadores, como: o incremento da produtividade, a minimização dos tempos de *setup* e a redução do número de falhas.

A amostra em análise centra-se em verificar se a hipótese de que os investimentos em manutenção de equipamentos e máquinas consorciados aos investimentos em P&D contribuem para a redução dos custos de produção com Mão-de-obra. Desta forma, dada a verificação de 10 (dez) sérias temporais de investimentos em Manutenção por parte de empresas simuladas concorrentes, observa-se que o padrão de comportamento do ambiente leva em consideração o que o universo teórico traz como orientação primeira, ou seja, a ideia de que a existência de um plano de manutenção, pode efetivamente contribuir para a redução dos custos associados à produção, neste caso para o custo de Mão-de-obra.

No entanto, não se pode afirmar de que as decisões de investimentos tinham por base um plano de manutenção bem formatado, além do que desconheciam a repercussão de que esses investimentos teriam ao longo do tempo (nos trimestres subsequentes). Assim, para aqueles que optaram pelos investimentos em Manutenção observa que puderam contar com a repercussão deles em pelo menos dois períodos ou trimestres consecutivos e que esses investimentos tem uma repercussão mais imediata (curto prazo, neste caso, no mesmo trimestre) do que os investimentos em P&D, os quais atrelam-se a retornos de médio e longo prazos (segundo e terceiro trimestres posteriores).

Quando analisados de forma individual, ou seja, *ceteris-paribus*, os investimentos em manutenção se mostraram mais intensos e persistentes na redução dos custos de Mão-de-obra. Assim, a estimativa de ambas as variáveis (Manutenção e P&D) em conjunto, visando uma maior robustez e fidedignidade na estimativa dos parâmetros de forma a representar a mensuração da relação de causa e efeito entre esses investimentos e o custo de Mão-de-obra se mostraram não conclusivos devido ao reduzido número de graus de liberdade possíveis na amostra. Por sua vez, ocasionando a necessidade de redução do número de defasagens consideradas, o que interferiu significativamente nos resultados obtidos.

Referências

ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos). Disponível em <<http://www.abraman.org.br/>>. Acesso em 22 de agosto de 2016.

BELHOT, R.V.; CAMPOS, F.C. **Relações entre manutenção e engenharia de produção**: uma reflexão. v. 5. São Paulo: Enegep, nov. 1995. p.125-34.

LAKATOS, E. M.; MARONI, M. D. A. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisa, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 23ed. São Paulo: Atlas, 1996.

OTANI, Mario. MACHADO, Waltair Vieira. **A Proposta de Desenvolvimento da Gestão de Manutenção Industrial na Busca da Excelência ou Classe Mundial**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR Campus Ponta Grossa - Paraná - Brasil ISSN 1808-0448 / v. 04, n. 02: p. 01-16, 2008 Revista Gestão Industrial Revista Gestão Industrial.

SENNET, Richard. **A corrosão do caráter: as consequências pessoais do trabalho no novo capitalismo**. Rio de Janeiro: Record, 2009.

XAVIER, J. . Manutenção: Tipos e Tendências. Disponível em: <<http://engeman.com.br/site/ptp/artigostecnicos.asp/manutencaotiposetendencias>>, 2005. Acesso em 10 de julho 2015.

5TC-A7-Investimentos em P&D para Empresas Fabricantes de Smartphones: Um Comparativo Entre o Ambiente Real e o Simulado

Claudelino Martins Dias Junior
(claudelino.junior@ufsc.br - PPGA/CAD/UFSC)

Henrique Kaminski
(henriquekaminski@gmail.com - CAD/UFSC)

Resumo

O presente estudo descreve sobre a importância dos investimentos em P&D no alcance de melhores resultados financeiros (geração de receita e lucratividade) em empresas fabricantes de smartphones. Para tanto, vale-se de dados trazidos da realidade das principais empresas de classe mundial, bem como da análise de decisões quanto a esses mesmos investimentos em empresas simuladas, competidoras em um ambiente concorrencial controlado. A metodologia é de caráter descritivo, com uma abordagem qualitativa no que se refere à descrição do panorama de atuação das empresas e quantitativa quanto ao tratamento dos dados oriundos da experiência de simulação, valendo-se de testes de hipóteses levantadas. Os resultados sugerem que as decisões de investimentos em P&D da indústria brasileira de TI (Tecnologia da Informação) não seguem o comportamento dos mesmos investimentos nas empresas simuladas. No entanto, constata-se que existe relação entre o aumento da receita total e consequente lucratividade para as empresas fabricantes de smartphones que decidem por investimentos em P&D como estratégia de diferenciação de sua oferta, tanto no contexto real como no simulado.

Palavras chave: Investimento, empresas, P&D, ambiente simulado.

Abstract

This study describes the importance of investment in R&D in achieving better financial results (revenue generation and profitability) in smartphone industries. Therefore, it is brought data from the reality of the leading world-class companies as well as the analysis of decisions on these same investments in simulated enterprises, competing in a controlled competitive environment. The methodology is descriptive, with a qualitative approach with regard to the description of the scene where the companies operate and quantitative for the processing of data from the simulation experience, drawing on hypotheses testing. The results suggest that investment decisions in R&D of the Brazilian industries of the IT (Information Technology) do not follow the behavior of the same investments in simulated enterprises. However, it appears that there is a relationship between increasing overall profitability and consequent revenue for smartphone industries that decide for investments in R&D as its offer of differentiation strateg in rel situation and the in simulated environment.

Keywords: Investment, companies, R&D, simulated environment.

1 Introdução

As ações das empresas devem refletir seu valor no mercado, portanto, deve-se ponderar sobre os recursos tangíveis e intangíveis da organização antes de precificá-las. Crisóstomo e González (2005) apontam os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) como um dos principais fatores que contribuem para agregação de valor intangível. Isso porque, o fruto desses investimentos, geralmente, qualifica positivamente o produto no mercado e reduz dos custos produtivos.

Azevedo e Gutierrez (2005) corroboram com a ideia supracitada ao afirmarem que grandes corporações utilizam o P&D para se manterem atualizadas e, assim, conservar ou ampliar sua competitividade. O reflexo de tais investimentos pode ser percebido nos preços das ações das empresas, bem como na valorização dessas. A

afirmativa anterior é sustentada pelo estudo de Hungarato e Sanches (2006) que identifica a existência de uma correlação entre o montante destinado ao setor de P&D e o preço das ações das empresas listadas na Bovespa.

Essa intercambialidade de fatores deve ser gerida de forma cautelosa pela alta administração. Pois, independentemente de qual for o resultado do investimento realizado, a organização, o espelhará no seu valor de mercado (HUNGARATO; SANCHES, 2006). Isto é, se o resultado alcançado suprir ou extrapolar o objetivo fixado pela empresa poderá obter bons resultados. Caso contrário, pode macular sua imagem e até mesmo perder espaço para os concorrentes. Em decorrência disso, os referidos autores argumentam que os investimentos em P&D devem ser parte da estratégia empresarial.

Neste sentido, o presente estudo descreve o montante de investimentos em P&D de empresas de classe mundial produtoras de bens e serviços, pontuando os efeitos desses investimentos no encaminhamento de suas estratégias competitivas, na formação de preços e no aumento da participação mercado de seus produtos. Ademais, a metodologia adotada vale-se ainda da análise de dados secundários obtidos em ambiente simulado, onde 10 (dez) empresas são avaliadas sob o aspecto de seus resultados financeiros.

2 Referencial Teórico

2.1 P&D, preços e estratégia

Para Churchill e Peter (2003, p. 314), preço é a “quantidade de dinheiro, bens ou serviços que deve ser dada para se adquirir a propriedade ou uso de um produto”. Kotler e Keller (2012) afirmam que os consumidores utilizam o preço como um indicador de qualidade e determinante da exclusividade do item, em razão de esperarem que produtos mais caros sejam mais escassos e menos acessíveis. Entretanto, há uma grande pressão para que os preços sejam cada vez mais baixos, o luxo não é visto como essencial por grande parte dos consumidores e a decisão de compra é feita de acordo com a percepção que os clientes possuem em relação à adequação do preço ao produto (KOTLER; KELLER, 2012).

Assim, a formação de preço deve ser muito bem planejada e de acordo com os objetivos da organização, a qualidade do produto ou serviço e as expectativas de retorno financeiro.

Com a crescente necessidade de diferenciação de produtos observada com o avanço tecnológico dos produtos, percebe-se que as empresas atuantes no setor de TI (Tecnologia da Informação) buscam, de forma reiterada, a estratégia de diferenciação, que postula alguns direcionamentos, como fortalecimento de imagem da marca, escolha de fornecedores, entre outros. Ao adotar esta posição, a empresa diferencia seu produto ou serviço dos comercializados por seus concorrentes. O foco está em trabalhar com a exclusividade, não em obter grandes parcelas do mercado. No entanto, há que se observar que nem todos os consumidores estarão dispostos a pagar um preço elevado, mesmo quando o produto for diferenciado.

Esta estratégia ainda propicia retornos acima da média e uma minimização da atuação de algumas das cinco forças competitivas, ao passo que os clientes se mostram fiéis perante a marca e menos sensíveis ao preço praticado. Assim, os consumidores têm seu poder de barganha reduzido, já que talvez não encontre um produto com nível de diferenciação que costumeiramente espera obter na hora da compra. A empresa também passa a ter um poder de negociação maior com os fornecedores, a partir da obtenção de melhores margens de contribuição com o aumento do valor dos preços praticados na comercialização de seus produtos.

Neste sentido, os investimentos em P&D e a precificação devem variar dependendo da continuidade de uma estratégia de diferenciação ou no caso de se decidir pela descontinuidade da mesma estratégia.

Na diferenciação os recursos destinados ao P&D devem ser maiores que os investimentos dos principais concorrentes, na medida em que o mercado consumidor possa decidir pela melhor relação custo-benefício ofertado. Muito embora, esses investimentos possam garantir uma maior margem de contribuição quando do estabelecimento do preço a médio e a longo prazos.

Se a empresa optar por uma estratégia de custo total o preço praticado será mais competitivo sendo o atrativo principal na compra do produto. A formação de preço deve respeitar a estratégia definida, pois um produto tecnologicamente defasado em relação aos concorrentes deve obedecer à política de baixo preço, considerando ainda os custos de fabricação unitários e a quantidade a ser comercializada. Desta forma, deve-se sempre estar atento ao nível de qualificação dos produtos dos concorrentes, no sentido de se posicionar adequadamente em relação a estes no mercado.

Assim, mesmo quando os produtos são diferentes entre si, possivelmente são substitutos uns dos outros, aumentando a competição e deixando a definição de preço mais complexa, pois uma simples diferença em seu valor pode diminuir ou aumentar substancialmente as vendas.

2.2 Evolução dos Investimentos em P&D nas empresas brasileiras

O montante destinado para a área de P&D varia de acordo com o perfil de cada empresa (HUNGARATO; SANCHES, 2006). Isso porque as necessidades de cada organização são distintas. Algumas buscam desenvolver um novo produto ou tecnologia enquanto outras investem basicamente no aprimoramento dos seus processos. Assim, as verbas destinadas ao subsídio das atividades de cada uma delas oscilam de acordo com a necessidade e a complexidade do objeto de interesse.

Em suma, os investimentos em P&D buscam agregar melhores resultados à empresa, seja por meio da qualificação do produto ou reformulação dos processos, a fim de minimizar os custos produtivos. Entretanto, seus benefícios se estendem aos stakeholders, uma vez que, os consumidores adquirirão artigos com uma qualidade superior, as ações serão valorizadas e os acionistas melhor remunerados.

Azevedo e Gutierrez (2005) compactuam com tal argumento, ao afirmarem que mesmo os frutos do P&D sendo intangíveis e de difícil mensuração, em termos de retorno obtido, muitas empresas os utilizam como forma de aumentar a remuneração dos acionistas. Eles ainda acrescentam que, tais investimentos, se bem realizados, possuem a capacidade de aumentar o valor de mercado dos produtos, diferenciando-os dos similares.

Este expediente é utilizado tanto por empresas sediadas em países tidos como de primeiro mundo, quanto em países em desenvolvimento. Entretanto, possuem conotações distintas como mostram os estudos de Azevedo e Gutierrez (2005) e Crisóstomo e González (2005). Azevedo e Gutierrez (2005), por meio de testes de regressão, concluem que os investimentos em P&D das empresas com ações na NYSE (Bolsa de Nova York) contribuem para o aumento do lucro e, conseqüentemente, com o crescimento de longo prazo dessas organizações e o aumento da distribuição de dividendos aos acionistas.

Crisóstomo e González (2005), por sua vez, analisam o panorama brasileiro valendo-se de corporações listadas na Bovespa (ver Tabela 1). Os resultados encontrados pelos autores foram contrastados com os investimentos em P&D realizados por empresas no Canadá, nos Estados Unidos e na Suécia. Desse modo, nota-se que os investimentos das empresas brasileiras são ainda modestos. No entanto, há que se considerar que a percepção imediatista em um cenário econômico instável, faz com que, muitas vezes, os acionistas não percebam o valor que está sendo agregado na empresa (CRISÓSTOMO; GONZÁLEZ, 2005).

Tabela 1 – Investimentos em P&D sobre faturamento por setor da BM&F Bovespa.

Setor	Nº de empresas	Concentração Acionária (%)	P&D/Faturamento (%)					
			2009	2010	2011	2012	Média	
Bens industriais	06	9,1	41,7	1,94	4,51	1,57	1,34	2,34
Consumo cíclico	03	4,5	51,7	1,19	0,84	0,09	0,98	0,78
Consumo não cíclico	02	3,0	43,7	2,46	2,13	1,97	1,54	2,03
Construção e transporte	01	1,5	100,0	1,38	0,56	0,42	0,35	0,68
Financeiro e outros	01	1,5	44,9	0,06	0,04	0,04	0,04	0,05
Materiais básicos	04	6,1	42,0	0,17	0,15	0,17	0,15	0,16
Petróleo, gás e biocombustíveis	01	1,5	52,5	0,007	0,003	0,004	0,003	0,004
Tecnologia da informação	04	6,1	34,0	5,66	5,21	6,49	6,41	5,94
Utilidade pública	44	66,7	68,4	1,10	1,17	0,96	0,97	1,05
Total	66	100,0	53,2	1,44	1,64	1,29	1,26	1,41

Fonte: Góis, Parente e Ponte (2014, p. 8).

Crisóstomo e González (2005) afirmam ainda que há certa dificuldade em encontrar dados sobre P&D, entretanto, para avaliar o investimento das empresas brasileiras no ano de 2003 nesta área, fizeram um

levantamento entre 105 (cento e cinco) empresas analisando o seu Ativo Diferido. Os dados referentes ao Brasil encontram-se na Tabela 2, divididos em: relação entre gastos com P&D e Receita Operacional Líquida; gastos com P&D e EBIT (Lucro antes de Juros e Imposto de Renda); Gastos com P&D e PL (Patrimônio Líquido), e capital P&D e PL.

Tabela 2 - Gastos de P&D e Capital de P&D segundo indicativos contábeis de empresas por setor no Brasil.

GASTOS DE P&D E CAPITAL P&D RELATIVAMENTE A INDICATIVOS CONTÁBEIS DA EMPRESA POR SETOR										
CONJUNTO DE EMPRESAS DA AMOSTRA POR SETOR DA ECONOMIA										
GASTOS EM P&D 2003 EM RELAÇÃO A										
RECEITA OPERACIONAL LÍQUIDA			LUCRO OPERACIONAL EBIT			CAPITAL P&D EM RELAÇÃO A PL				
ORDEM	NÚMERO	%	SETOR	IPD %	SETOR	%	SETOR	%	SETOR	%
EMPRESA POR SETOR										
1	6	5,7	Veículos e peças	3,29	Petróleo e gás	25,70	Química	8,29	Eletroeletrônicos	19,27
2	11	10,5	Química	3,24	Química	23,74	Petróleo e gás	7,34	Petróleo e gás	18,33
3	4	3,8	Petróleo e gás	2,62	Alimentos e bebidas	21,04	Veículos e peças	5,39	Têxtil	11,25
4	7	6,7	Têxtil	0,37	Veículos e peças	14,65	Comércio	1,40	Telecomunicações	10,36
5	9	8,6	Telecomunicações	0,36	Têxtil	5,59	Eletroeletrônicos	1,18	Química	9,61
6	10	9,5	Outros	0,34	Siderurgia e Metalurgia	2,75	Outros	0,82	Energia elétrica	8,23
7	13	12,4	Siderur. e Metalurgia	0,29	Comércio	2,36	Têxtil	0,61	Veículos e peças	7,98
8	17	16,2	Energia elétrica	0,25	Outros	1,86	Siderurgia e metalurgia	0,50	Comércio	3,30
9	1	1	Eletroeletrônicos	0,25	Energia elétrica	1,46	Energia elétrica	0,39	Siderurgia e metalurgia	3,15
10	5	4,8	Máquinas industriais	0,24	Telecomunicações	1,22	Máquinas Industriais	0,21	Papel e celulose	2,39
11	4	3,8	Comércio	0,23	Papel e celulose	0,34	Telecomunicações	0,19	Minerais não-metálicos	2,16
12	6	5,7	Alimentos e bebidas	0,18	Construção	0,00	Alimentos e bebidas	0,10	Outros	1,67
13	7	6,7	Papel e celulose	0,07	Minerais não-metálicos	0,00	Papel e celulose	0,05	Alimentos e bebidas	0,82
14	3	2,9	Construção	0,00	Máquinas industriais	-1,32	Construção	0,00	Construção	0,63
15	2	1,9	Minerais não-metálicos	0,00	Eletroeletrônicos	-1,51	Minerais não-metálicos	0,00	Máquinas industriais	0,58
Total	105	100	Média	0,83		6,77		1,80		6,28

A relação entre os gastos em P&D em 2003 e a receita operacional líquida, o lucro operacional e o patrimônio líquido estão classificados em ordem decrescente assim como a relação entre o capital P&D em 2003 e o patrimônio líquido.

Fonte: Crisóstomo e González (2005, p. 109).

Percebe-se que a maior parte dos investimentos se dão nas indústrias químicas, de petróleo e de gás. Todavia, os valores médios no Brasil são muito inferiores se comparados a outras nações no mesmo período. A média do índice de Capital, P&D e PL no Brasil é de 6,28%, ficando muito aquém dos 25% no Canadá ou 15% na Suécia e Estados Unidos, por exemplo.

Com essa pesquisa, os autores fizeram três constatações: diferentemente da maioria dos países, no Brasil, empresas com crescimento lento não buscam criar oportunidades de crescimento através de investimentos em P&D; empresas menores, não buscam crescer (em tamanho) através dos resultados dos investimentos em P&D; e supõe-se que quanto maior fosse o risco, maior seria o índice de Capital de P&D, mas no Brasil essa hipótese não se confirma.

Sob a perspectiva do investimento em P&D em relação ao faturamento líquido, as empresas analisadas investiram então em 2003, o índice de 0,83% de seu faturamento (CRISÓSTOMO; GONZÁLEZ, 2005). Comparando os valores dos investimentos brasileiros (públicos e privados) em P&D com outros países, a Revista de Audiências Públicas do Senado Federal, Em Discussão! (2012) apresenta resultados mais abrangentes, entre os anos de 2000 a 2010, em virtude de levar em consideração todo o mercado brasileiro, afirmando que:

Ao se comparar as proporções dos gastos brasileiros em pesquisa e desenvolvimento em relação ao PIB dos países da OCDE, da América Latina e do BRICS, percebe-se que o país só está acima do México, Argentina, Chile, África do Sul e Rússia, ficando muito distante de China e Coreia do Sul, por exemplo, nações que iniciaram muito recentemente o salto de desenvolvimento industrial (EM DISCUSSÃO!, 2012, p. 24).

Desta forma, a grande parte da diferença entre o Brasil e as nações desses grupos recai sobre o volume de investimentos da iniciativa privada. Enquanto o setor privado da Coreia do Sul investiu 2,68% do PIB em 2010, e o setor privado da China 1,22%, o setor privado brasileiro desembolsou apenas 0,56% do PIB no mesmo ano.

O setor público brasileiro investiu 0,66% do PIB em 2010, ou seja, nesse ano, o próprio governo investiu mais em P&D do que a iniciativa privada. Portanto, somando os investimentos da setor público e do setor privado em relação ao PIB, o país investiu ao total 1,22% em P&D (EM DISCUSSÃO!, 2012).

Em 2014, Góis, Parente e Ponte (2014) apresentaram os gastos com P&D de 66 (sessenta e seis) empresas brasileiras listadas na Bovespa e divididas por seu setor de atuação, entre os anos de 2009 a 2012. Os dados encontrados são apresentados na Tabela 2 em uma relação entre Gastos com P&D e Faturamento.

Deve-se notar aqui que a média de investimentos em P&D em relação ao faturamento (ou Receita Operacional) das empresas brasileiras passou de 0,83% em 2003 (CRISÓSTOMO; GONZÁLEZ, 2005) para apenas 1,26% em 2012 (GÓIS; PARENTE e PONTE, 2014). Tal crescimento é insatisfatório, considerando o transcorrer de praticamente uma década entre a realização das duas pesquisas.

Os resultados encontrados demonstram, portanto, que o investimento em inovação por parte das empresas brasileiras ainda é muito baixo (GÓIS; PARENTE e PONTE, 2014), corroborando os achados de Crisóstomo e González (2005) e de Jensen, Menezes Filho e Sbragia (2004), bem como o demonstrado pela revista do Senado Federal 'Em Discussão!' (2012).

Sendo um dos mercados mais explorados e, conseqüentemente, preocupados com o contexto de entrega de inovação tecnológica em seus produtos, o mercado de smartphones é analisado a seguir, de forma que se possa estabelecer adiante um comparativo dos investimentos P&D, como os mesmos investimentos observados em um ambiente empresarial simulado de mesmo objeto.

2.3 Investimentos em P&D e a indústria de Smartphones

Analisando a relação entre investimentos em P&D e SG&A (gastos gerais, administrativos e de marketing), com a receita e o lucro líquido das principais empresas produtoras de smartphones (Apple, Nokia e Samsung), os autores Rondina, Parré e Abrita (2014), apontam que a Apple, a partir de 2007 aumentou consideravelmente seus gastos com P&D (ver Figura 1), reduzindo os investimentos em SG&A, e assim foi a empresa que obteve maior crescimento de receita e lucro líquido (ver Figura 2).



Figura 1 - Evolução das Receitas Totais e dos Lucros Líquidos das empresas de telefonia móvel selecionadas entre 2000 e 2014.

Fonte: Rondina, Parré e Abrita (2014, p. 8).

Ainda em Figuras 1 e 2 observa-se que a Samsung aumentou drasticamente seus gastos com SG&A deixando-os superiores ao P&D, e assim obteve um resultado inferior ao da Apple no que concerne a geração de receitas totais e de lucros líquidos para o período em análise (2000-14), embora seus resultados também tenham sido positivos em termos de geração de receita e lucro. No caso da Nokia, que reduziu todos os seus investimentos, tanto em SG&A quanto em P&D, a empresa vem obtendo lucros líquidos próximos de zero ou negativos desde 2009.

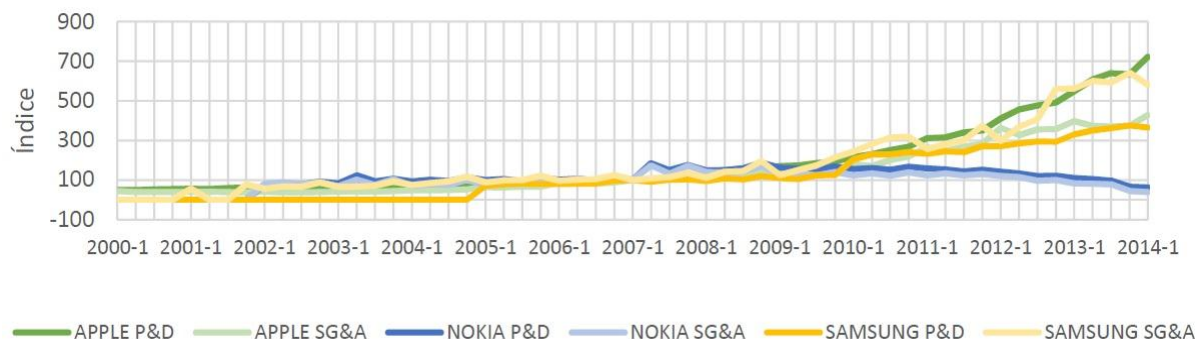


Figura 2 - Gastos em P&D e SG&A das empresas de telefonia móvel na década de 2000.

Fonte: Rondina, Parré e Abrita, 2014, p. 9.

Portanto, observa-se que no caso das três empresas analisadas, dentro do setor de produção e venda de celulares e, mais recentemente de smartphones, maiores investimentos em P&D e não, necessariamente, em SG&A, contribuem para o aumento das receitas e consequentemente do lucro líquido destas. Esse comportamento pode se justificar pela qualificação que o P&D proporciona aos produtos e aos processos de produção, criando uma predisposição positiva por parte do mercado consumidor e minimizando custos e deixando seus processos mais ágeis que os da concorrência respectivamente.

A seguir, são descritos os procedimentos metodológicos aplicados ao estudo e, por conseguinte, a forma de estruturação e análise dos dados.

3 Procedimentos Metodológicos

Para Diehl e Tatim (2004) os métodos possíveis para orientar uma investigação acadêmica são os seguintes: dedutivo, indutivo, hipotético-dedutivo, dialético e fenomenológico. Desta forma, para efeito deste estudo os dados utilizados foram analisados conforme o método dedutivo, ou seja, que os acontecimentos vividos em ambiente simulado de gestão empresarial são analisados à luz do referencial teórico. Neste método, a análise é feita partindo-se do geral para o particular, buscam-se as leis, os princípios e as teorias para predizer ocorrências de fatos (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Tomando-se como base de análise os dados obtidos ao final de um exercício de simulação empresarial entre grupos de trabalho que formam 10 (dez) empresas em um mercado fornecedor, competidor e oligopolista em tecnologia (indústrias de smartphones), durante um período igualmente simulado de 2 (dois) anos. Para tanto, o grupo responsável por cada empresa competidora define integralmente suas decisões de investimentos, tendo em conta sua pretensa estratégia de atuação, às ações de seus concorrentes, informes externos (no formato de “tendências de mercado”) e consultorias, estes últimos ocorrendo pontualmente e a pedido ao coordenador da simulação.

Optou-se por uma abordagem quantitativa para a análise dos resultados desta simulação, isto é, expressar na forma de números as informações ou dados que sustentam a pesquisa, a fim de conseguir classificá-las e analisá-las (SOUZA; FIALHO e OTANI, 2007). Os dados extraídos permitiram que se conhecesse inteiramente o panorama de cada rodada ou período simulado (sendo este trimestral), que corresponderam a 8 (oito) períodos simulados. Assim, foi possível realizar um cruzamento entre as variáveis definidas como objeto de estudo, quais sejam, os investimentos em P&D e a geração de receita.

O estudo é classificado também bibliográfico e documental, considerando que os dados escolhidos originários de fontes secundárias. A parte documental se alicerça em arquivos de domínio público, no formato de relatórios empresariais e análises situacionais das empresas. O caráter bibliográfico faz-se presente na construção do

referencial teórico que suporta a análise dos resultados, enquanto a parte documental suporta a compilação dos dados originários dos relatórios das decisões simuladas.

Ademais, o estudo vale-se do estabelecimento de algumas hipóteses que o encaminham, sendo:

h1 - que, proporcionalmente, os investimentos em P&D no ambiente de simulação seguem o comportamento da indústria brasileira de TI;

h2 - que existe um aumento da receita total decorrente dos investimentos em P&D no ambiente simulado assim como na indústria mundial de *smartphones*;

3.1 Análise dos dados

De forma a testar a h1 procede-se a análise dos investimentos em P&D nas empresas de classe mundial fabricantes de smartphones e as empresas competidoras no ambiente simulado. Neste sentido, comparam-se o impacto dos investimentos trimestrais totais em P&D das 10 (dez) empresas competidoras simuladas em relação ao montante de receita total gerado por este mercado, para efeito de uma análise mais aproximada da importância dessa categoria de investimentos nas decisões dos grupos de trabalho.

Para o teste da h2 realiza-se uma comparação da evolução das receitas líquidas totais das empresas simuladas e a receitas totais da indústria de TI no Brasil, considerando-se os percentuais de investimentos médios em P&D realizados em ambos os casos.

4 Análise dos Resultados

A Figura 3 apresenta a participação dos investimentos totais em P&D considerando-se a soma das receitas totais das empresas simuladas. Desta forma, percebe-se que a média dos 8 (oito) períodos analisados ficou em torno de 0,15, o que equivale dizer que esses investimentos em P&D representam 15% das receitas globais geradas.



Figura 3 – Participação do P&D sobre a Receita em exercício simulado.

Fonte: autoria própria.

Observa-se que até a segunda metade do segundo ano de gestão (período 6), essa média de investimentos em P&D contribuíram para um aumento gradativo da receita total, bem como para geração de lucro total para as empresas (ver Figura 4). Na mesma Figura 4 apresentam-se os resultados de receita líquida total e lucro líquido total das 10 (dez) empresas presentes no ambiente de simulação ao longo dos 8 (oito) períodos.

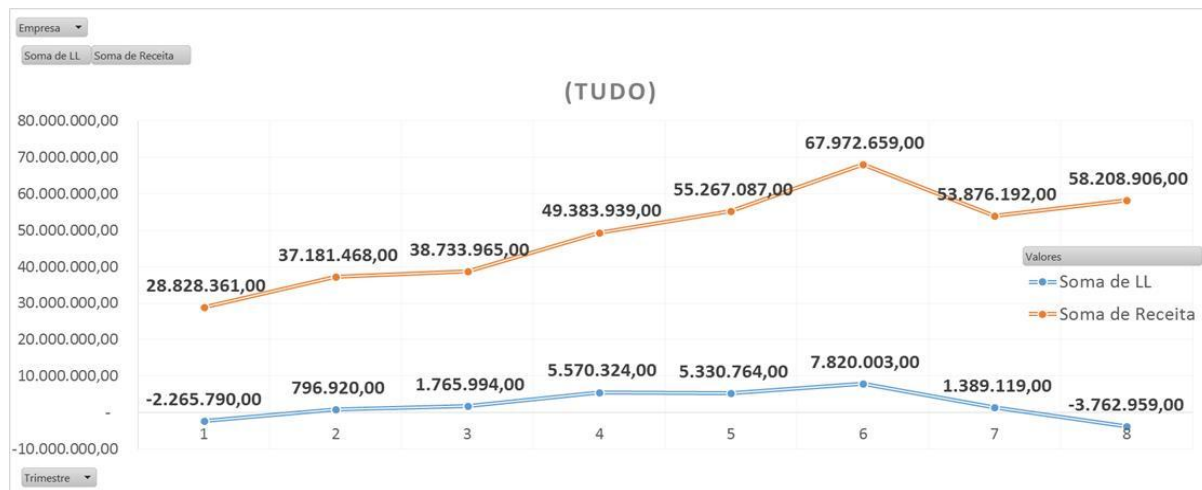


Figura 4 – Receita líquida total lucro líquido em exercício simulado.

Fonte: autoria própria.

Ainda em Figura 4 observa-se no período 7 uma retração dos investimentos médios em P&D para 0,12 das receitas líquidas totais (12%), representando um impacto negativo nos resultados financeiros das empresas com uma redução de aproximadamente 20% das receitas líquidas totais e de aproximadamente 80% da lucratividade em relação ao período anterior (período 6).

Muito embora o oitavo (último) período apresente uma melhora no volume de receitas líquidas totais (ver Figura 4) e um aumento dos percentuais de investimentos em P&D em relação o período 7 (ver Figura 3), as empresas encerram seus exercícios financeiros anuais com um volumoso prejuízo, as causas de tais prejuízos são apontadas mais adiante.

De uma forma geral, observa-se que os investimentos em P&D contribuem para geração de receitas totais maiores (ver Figura 5), tanto em ambiente simulado como para as empresas de classe mundial fabricantes de smartphones. Há que se considerar, no entanto, a proporcionalidade desses investimentos, tendo em conta o risco envolvido em uma situação real de investimento, bem como uma análise da receita líquida total com uma política de preços possíveis, considerando que para efeito da simulação apresentam-se restrições (limites máximos).

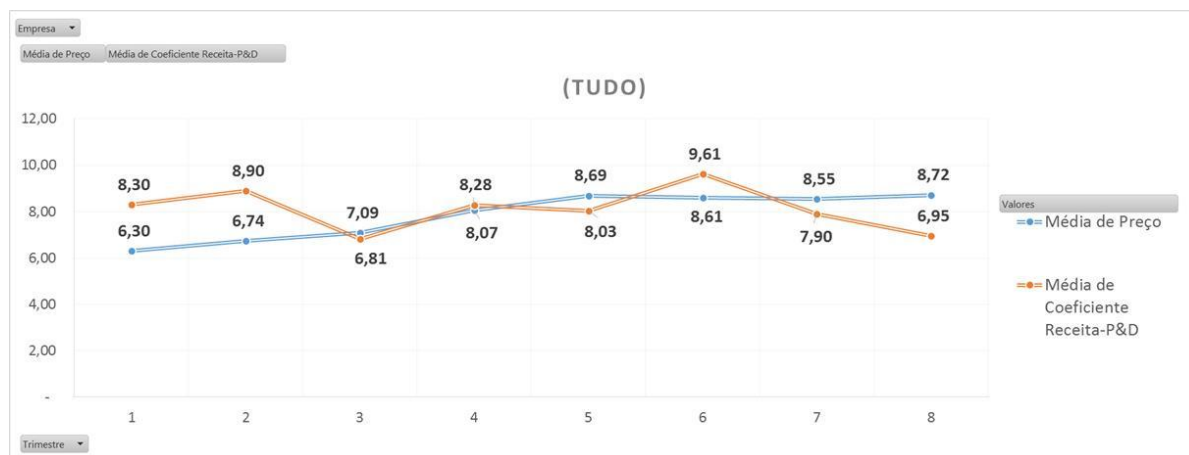


Figura 5 - Preço Médio e Coeficiente Receita/P&D em exercício simulado.

Fonte: autoria própria.

Diante do exposto, considerando-se que preço máximo \$10,0 (dez unidades monetárias) convencione o padrão de decisões quanto à precificação dos produtos fabricados por todas as empresas simuladas, buscou-se determinar as médias dos preços praticados em cada um dos trimestres de decisões, relacionando-as ao coeficiente de receita total gerado em função dos investimentos em P&D (ver Figura 5).

De uma forma geral, observa-se que entre os períodos 3 a 5, os investimentos totais em P&D guardaram uma relação positiva com os preços praticados pelas empresas, ou seja, os preços praticados evidentemente entregaram uma maior perspectiva de valor agregado a seus produtos no mercado. Tal fato corroborou para que esses investimentos impactassem no aumento de receita líquida total gerada. De outra parte, a mesma situação não se verificou nos períodos 7 e 8 (ver Figura 5), mesmo com o aumento do montante de investimentos totais em P&D (respectivamente, 16 e 19% da receita líquida total), de acordo com o já exposto em Figura 3.

Das razões pelas quais os investimentos em P&D não surtiram os efeitos esperados no aumento da receita total no transcorrer dos últimos trimestres simulados (7° e 8° períodos) deve-se, em grande parte, ao fato de que, mesmo a partir do 6° período, os investimentos em marketing superaram os investimentos em P&D, e foram proporcionalmente superiores na razão de 15%, 35%, 53%, o que não se verificou nos trimestres anteriores, ou seja, do 1° ao 5° período (ver Figura 6).



Figura 6 - Investimentos Marketing vs. Investimentos P&D em exercício simulado.

Fonte: autoria própria.

Desta forma, uma orientação muito mais voltada à criação de demanda consumiu o esforço de entrega de maior valor aos produtos e, conseqüentemente, de potencialização da receita total para as empresas.

5 Conclusões e considerações finais

Observa-se que as receitas totais e os lucros aferidos pelas 3 (três) maiores indústrias de *smartphones* no mundo, neste caso a Apple, Nokia e Samsung, durante o período compreendido entre 2000 e 2014, apresentam resultados acentuadamente diferenciados (ver Figura 1). Resultados estes que demonstram o impacto das escolhas entre 2 (duas) grandes classes de investimentos, sendo: P&D e SG&A (caracterizados como suporte administrativo). Ou seja, àquelas que optaram pelos primeiros obtiveram resultados financeiros significativamente melhores. No caso das empresas simuladas, o comportamento dos investimentos em P&D e Marketing, na maior parte dos períodos simulados em análise (5 primeiros períodos – 15 meses, ver Figura 6), guardaram uma equivalência. No momento em que as empresas simuladas passaram a concentrar mais esforços na comercialização e não na entrega de valor em seus produtos, ou seja, os investimentos em Marketing sobrepondo-se aos investimentos em P&D, o mercado responde negativamente à concepção de suas ofertas, desencadeando menores níveis de receita total e, conseqüentemente, perda de lucratividade (ver Figura 4).

Para efeito de verificação da hipótese 1, observa-se que os investimentos em P&D no ambiente de simulação não seguem o comportamento da indústria brasileira de TI, onde o investimento médio em 4 (quatro) anos encontra-se, proporcionalmente, bem aquém da média de investimentos observada em 2 (dois) anos de gestão simulada. Se comparadas as médias dos investimentos realizados pelas empresas de TI no Brasil (5,94% para o quadriênio 2009-12) com os realizados pelas 10 (dez) empresas simuladas (15%), observa-se que estes percentuais são bem diferenciados, considerando o fato de que níveis de diferenciação de produtos são cada vez maiores para as duas situações. Pode-se pensar a respeito de quais seriam as razões dos níveis de os investimentos observados nos dois contextos serem tão diferentes para empresas pertencentes a um mesmo setor. A primeira razão sugere que, tal como observado por Crisóstomo e González (2005), independentemente do tamanho ou nível de crescimento das empresas no Brasil, estas não assumem um comportamento de risco próprio do setor onde atuam, deixando parte dos investimentos em P&D encarregado ao setor público. Uma segunda razão pode estar ligada à circunstância de risco menos evidente nas empresas simuladas ou ainda, de forma complementar, associada aos

perfis mais agressivos de decisão de seus gestores. De qualquer forma, há que se pontuar que possam existir limitações na comparação proposta por este estudo, pois se tratam de contextos econômicos específicos e vivenciados por essas duas categorias de empresas que podem explicar parte da diferença entre os níveis de investimentos em P&D observados.

Observa-se ainda que, nas duas categorias de empresas em análise, a intensificação dos investimentos em P&D se observa é acompanhada de um gradativo aumento da receita total, provando-se como válida a hipótese 2. Muito embora o transcurso de tempo simulado tenha sido de apenas 24 (vinte e quatro) meses, no caso das empresas simuladas, o efeito próprio de uma estratégia de diferenciação foi rapidamente observado para aquelas que optaram por esse tipo de investimento e estabeleceram métricas de precificação coerentes na comercialização de seus produtos.

Como sugestão para aprofundamento das considerações presentes neste estudo sugere-se que novas análises possam verificar a existência de uma relação positiva entre os investimentos em P&D e os níveis de competitividade das empresas de tecnologia, valendo-se de indicadores de desempenho como: participação de mercado; distribuição de dividendos; e valorização de ações cotadas em bolsa.

Referências

- AZEVEDO, F. N.; GUTIERREZ, C. H. C. Relação dos gastos com P&D e taxa de crescimento no longo prazo das empresas listadas na NYSE. FUCAPE Business School, Vitória, 2005.
- CHURCHILL, G. A.; PETER, J. Marketing: criando valor para o cliente. São Paulo: Saraiva, 2003.
- CRISÓSTOMO, V. L.; GONZÁLEZ, E. V. Custos de P&D no Brasil: um possível efeito positivo. IX Congresso Internacional de Custos: Florianópolis, 2005.
- DIEHL, A. A.; TATIM, D. C. Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas. São Paulo: Prendice Hall, 2004.
- EM DISCUSSÃO! Revista de Audiências Públicas do Senado Federal. Disponível em <http://www.senado.gov.br/noticias/jornal/emdiscussao/Upload/201203%20-%20setembro/pdf/em%20discuss%C3%A3o!_setembro_2012_internet.pdf>, ano 3, n.12, set. de 2012.
- GÓIS, A. D.; PARENTE, P. H. N.; PONTE, V. M. R. Estrutura de Propriedade e Investimentos em P&D: uma análise nas companhias abertas do Brasil. XIV Congresso USP: Controladoria e Contabilidade. São Paulo, 2014.
- HUNGARATO, A.; SANCHES, M. A relevância dos gastos em P&D para o preço das ações de empresas listadas na Bovespa. 4º Simpósio FUCAPE de Produção Científica. Vitória, 2006.
- JENSEN, J.; MENEZES, N. F.; SBRAGIA, R. Os determinantes dos gastos em P&D no Brasil: uma análise com dados em painel. Estudos Econômicos, 34(4), 2004, p. 661-691.
- KOTLER, P.; KELLER, K. L. Administração de marketing. 14 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- RONDINA, A. N.; PARRÉ, J. L.; ABRITA, M. B. A Indústria de Telefonia Móvel na Década de 2000: desempenho inovativo da Apple, Nokia e Samsung com base na teoria de jogos. 2º Seminário Internacional de Integração e Desenvolvimento Regional. Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, 2014.
- SOUZA, A. C.; FIALHO, F. A. P.; OTANI, N. TCC: métodos e técnicas. Visual Books: Florianópolis, 2007.

6TC-A7-Proceso de Pasteurización de Jugo de Naranja con Estudio Económico, Simulado con un Software Matemático

Juan Montesano (Ingeniería Industrial, UCA)

Ángel Dipietro (Ingeniería Industrial, UCA)

Resumen

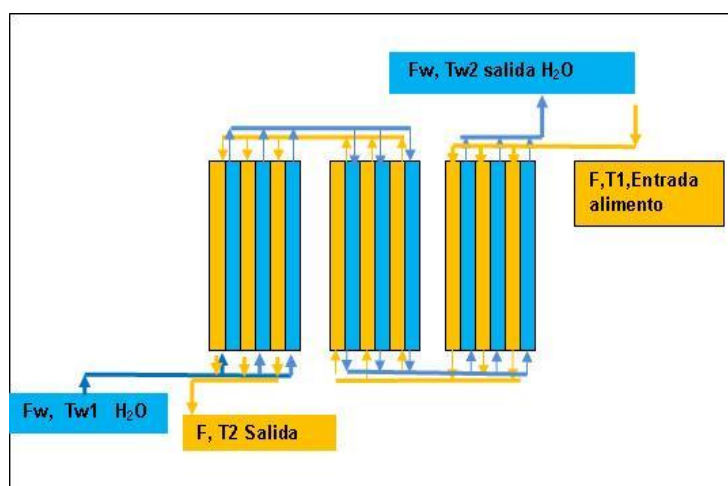
El trabajo consiste en el diseño de un intercambiador de calor de placas utilizado en la pasteurización de jugo de naranja. Para ello se han tenido en cuenta conceptos de termodinámica y de transferencia de calor a nivel convectivo. Con las pérdidas de carga en la corriente del alimento y en el fluido calefactor se calculan las potencias eléctricas de las bombas que los impulsan. También se determina el número de placas y el largo y ancho de las mismas. Para facilitar la tarea de cálculo se diagrama un algoritmo sobre el modelo de las fórmulas de diseño y se genera un simple programa con un software matemático como el Mathcad, que permite no sólo la resolución de los elementos más importantes del ejemplo de pasteurización con costos incluidos, sino que presenta una herramienta útil para realizar estudios de simulación para el jugo u otros alimentos con diferentes datos técnicos y económicos.

Palabras claves: Intercambiador de placas, Pasteurización, Costos, Mathcad.

1. Introducción

La pasteurización continua tiene ventajas por encima del método de pasteurización por lotes (batch), siendo las más importantes el ahorro de tiempo y energía. En la mayoría de los procesos continuos se utiliza un pasteurizador de tiempo corto usando altas temperaturas (high temperatura short time/HTST). El tratamiento de calor se lleva a cabo utilizando un intercambiador de placas.

El intercambiador consiste en una serie de placas de acero inoxidable corrugado, prensadas dentro de un marco. Se utilizan empaques de caucho, para definir los límites de los canales y evitar fugas.



Fuente: Juan Montesano

Figura 1.- Esquema de un intercambiador a placas

En la Figura 1 se muestra esquemáticamente el proceso de regeneración: un alimento líquido (jugo de naranja) se calienta hasta la temperatura de pasteurización en la sección de calentamiento, el que cede posteriormente, en la sección de regeneración, parte de su calor sensible al fluido nuevo que entra. Así, dicho fluido se calienta hasta una temperatura cercana a la deseada y requerirá para alcanzar ésta una pequeña cantidad de calor adicional. Las placas necesarias para la sección de regeneración suponen una inversión que se recupera rápidamente a costa de la disminución de los costos de operación.

Frente a las ventajas enumeradas de este tipo de intercambiador, el objetivo del trabajo es presentar un programa de computación de base matemática que permita de un modo simple, diseñar o simular este proceso fundamental de la industria alimenticia.

2 Materiales y métodos

Las especificaciones necesarias para realizar el estudio son: la cantidad de jugo a procesar (F , kg/s), la temperatura inicial (T_1 , °C), la temperatura de pasteurización (T_2 , °C) y las temperaturas de entrada (T_{w1} , °C) y salida del agua de calentamiento (T_{w2} , °C). Además, se precisa conocer: las densidades (ρ , ρ_w , kg/m³) y los calores específicos (C_p , C_{pw} , kJ/kg K) del jugo y el agua respectivamente, el coeficiente de transferencia de calor por conducción (k , W/m.K), la viscosidad aparente del jugo y la viscosidad del agua (η, η_w , mPa.s). Todos ellos expresados en sistema de unidades internacionales.

Las variables de diseño son: la velocidad de la corriente a procesar (u , m/s), la separación entre placas (b , mm), el ancho de las placas (a , m) y el número de grupos en serie que forma el intercambiador (n). Las ecuaciones a utilizar son:

Tabla 1. Fórmulas utilizadas

$Q = F \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1)$	Ec.1	$\frac{h_w 2b}{k_w} = 0,023 \cdot \left(\frac{\rho_w \cdot 2b \cdot u_w}{\eta_w} \right)^{0,8} \cdot \left(\frac{C_{pw} \cdot \eta_w}{k_w} \right)^{1/3}$	Ec.9
$Q = F_w \cdot C_{pw} \cdot (T_{w2} - T_{w1})$	Ec.2	$\frac{1}{U} = \frac{1}{h} + \frac{1}{h_w}$	Ec.10
$\Delta T_m = \frac{(T_{w2} - T_1) - (T_{w1} - T_2)}{\ln \frac{(T_{w2} - T_1)}{(T_{w1} - T_2)}}$	Ec.3	$\Delta P = n \cdot \left[4 \cdot f \cdot \left(\frac{L}{2b} \right) + 2,5 \right] \cdot \frac{\rho \cdot u^2}{2}$	Ec.11
$Q = A \cdot U \cdot \Delta T_m$	Ec.4	$\Delta P_w = n \cdot \left[4 \cdot f_w \cdot \left(\frac{L}{2b} \right) + 2,5 \right] \cdot \frac{\rho_w \cdot u_w^2}{2}$	Ec.12
$A = N \cdot a \cdot L$	Ec.5	$f = 0,08 \cdot \left(\frac{\rho \cdot 2b \cdot u}{\eta} \right)^{-0,25}$ Maroulis Z, Saravacos G.D (2005)	Ec.13
$u = \frac{F}{\rho \cdot \frac{N}{n} \cdot a \cdot b}$	Ec.6	$f_w = 0,08 \cdot \left(\frac{\rho_w \cdot 2b \cdot u_w}{\eta_w} \right)^{-0,25}$ Maroulis Z, Saravacos G.D (2005)	Ec.14
$u_w = \frac{F_w}{\rho_w \cdot \frac{N}{n} \cdot a \cdot b}$	Ec.7	$E = F \cdot \frac{\Delta P}{\rho}$	Ec.15
$\frac{h \cdot 2b}{k} = 0,023 \cdot \left(\frac{\rho \cdot 2b \cdot u}{\eta} \right)^{0,8} \cdot \left(\frac{C_p \cdot \eta}{k} \right)^{1/3}$	Ec.8	$E_w = F_w \cdot \frac{\Delta P_w}{\rho_w}$	Ec.16

Con la Ec.1 se calcula el Q (calor aplicar al jugo) y, conociendo este, es posible determinar con la Ec.2, el caudal másico de agua de calentamiento (F_w). Con la Ec.3 se obtiene la temperatura media logarítmica (ΔT_m). Con el coeficiente total de transferencia de calor (U), es posible obtener el área (A) de calentamiento del intercambiador usando Ec.4. Para determinar U es necesario calcular las recíprocas de las resistencias (ver las Ec. 8, 9 y 10) usadas para regímenes turbulentos con las fórmulas adimensionales. Ver Figura 2

Se obtienen las dimensiones del equipo con la Ec.6. Se calcula el número de placas incluidas (N) lo que lleva a obtener la velocidad del agua (u_w , m/s) usando la Ec.7. Con Ec.5 se determina el largo (L, m) que ocupan las placas.

Para determinar el coeficiente total de transferencia de calor. Ec. 10, se calculan los coeficientes convectivos con las Ec.8 y 9 para el jugo y el agua, para régimen turbulento.

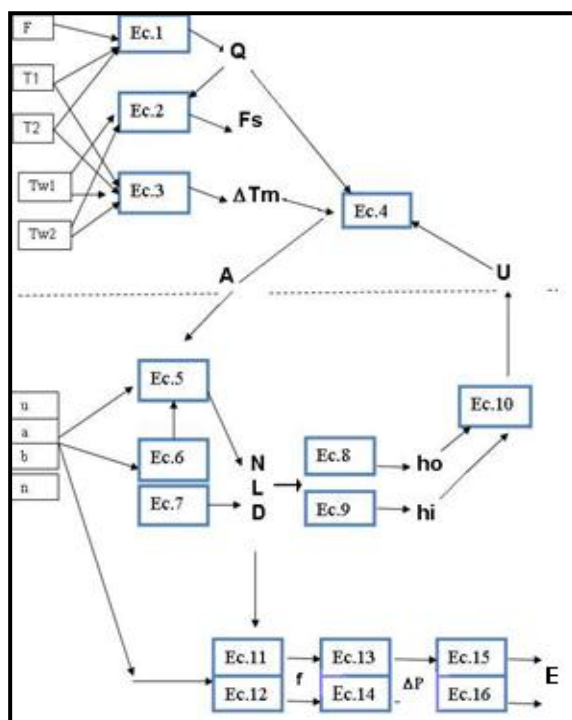


Figura 2.- Diagrama del algoritmo sobre el modelo de las fórmulas de diseño

Tabla2. Fórmulas económicas utilizadas

$C_{eq} = C_{int} \cdot A^n$	Ec.17	$C_T = e \cdot C_{eq} + C_{op}$	Ec.19
$C_{op} = (C_c \cdot Q + C_e \cdot E)t$	Ec.18	$e = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$	Ec.20

La Ec.17 representa el costo por equipamiento anual en $\$/m^2$, donde C_{int} ($k\$/m^2$) es el costo del intercambiador anual. A (ver Ec.5) el área del intercambiador elevada un factor $n = 0,75$. La Ec.18 representa el costo operacional donde C_c ($\$/kWh$) es el costo por calentamiento y C_e ($\$/kWh$) el costo de la electricidad, t son las horas trabajadas por año.

El costo de equipamiento se afecta por la amortización e que responde a un interés $i = 0,09$ en un período n de 5 años (Ec.20), que sumado al operacional constituye el costo total (Ec.19).

3. Resultados

Como aplicación de lo expuesto se presenta un ejemplo usado en la pasteurización de 5 kg/s de jugo de naranja que ingresan al equipo a 65 °C y deberán calentarse hasta 90 °C mediante agua que entra a 110 °C y sale a 95 °C Datos: la densidad del jugo puede tomarse aproximadamente como agua líquida, la densidad del agua de calentamiento igual 960 kg/m³, el calor específico del jugo 3,86 kJ/kgK, el coeficiente de conducción k=0,65 kJ/mK, La viscosidad aparente de jugo 0,40mPa s y la viscosidad del agua 0,25 mPa s. Las variables de diseño son u=1m/s, separación entre placas b=5mm, el número de grupos n=5 y el ancho de las placas a=0,50m. Se toma como costo de calentamiento con agua 0,05\$/kWh, costo de la electricidad 0,10\$/kWh, Costo platos de calentamiento en el intercambiador 4k\$/m². Las horas de trabajo anuales se fijan en 1400h/año.

$F_w := 5$	$\rho := 1000$	$k := 0.65$	$\eta := 0.40$	$cp := 3.86$	$T1 := 65$	$T2 := 90$	$\dot{W} := 0.5$
$u := 1$	$\rho_w := 960$	$kw := 0.65$	$\eta_w := 0.25$	$cp_w := 4.18$	$Tw1 := 110$	$Tw2 := 95$	$n := 5$
$b := 0.005$							

$$M := \begin{matrix} Q \leftarrow F \cdot cp \cdot (T2 - T1) \\ F_w \leftarrow \frac{Q}{cp_w \cdot (Tw1 - Tw2)} \\ \Delta T \leftarrow \frac{(Tw2 - T1) - (Tw1 - T2)}{\ln \left[\frac{(Tw2 - T1)}{(Tw1 - T2)} \right]} \\ N \leftarrow \frac{F \cdot n}{\rho \cdot W \cdot b \cdot u} \\ uw \leftarrow \frac{F_w \cdot n}{\rho_w \cdot N \cdot W \cdot b} \\ hi \leftarrow 0.023 \cdot \frac{k}{2 \cdot b} \cdot \left(\frac{\rho \cdot 2 \cdot b \cdot u \cdot 1000}{\eta} \right)^{0.8} \cdot \left(\frac{cp \cdot \eta}{k} \right)^{\frac{1}{3}} \\ ho \leftarrow 0.023 \cdot \frac{kw}{2 \cdot b} \cdot \left(\frac{\rho_w \cdot 2 \cdot b \cdot uw \cdot 1000}{\eta_w} \right)^{0.8} \cdot \left(\frac{cp_w \cdot \eta_w}{kw} \right)^{\frac{1}{3}} \\ U \leftarrow \frac{hi \cdot ho}{hi + ho} \\ A \leftarrow \frac{Q \cdot 1000}{U \cdot \Delta T} \\ L \leftarrow \frac{A}{\frac{8}{10} \cdot N \cdot W} \\ f \leftarrow 0.08 \cdot \left(\frac{\rho \cdot 2 \cdot b \cdot u \cdot 1000}{\eta} \right)^{-0.25} \\ fw \leftarrow 0.08 \cdot \left(\frac{\rho_w \cdot 2 \cdot b \cdot uw \cdot 1000}{\eta_w} \right)^{-0.25} \\ \Delta P \leftarrow n \cdot \left[4 \cdot f \cdot \left(\frac{L}{2 \cdot b} \right) + 2.5 \right] \cdot \frac{\rho \cdot u^2}{2} \\ \Delta P_w \leftarrow n \cdot \left[4 \cdot fw \cdot \left(\frac{L}{2 \cdot b} \right) + 2.5 \right] \cdot \frac{\rho_w \cdot (uw)^2}{2} \\ E \leftarrow F \cdot \frac{\Delta P}{\rho \cdot 1000} \\ E_w \leftarrow F_w \cdot \frac{\Delta P_w}{\rho_w \cdot 1000} \\ \begin{pmatrix} Q & F_w & \Delta T & N \\ U & A & L & \Delta P \\ \Delta P_w & uw & E & E_w \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Figura 3. Copia del programa del Mathcad diseño intercambiador de placa

$$S := M = \begin{pmatrix} 482.5 & 7.695 & 24.663 & 10 \\ 4.235 \times 10^3 & 4.62 & 1.155 & 1.36 \times 10^4 \\ 2.99 \times 10^4 & 1.603 & 0.068 & 0.24 \end{pmatrix}$$

Figura 4. Copia del matriz resultado, programa Mathcad diseño del intercambiador

3.1. Resultados del diseño

La cantidad de calor intercambiado $Q = 482,5 \text{ kW}$, Caudal de agua caliente $F_w = 7,9 \text{ kg/s}$, $\Delta T_m = 25^\circ\text{C}$. Número total de placas $2 \times 5 = 10$. Coeficiente total de transferencia de calor $U = 4,23 \cdot 10^3 \text{ kW/m}^2\text{K}$. Área de transferencia de calor $4,6 \text{ m}^2$. Largo de tubos $1,15 \text{ m}$. Pérdida de carga del lado del jugo $\Delta P = 1,36 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ y del lado agua $\Delta P_w = 3 \cdot 10^4 \text{ Pa}$. Velocidad del agua de calentamiento $u_w = 1,6 \text{ m/s}$. Potencia necesaria para impulsar la bomba de jugo $E = 0,07 \text{ kW}$ y para la bomba de agua $E_w = 0,24 \text{ kW}$

$$N := \begin{pmatrix} C_{eq} \leftarrow C_{int}(M_{1,1})^{0.75} \\ C_{op} \leftarrow (C_{vapor} \cdot M_{0,0} + C_{elec} \cdot M_{2,2}) \cdot t_y \\ C_{total} \leftarrow C_{op} + e \cdot C_{eq} \\ \begin{pmatrix} C_{eq} \\ C_{op} \\ C_{total} \end{pmatrix} \end{pmatrix}$$

Figura 5. Copia del programa del Mathcad diseño intercambiador de placas. Costos

$$N = \begin{pmatrix} 12.605 \\ 3.378 \times 10^4 \\ 3.379 \times 10^4 \end{pmatrix}$$

Figura 6. Copia de la matriz. programa del Mathcad. Costos intercambiador

3.2. Resultados de los costos

Costo de equipamiento anual $C_{eq} = 12,6 \text{ k\$}$. Costo de operación anual $C_{op} = 33,78 \text{ k\$}$. Costo total anual $C_{total} = 33,79 \text{ k\$}$

4. Conclusiones

Se ha diseñado, mediante un software matemático, un intercambiador que habitualmente se utiliza en las industrias lácteas y de bebidas generando un programa de fácilmente manejable por estudiantes de C y T de Alimentos. Es posible igualmente, al variar el tipo de alimento y sus condiciones de ingreso, simular las nuevas dimensiones, las que deberán adaptarse a los modelos estándar del mercado. También es posible agregar las zonas de enfriamiento realizadas con agua fría y con etilenglicol, insertando las ecuaciones a la estructura presentada previamente.

La velocidad del fluido del proceso (que normalmente es la del líquido más viscoso) (u), es una variable fundamental de diseño. Cuando se seleccionan valores grandes de velocidad, se tendrán altos coeficientes de transferencia de calor, lo que conlleva a una pérdida de presión significativa, resultando por lo tanto un menor costo energético, pero un mayor costo en los procesos de bombeo.

El espaciado entre las placas (b) es también una variable de diseño fundamental. Cuando son seleccionados valores pequeños, se obtienen altos coeficientes de transferencia de calor, pero se produce también una significativa pérdida de presión. Equipos de un menor costo darán como resultado un mayor costo operativo.

El número de grupos en serie (n) se selecciona con el fin de utilizar placas de longitud aceptable.

En las Figuras 3 y 5 aparece el programa creado en el software Mathcad. Tener en cuenta que los resultados aparecen expresados en forma matricial (Figuras 4 y 6) y con “punto” en lugar de “comas” para indicar los decimales. En la parte superior (ver Figura 3 tono amarillo) se colocan las variables del proceso, los datos técnicos y las variables de diseño que son tomados por el programa; lo que permite obtener resultados no solamente para un jugo, como aparece en el ejemplo, sino para el diseño con diferentes propiedades de entrada de otro tipo de alimento.

Los valores de costos se han tomado en forma aproximada con un interés de la amortización del 9% para un período de 5 años, utilizando la Ec. 20. Igualmente que las variables de diseño, pueden ser reemplazados para un cálculo bajo otras circunstancias.

5. Referencias Bibliográficas

- CAO, EDUARDO. 1983. *Intercambiadores de Calor*. Ed. Fac. de Ingeniería. Buenos Aires. Argentina
- CENGEL, Y. A.; BOLES, M. 2002. *Termodinámica*. Mc Graw Hill. México D.F. México.
- CENGEL Y. A. 2007. *Transferencia de Calor y Masa*. Ed. Mc Graw Hill. México D.F. México.
- KERN, Q. 2000. *Procesos de Transferencia de Calor*. Ed. Compañía Editorial Continental. México D.F. México.
- SINGH R. P., HELDMAN R.D. 2009. *Introducción a la Ingeniería de los Alimentos*. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España.
- TUTORIAL MATHCAD 12 profesional. Autores varios. http://www.mty.itesm.mx/dia/deptos/im/m00-832/Miscellaneous/Tutorial_MathCad.pdf

7TC-A7-Modelado y Simulación de Propagación de Fracturas en Cáscaras Delgadas Frágiles Mediante Campos de Fase

Daniel Millán (Dpto. Ing. Mecánica /FCAI-UNCuyo-CONICET)

Bin Li (Sorbonne Universités, UPMC/Institut Jean Le Rond d'Alembert)

Alejandro Torres-Sánchez (LaCàN/UPC-BarcelonaTech)

Marino Arroyo (LaCàN/UPC-BarcelonaTech)

Resumen

En este trabajo se describe la propagación de fracturas en cáscaras delgadas frágiles mediante modelos difusos de discontinuidad libre (campos de fase) y su análisis por medio de simulaciones numéricas mediante el método de Galerkin, lo cual requiere la implementación de técnicas avanzadas de discretización como superficies de subdivisión. Describir y comprender los principios mecánicos que gobiernan la evolución durante la propagación de fisuras en películas delgadas frágiles, posee un gran interés industrial (p. ej. embalaje, fabricación, diseño de componentes) y en ciencias de los materiales. Para llevar a cabo este trabajo se combinan modelos de campo de fase de cuarto orden con un modelo geoméricamente no lineal de cáscaras delgadas de Kirchhoff-Love. En la actualidad la modelización de fractura mediante campos de fase ha generado un gran interés, debido a su simplicidad derivada del tratamiento unificado de geometría y mecánica. Mientras que su alto coste computacional se está viendo superado por su capacidad de tratar interfases móviles de manera integrada, así como la física que gobierna su evolución.

Palabras clave: *Kirchhoff-Love, empaquetamiento, grandes deformaciones, superficies de subdivisión.*

1 Introducción

La predicción de fractura en estructuras delgadas es de gran importancia en aplicaciones de ingeniería, tales como fuselajes de aviones, recipientes a presión, componentes de automóviles, y piezas de fundición; así como en la descripción y caracterización de materiales frágiles (Hamm et al., 2008; Sen et al., 2010; Roman, 2013; Brau, 2014). La complejidad de estos problemas radica en que es preciso resolver ecuaciones de derivadas parciales (EDPs) de cuarto orden, lo que restringe la obtención de soluciones analíticas a casos muy simplificados que no permiten explicar de forma detallada una gran cantidad de observaciones experimentales. Adicionalmente, las soluciones analíticas sólo proporcionan información limitada, lo que ha motivado en los últimos años un gran interés en la simulación numérica de fractura en cáscaras o láminas delgadas. No obstante, a pesar de los avances en el modelado de la mecánica de fractura en cuerpos sólidos (Rabczuk y Belytschko, 2004, 2007; Chen et al., 2012; Rabczuk, 2013; Borden et al., 2014; Li et al., 2015; Amiri et al., 2016), la descripción de la propagación de fracturas en cuerpos delgados sigue siendo un reto (Amiri et al., 2014). Esto se debe a la compleja interacción entre las fisuras, la cinemática de la cáscara (estiramiento y flexión) y la geometría de la superficie, todo esto genera comportamientos no triviales difíciles de predecir (Bayart et al., 2010; Sen et al., 2010; Bayart et al., 2011; Takei et al., 2013; Brau, 2014), y de una gran riqueza geométrica p. ej. cuando una película delgada se adhiere a una superficie rígida plana (Hamm et al., 2008) o curva (Kruglova et al., 2011).

La modelización de fisuras que no se propagan se ha llevado a cabo con métodos de partición de la unidad, tanto en placas como en láminas (Dolbow et al., 1999; Baiz et al., 2011; Natarajan et al., 2011), si bien estos enfoques sólo se han limitado a geometrías simples. La mayoría de las formulaciones que se utilizan se basan en la teoría de Mindlin-Reissner (Zhuang et al., 2013). Hay, comparativamente, un menor número de métodos que consideran fracturas en cáscaras delgadas (Areias y Belytschko, 2005; Chau-Dinh et al., 2012), y modelos de láminas delgadas mediante métodos sin malla para describir fractura estática y dinámica (Rabczuk y Areias,

2006; Rabczuk et al., 2007, 2010). La mayoría de los métodos mencionados anteriormente, utilizados para analizar la propagación de fracturas en cáscaras, se basan en modelos que precisan seguir el camino de la fisura de forma explícita. Por otra parte, muchos de estos enfoques sólo han sido aplicados a geometrías simples tales como placas, o geometrías esféricas y cilíndricas (Wu et al., 2005; Areias y Belytschko, 2006; Chau-Dinh et al., 2012; Becker y Noels, 2013), la mayoría de las veces debido a que poseen premisas que imposibilitan su aplicación directa en geometrías más realistas y de forma libre.

Recientemente se ha presentado una metodología que emplea un modelo de campo de fase de segundo orden, en combinación con un método sin malla (Amiri et al., 2014), para hacer frente a la propagación de fracturas en cáscaras delgadas de Kirchhoff–Love lineales, ver Figura 1. En este trabajo se observa que es posible desarrollar una metodología general, flexible y robusta, la cual permite describir la propagación de fisuras en superficies de topología compleja. En este trabajo se utilizaron dos aspectos claves: (i) un modelo de campo de fase de segundo orden para describir propagación cuasi-estática de fractura en un material frágil (Francfort y Marigo, 1998; Bourdin, 2007), donde el problema de la propagación de la fisura se formula como un problema de minimización, y (ii) aproximantes suaves basados en la teoría de máxima entropía local (Arroyo y Ortiz, 2006), que permiten tratar la segundas derivadas del campo de desplazamiento en la forma débil (Millán et al., 2011). Al día de hoy, los modelos originales de campo de fase de segundo orden han sido extendidos para simular procesos dinámicos de propagación de fisuras en un marco termodinámicamente consistente (Miehe et al., 2010), o mediante modelos de cuarto orden (Borden et al., 2014; Amiri et al., 2016) más idóneos para el empleo de aproximantes suaves.

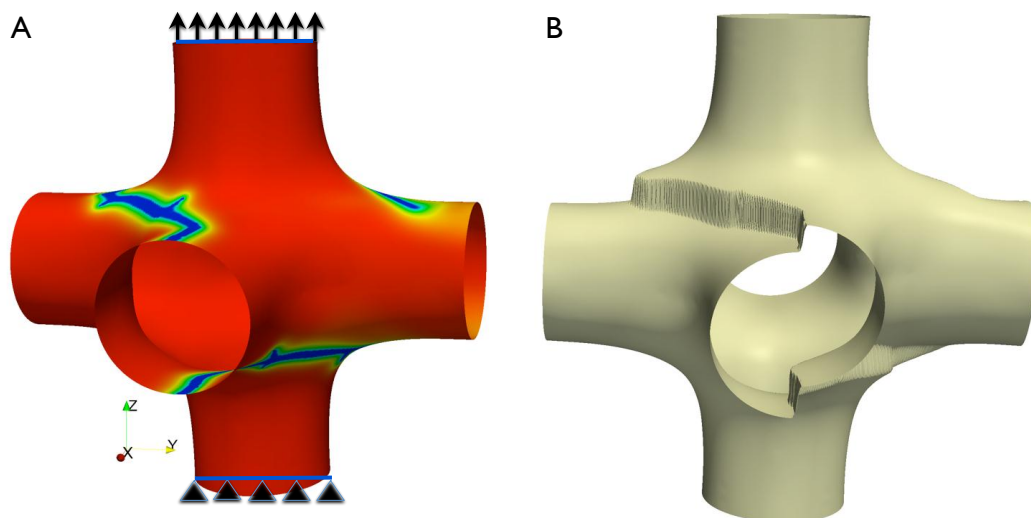


Figura 1: Deformación cuasi-estática de una cáscara delgada frágil con topología compleja obtenida mediante el empleo un modelo de campo de fase de segundo orden, en combinación con el método sin malla de máxima entropía local (Amiri et al., 2014). La parte inferior se mantiene sujeta, mientras que la curva superior se desplaza gradualmente en la dirección $(0, 0, 1)$. Cabe mencionar que este resultado se ha obtenido partiendo de un problema modelado sin considerar ninguna fisura inicial. (A) Campo de fase representado como un mapa de colores en la configuración de referencia, se muestran las condiciones de contorno utilizadas. (B) Configuración deformada, el campo de desplazamiento ha sido magnificado por 20.

Fuente: Tesis de doctorado de Daniel Millán, 2012.

El campo de fase asume valores prácticamente constantes en el seno de cada fase. La evolución del campo de fase está gobernada por una EDP no lineal y a menudo de cuarto orden, definida en el espacio ambiente. Esta EDP cumple simultáneamente dos objetivos: (i) localiza los gradientes del campo de fase en la interfase y (ii) modeliza la mecánica de la interfase, es decir reemplaza las condiciones de contorno en los modelos de interfase abrupta (las cuales se aplican sobre la interfase) que implica conocer explícitamente la interfase en cada instante de la simulación. Una característica importante de los modelos de fase es que permiten recuperar los valores mecánicos en la interfase a medida que el parámetro que controla su rango de acción, parámetro de regularización, tiende a cero.

En la modelización de cáscaras delgadas se debe trabajar en un marco teórico de Kirchhoff–Love, lo cual conlleva la dificultad de tratar numéricamente con segundas derivadas del campo de desplazamiento en la forma débil. Por lo tanto, el método de Galerkin asociado a la forma débil del problema requiere utilizar funciones de

forma que sean continuas entre bordes de elementos, es decir C^1 . Esta dificultad se puede superar por medio de la discretización del campo director o a través de la introducción de grados de libertad de rotación extras (Bucalem y Bathe, 1993; Simo y Fox, 1989), o considerando formulaciones variacionales más elaboradas, tales como en los métodos de Galerkin discontinuos (Noels y Radovitzky, 2008; Noels, 2009; Becker et al., 2011). Por su simplicidad y elegancia, aquí nos centraremos en los métodos que dependen de funciones de forma suaves. Para ello interesa considerar aquellos métodos que poseen continuidad de orden superior, ya sea basados en superficies de subdivisión (Cirak y Ortiz, 2001; Cirak y Long, 2011), en análisis isogeométrico (Kiendl et al., 2009; Benson et al., 2010; Nguyen-Thanh et al., 2011), o en métodos sin malla (Krysl y Belytschko, 1996; Millán et al., 2011, 2013; Rosolen et al., 2013). Por su versatilidad para tratar superficies de topología y geometría compleja, y por su eficiencia derivada de su baja conectividad con nodos vecinos en este trabajo se emplearán superficies de subdivisión de Loop (Cirak y Long, 2011), es decir aquellas definidas en mallas de superficies triangulares.

La interacción entre la dirección de la fractura y la forma de la superficie sobre la que ésta se propaga es un problema que no ha sido estudiado en detalle, debido a las dificultades tanto desde el punto de vista de modelado como de su resolución computacional. No obstante, los recientes avances en modelos de cuarto orden de campo de fase, así como las actuales prestaciones computacionales permiten realizar estudios sistemáticos que han estado vedados hasta el presente. Por lo tanto, racionalizar los mecanismos de propagación de las fracturas en combinación con grandes deformaciones, y en presencia de un sustrato adherente constituyen en la actualidad un conjunto de problemas abiertos, que presentan importantes dificultades y oportunidades dado su gran campo de aplicación en la industria. En este trabajo se presentan recientes avances realizados en modelado y simulación de propagación cuasi-estática de fracturas en cáscaras delgadas frágiles, y adheridas o no a un sustrato rígido, por medio de un modelo de campo de fase de cuarto orden.

El presente trabajo está organizado de la siguiente manera. En la Sección 2 se presenta una breve descripción del modelo teórico que combina elasticidad dentro de un marco de Kirchoff-Love (estiramiento y flexión), modelado de la fractura por un campo de fase, y adhesión a un sustrato rígido mediante un modelo cohesivo. Los detalles de la implementación numérica al utilizar superficies de subdivisión son presentados sucintamente en la Sección 3, así como detalles de la resolución numérica mediante un enfoque escalonado de los sistemas de ecuaciones algebraicas resultantes de aplicar el método de Galerkin al discretizar la forma débil. La Sección 4 muestra una serie de resultados representativos de la flexibilidad, robustez y potencialidad del método presentado. Finalmente, nuestras observaciones y principales conclusiones son recolectadas en la Sección 5.

2 Modelo Teórico

El modelo utilizado consta de tres ingredientes: (i) cinemática de cáscaras delgadas, (ii) modelo de fractura utilizando un campo de fase, y (iii) adhesión a un sustrato rígido; los cuales se detallan brevemente a continuación.

2.1 Modelo elástico geoméricamente no lineal de cáscaras delgadas

En este apartado se realiza la descripción de la cinemática mediante un modelo geoméricamente no lineal de cáscaras delgadas, referido también como modelo de Koiter (Ciarlet, 2005). Este modelo se postula en un marco teórico de Kirchoff-Love (Cirak y Ortiz, 2001; Millán et al., 2011, 2013). En este contexto se establece que una línea material ortogonal a la superficie media, en la configuración no deformada, se mantiene recta, sin estirar y ortogonal a dicha superficie media durante la deformación. Esto implica que no se consideran los efectos de corte, una suposición adecuada en problemas de deformación de cáscaras muy delgadas, que evita el comúnmente conocido problema de bloqueo por corte.

Se emplea la convención estándar de índices latinos y griegos, en referencia a las coordenadas cartesianas y curvilíneas (i.e. $i=1,2,3$; $\alpha=1,2$). Una coma antes de un índice representa diferenciación parcial, mientras que subíndices se refieren a componentes covariantes, y superíndices denotan componentes contravariantes. La superficie media de la cáscara Ω , de espesor constante t , se parametriza mediante un mapeo φ del espacio paramétrico $\mathcal{A} \subset \mathbb{R}^2$ en \mathbb{R}^3 . Sea \mathbf{t} un campo de vectores unitarios (un campo de directores). El par (φ, \mathbf{t}) describe una configuración de la cáscara como un objeto tridimensional mediante el siguiente mapeo

$$\Phi(\xi) = \varphi(\xi^1, \xi^2) + \xi \mathbf{t}(\xi^1, \xi^2).$$

donde $\xi = \{\xi^1, \xi^2, \xi\}$, y $\xi = \xi^3$. Ver Figura 2 para una ilustración. Asumiendo que el espesor es uniforme, este mapeo toma valores en el cuerpo de referencia $\mathcal{A} \times [-t/2, t/2]$, lo que define la siguiente configuración actual de la cáscara

$$\mathcal{S} = \left\{ \mathbf{x} \in \mathbb{R}^3 \mid \mathbf{x} = \Phi(\xi), \quad -\frac{t}{2} \leq \xi \leq \frac{t}{2}, \quad (\xi^1, \xi^2) \in \mathcal{A} \right\}.$$

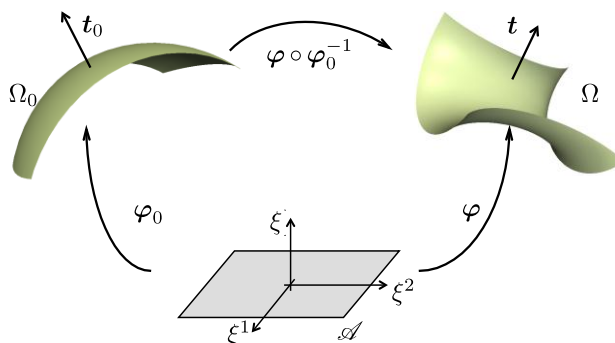


Figura 2: Configuraciones de referencia o no deformada, deformada y paramétrica de la superficie media de una cáscara delgada.

Fuente: Millán et al, 2011.

La deformación local se mide por medio del tensor de deformación de Green-Lagrange, el cual se expresa en términos de la diferencia entre los tensores métricos de las configuraciones de referencia (o no deformada) y deformada de la cáscara, es decir,

$$E_{ij} = \frac{1}{2} (\Phi_{,i} \cdot \Phi_{,j} - \Phi_{0,i} \cdot \Phi_{0,j}),$$

donde el subíndice 0 indica cantidades en la configuración no deformada; por ejemplo φ_0 parametriza la superficie media de referencia.

Aplicando las hipótesis cinemáticas de Kirchhoff-Love (Cirak y Ortiz, 2001; Millán et al., 2011), que se adaptan bien cuando la relación entre el grosor de la cáscara y su dimensión lateral característica es $\ll 1$, se obtiene que las únicas contribuciones que no son cero en el tensor de deformación de Green-Lagrange hasta el primer orden en t son

$$E_{\alpha\beta} = \varepsilon_{\alpha\beta} + \xi \rho_{\alpha\beta},$$

donde $\varepsilon_{\alpha\beta} = \frac{1}{2} (\varphi_{,\alpha} \cdot \varphi_{,\beta} - \varphi_{0,\alpha} \cdot \varphi_{0,\beta})$ es el tensor de membrana y $\rho_{\alpha\beta} = \varphi_{,\alpha} \cdot \mathbf{t}_{,\beta} - \varphi_{0,\alpha} \cdot \mathbf{t}_{0,\beta}$ es el tensor de flexión.

Las hipótesis cinemáticas de Kirchhoff-Love conducen a un modelo de láminas delgadas donde la deformación se expresa exclusivamente en términos de la cinemática de la superficie media. Por lo tanto, dada una lámina elástica la energía de deformación elástica es un funcional únicamente del mapeo de la configuración deformada, y se puede escribir en términos de la densidad de energía de deformación por unidad de área W como

$$\Pi_{\varepsilon_{i\alpha}}[\varphi] = \int_{\Omega_0} W(\varepsilon, \rho) d\Omega_0,$$

donde Ω_0 es la superficie media de referencia de la cáscara delgada. Generalmente, la no linealidad geométrica es mucho más importante que la no linealidad material en la mecánica de cáscaras delgadas. Por esta razón, en este trabajo se considera un modelo isotrópico de Kirchhoff-St. Venant como modelo material elástico (Millán et al., 2013).

Finalmente, para facilitar la implementación numérica es conveniente expresar las diferentes cantidades que intervienen en la notación de Voigt, la cual explota la simetría de los tensores involucrados. Utilizando esta notación es posible reescribir la energía elástica como

$$\Pi_{\varepsilon_{ia}}[\boldsymbol{\varphi}] = \int_{\mathcal{A}} \frac{1}{2} \left(\{\boldsymbol{\varepsilon}\}^T \{\mathbf{C}\} \{\boldsymbol{\varepsilon}\} + \frac{\nu^2}{12} \{\boldsymbol{\rho}\}^T \{\mathbf{C}\} \{\boldsymbol{\rho}\} \right) \bar{J}_0 d\xi^1 \xi^2,$$

donde

$$\{\boldsymbol{\varepsilon}\} = \begin{pmatrix} \varepsilon_{11} \\ \varepsilon_{22} \\ 2\varepsilon_{12} \end{pmatrix}, \quad \{\boldsymbol{\rho}\} = \begin{pmatrix} \rho_{11} \\ \rho_{22} \\ 2\rho_{12} \end{pmatrix}, \quad \bar{J}_0 = |\boldsymbol{\varphi}_{,1} \times \boldsymbol{\varphi}_{,2}|,$$

mientras que $\{\mathbf{C}\}$ es el tensor de elasticidad

$$\{\mathbf{C}\} = \frac{E}{(1-\nu^2)} \begin{pmatrix} (a_0^{11})^2 & \nu a_0^{11} a_0^{22} + (1-\nu)(a_0^{12})^2 & a_0^{11} a_0^{12} \\ \text{sim.} & (a_0^{22})^2 & a_0^{22} a_0^{12} \\ & & \frac{1}{2} [(1-\nu)a_0^{11} a_0^{22} + (1+\nu)(a_0^{12})^2] \end{pmatrix},$$

siendo E el módulo de Young y ν el parámetro de Poisson, mientras que $(a_0)_{\alpha\beta} = \boldsymbol{\varphi}_{0,\alpha} \cdot \boldsymbol{\varphi}_{0,\beta}$ es el tensor métrico en la configuración de referencia tal que $a_0^{\alpha\gamma} (a_0)_{\beta\delta} = \delta_{\beta\delta}^{\alpha\gamma}$ (delta de Kronecker).

2.2 Modelado de fractura frágil mediante campo de fase

La modelización por campos de fase es una técnica ampliamente utilizada en física y en ciencia de materiales (Jacqmin, 1999; Boettinger et al., 2002; Singer-Loginova y Singer, 2008; Abdollahi y Arias, 2011; Abdollahi et al., 2015). En los modelos de campo de fase, un parámetro de orden escalar (el campo de fase) es definido en todo el dominio donde asume valores prácticamente constantes variando de manera suave pero abrupta en una zona delgada, definiendo de esta forma la interfase difusa cuyo espesor se modula por un parámetro de regularización κ .

Los modelos de campo de fase no presentan dificultades para tratar la nucleación o generación de nuevas interfases, y la propagación de interfases de topología compleja (p. ej. ramificación de fisuras), mientras que estos fenómenos no pueden ser capturados en modelos de interfase abrupta. Los modelos de campos de fase permiten el acoplamiento de forma sencilla de diversos fenómenos que transcurren en el medio ambiente (fluidos, sólidos, difusión), lo que facilita su integración en códigos para cálculo en paralelo obteniendo buena escalabilidad. No obstante, esta técnica presenta dos importantes limitaciones para su aplicación: (i) no siempre es posible codificar un modelo de interfase abrupta en uno de campo de fase, es decir traducir las condiciones de contorno a una EDP, (ii) los problemas modelados mediante campo de fase precisan de cálculos intensivos, lo que limita su aplicación a plataformas computacionales con ordenadores de altas prestaciones.

En el caso de propagación de fracturas en materiales frágiles, por medio de modelos de campo de fase, se utilizan modelos regularizados (Bourdin et al., 2000; Bourdin, 2007; Bourdin et al., 2008) de la teoría obtenida por medio de una aproximación variacional propuesta por Francfort y Marigo (1998). Mediante este formalismo es posible obtener, de manera natural, la evolución quasi-estática de la fractura como resultado de un problema de minimización en el que intervienen la energía de deformación elástica y la disipada por la fractura. En la aproximación regularizada de rotura frágil, las fracturas son representados por una variable de campo de fase ϕ , que es 0 en el interior de una zona agrietada, y 1 lejos de la grieta.

En el presente contexto, se describe ϕ como un campo escalar sobre la superficie media de la cáscara no deformada Ω_0 , suponiendo implícitamente que el campo de fase es constante en todo el espesor de la lámina delgada. Físicamente, esto implica que el modelo es apto para modelar fisuras en cáscaras muy delgadas, pero puede no ser adecuado para cáscaras más gruesas que se agrieten progresivamente bajo flexión o donde el resultado pueda depender de la estructura del frente de la grieta a través del espesor. A pesar de estas limitaciones, vamos a explorar un modelo de este tipo, donde el campo de fase está acoplado con la energía elástica a través de un funcional modificado de la energía elástica

$$\Pi_{sila}[\varphi] = \int_{\Omega_0} \phi^2 W(\varepsilon, \rho) d\Omega_0.$$

El otro ingrediente, en un modelo de campo de fase de rotura frágil, es un funcional que aproxima la longitud de la fractura. Aquí se considera un modelo de campo de fase de cuarto orden propuesto recientemente (Borden et al., 2014), el cual es reformulado en la superficie media de la cáscara delgada en su configuración no deformada como

$$\Pi_{frac}[\phi] = \int_{\Omega_0} G_c t \left[\frac{(1-\phi)^2}{4\kappa} + \frac{\kappa}{2} |\nabla_s \phi|^2 + \frac{\kappa^3}{4} (\Delta_s \phi)^2 \right] d\Omega_0,$$

donde G_c es la tasa de liberación de energía crítica, y ∇_s y Δ_s son los operadores gradiente y Laplaciano de superficie definidos sobre la superficie media no deformada. Como se mencionó anteriormente, el parámetro de regularización κ define el ancho de la interfase difusa, lo que implica que su valor está en relación con el tamaño h de la malla utilizada para la resolución numérica.

Aunque aún no se ha establecido formalmente la convergencia de este modelo de cuarto orden a la teoría de Griffith, recientes investigaciones numéricas han proporcionado pruebas de que posee mejor precisión y tasa de convergencia que un modelo de segundo orden para valores computacionalmente realizables de κ (Amiri et al., 2016). Finalmente, en la teoría Kirchhoff-Love, las ecuaciones que rigen la deformación de la cáscara delgada son de cuarto orden, lo que es resuelto mediante el uso de aproximantes suaves de superficies de subdivisión. Por lo tanto, para tratar tanto el campo de fase y el modelo de cáscara delgada se emplean aproximantes de superficies de subdivisión.

2.3 Adhesión a un sustrato rígido

La interacción adhesiva entre la cáscara delgada y el sustrato rígido se trata por medio de un modelo de zona cohesiva sobre la base de un potencial exponencial (Xu y Needleman, 1994). En este modelo, la energía de adhesión se expresa sobre una superficie curva (Li et al., 2016) como

$$\Pi_{adh}[\varphi] = \int_{\Omega_0} \Phi_n \left[1 - \left(1 + \frac{\Delta_n}{\delta_n} \right) \exp \left(-\frac{\Delta_n}{\delta_n} - \frac{\Delta_t^2}{\delta_t^2} \right) \right] d\Omega_0,$$

donde Φ_n es la energía de adhesión de la interfase por unidad de área, y δ_n y δ_t son las longitudes de las escalas características en la dirección normal y tangencial. Mientras que Δ_n y Δ_t son las componentes normal y tangencial del desplazamiento a través de la interfaz. Para una lámina fina adherida a una superficie curva, Δ_n y Δ_t se calculan mediante la proyección del desplazamiento de la superficie media $\mathbf{u} = \varphi - \varphi_0$, en las direcciones normal y tangencial, $\Delta_n = \mathbf{u} \cdot \mathbf{n}$ y $\Delta_t = |\mathbf{u} - (\mathbf{u} \cdot \mathbf{n})\mathbf{n}|$.

2.4 Modelo de campo de fase de fractura para láminas delgadas frágiles y adheridas

Si se colectan los ingredientes descritos en las subsecciones anteriores, es posible expresar la energía total de una lámina delgada presumiblemente fracturada y adherida a un sustrato como

$$\Pi_{tot}[\varphi, \phi] = \Pi_{frac}[\phi] + \Pi_{sila}[\varphi, \phi] + \Pi_{adh}[\varphi].$$

La minimización del funcional anterior, con respecto a φ y ϕ , sujeto a condiciones de contorno de Dirichlet y de irreversibilidad de las fisuras creadas (no se reparan), proporciona una aproximación válida al modelo generalizado de fractura frágil de Griffith de cáscaras delgadas y adheridas, en grandes deformaciones (geoméricamente no lineal).

3 Implementación Numérica

Debido a que la energía total implica el cálculo de derivadas de segundo orden, tanto para el cálculo de la deformación de la cáscara φ como del campo de fase ϕ , es necesario un esquema de aproximación cuya continuidad debe ser C^1 en aras de utilizar un enfoque de discretización de Galerkin sencillo. Para ello se emplean elementos finitos de superficies de subdivisión (Cirak et al., 2000; Cirak y Ortiz, 2001; Cirak y Long, 2011) para aproximar φ y ϕ . Además, se sigue un enfoque de Lagrange, utilizando el mismo espacio de

funciones base para las configuraciones de referencia y deformada. Sea φ_0 el mapeo de la configuración no deformada de la superficie media, definida sobre el espacio paramétrico \mathcal{A} , el cual se representa de forma numérica como

$$\varphi_{0h}(\xi^1, \xi^2) = \sum_{\alpha=1}^N B_{\alpha}(\xi^1, \xi^2) \varphi_{0\alpha},$$

donde $B_{\alpha}(\xi^1, \xi^2)$ son las funciones base de los elementos finitos de superficies de subdivisión, N el número de nodos de la malla, y $\varphi_{0\alpha}$ la posición en el espacio tridimensional del α -ésimo punto de control que define la superficie media de la cáscara no deformada. Del mismo modo, la configuración deformada y el campo de fase son discretizados como

$$\varphi_h(\xi^1, \xi^2) = \sum_{\alpha=1}^N B_{\alpha}(\xi^1, \xi^2) \varphi_{\alpha},$$

$$\phi_h(\xi^1, \xi^2) = \sum_{\alpha=1}^N B_{\alpha}(\xi^1, \xi^2) \phi_{\alpha}.$$

Insertando las relaciones anteriores de φ_h y ϕ_h en $\Pi_{\text{tot}}[\varphi, \phi]$ se obtiene la función de la energía total expresada en términos de las variables nodales φ_{α} y ϕ_{α} , $\alpha = 1, 2, \dots, N$. Esta energía se minimiza con respecto a los grados de libertad, dados por la deformación y el campo de fase, mediante un algoritmo de minimización escalonado (Bourdin, 2007; Bourdin et al., 2008). En cada incremento de carga, la energía se minimiza en primer lugar con respecto a φ_{α} , mientras se congela el campo de fase, usando el método de Newton-Raphson combinado con un método de búsqueda lineal (Millán et al., 2013). Luego se minimiza con respecto a ϕ_{α} , manteniendo fijos los valores de la deformación en cada nodo, lo cual implica resolver un sistema lineal. Este procedimiento se repite hasta alcanzar el criterio de convergencia, luego se realiza el siguiente incremento de carga y se repite el proceso.

Para hacer cumplir la condición de irreversibilidad se introduce la historia del campo de deformación, propuesto por Miehe et al. (2010). Para asegurar que el perfil de campo de fase está suficientemente resuelto por la malla, se exige que la longitud κ de regularización sea lo suficientemente grande en comparación con el tamaño de malla h (al menos en la región donde se espera que las fisuras se propaguen). Como resultado de extensas pruebas numéricas (Amiri et al., 2016; Millán et al., 2016), se sabe que es necesario cumplir la condición $\kappa \geq 2h$. Del mismo modo, la discretización necesita resolver las longitudes características del modelo cohesivo, lo que requiere que $\delta_n \geq 2h$ y $\delta_t \geq 2h$ (Li et al., 2016).

4 Resultados

4.1 Competencia entre propagación de fractura y pandeo

En este ejemplo se reproducen algunos resultados obtenidos recientemente por Millán et al. (2016), el cual estudia la competencia de modos de fallo de fractura y pandeo, en cáscaras cilíndricas delgadas y frágiles a medida que aumenta su tenacidad. Como se puede apreciar en la Figura 3, es posible obtener una relación analítica adimensional equiparando resultados conocidos de valores de momento de torsión críticos para fractura y pandeo (Millán et al., 2016). La validez de la predicción ha sido corroborada por medio de simulaciones computacionales basadas en el modelo expuesto en este trabajo, ver Figura 3.

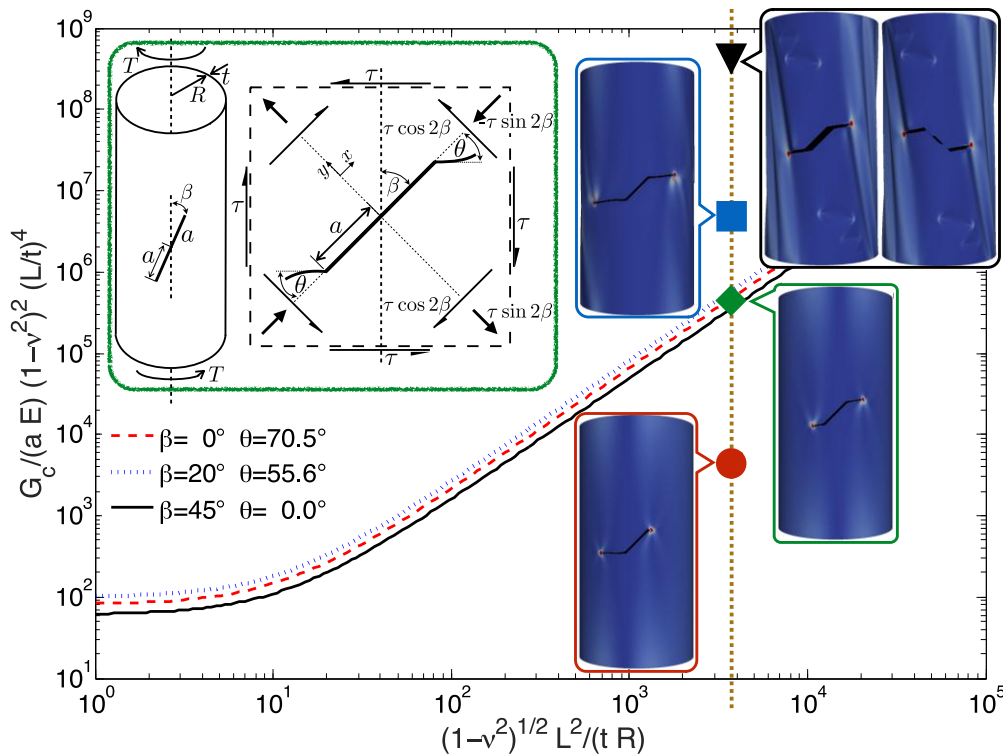


Figura 3: Competencia entre modos de falla (fractura vs pandeo) en una cáscara cilíndrica frágil simplemente soportada en sus extremos sometida a torsión (Millán et al., 2016). En la figura se representan las curvas que delimitan la transición entre estos estados de falla de acuerdo a los parámetros geométricos, materiales, y del ángulo y longitud de la fractura inicial. En particular es posible observar que dada una cáscara cilíndrica con geometría constante, con una fractura inicial $\beta = 45^\circ$, es posible observar la transición desde un fallo por propagación de fractura a otro donde antes ocurre el pandeo de la estructura, esto se logra modulando la relación adimensional $G_c/(tE)$ desde 10^{-7} a 10^{-2} (desde abajo hacia arriba).

Fuente: Millán et al., 2016.

4.2 Desgarro espiral

En este ejemplo se considera una configuración en la que se propaga una fisura en espiral, la cual se obtiene al tirar de una solapa de forma perpendicular al plano de la lámina delgada (Romero et al., 2013). Se considera una lámina delgada con un orificio situado en el centro, con condiciones de contorno de tracción libre sobre el borde del agujero circular y sujeta en el contorno exterior. Inicialmente cuenta con una pequeña solapa, formada por un corte tangente al orificio circular. La solapa se tira verticalmente (perpendicular al plano) para propagar la fisura, ver Figura 4. La deformación final resultante de la propagación de la fisura en espiral se puede observar en la Figura 4.

El proceso de fractura está regido por la competencia entre la energía elástica (flexión y estiramiento) concentrada en el plegado resultante con forma de pino, que conecta la solapa con la lámina delgada, y la energía de fractura. Los experimentos realizados por Romero et al. (2013) muestran que las trayectorias de las fisuras se aproximan a una espiral logarítmica, lo cual también es observado en las simulaciones numéricas realizadas por nuestro grupo, ver Figura 4. Para validar esta observación se ha medido la trayectoria espiral de la fisura en coordenadas polares (r, θ) , véase la Figura 4 (abajo-izquierda), y la gráfica de $\theta(r)$ en la Figura 4 (abajo-derecha). La gráfica en escala semi-logarítmica de la Figura 4 muestra que el camino que realiza la fisura puede ser aproximadamente descrito por una espiral logarítmica, lo cual es consistente con los experimentos.

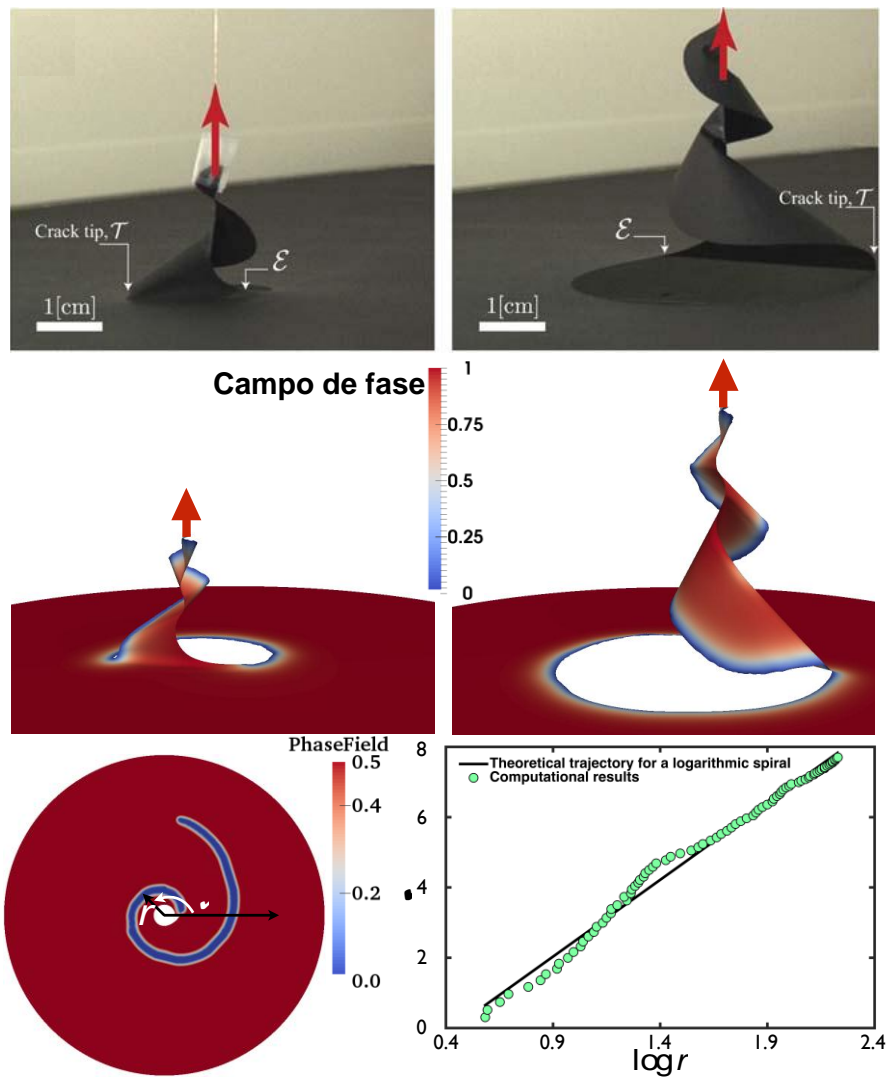


Figura 4: Si bien los experimentos retratan fenómenos mecánicos muy ricos, comúnmente no pueden identificar con precisión los principios básicos que rigen la evolución de las fisuras por un dado camino. (Arriba) Resultados experimentales obtenidos por (Romero et al., 2013), al tirar de una porción de una lámina de polipropileno se genera una fractura en forma de espiral. (Centro y Debajo) Resultados obtenidos mediante simulaciones realizadas con códigos fuente y modelos desarrollados en nuestro grupo, el mapa de colores describe el campo de fase. La estructura que se genera con forma de pino, es producida por los giros de la tira liberada a lo largo de la dirección de la fuerza aplicada.

Fuentes: Romero et al., 2013; Li et al., 2016.

4.3 Interacción entre la forma de la cáscara delgada y la fractura

Utilizando el enfoque descrito en el presente trabajo, se examina el efecto de las características geométricas de una placa plana levemente ondulada, con una pre-fractura (ver Figura 5). En estas simulaciones, los límites superior e inferior de la placa son desplazadas de forma incremental en un modo de apertura (Li et al., 2016).

Las simulaciones muestran que la textura puede atraer y detener la propagación de fisuras. A nivel estructural, la presencia de las protuberancias disminuye la rigidez de la placa, pero mejora considerablemente la disipación de energía de falla, como se muestra en las curvas de fuerza - desplazamiento.

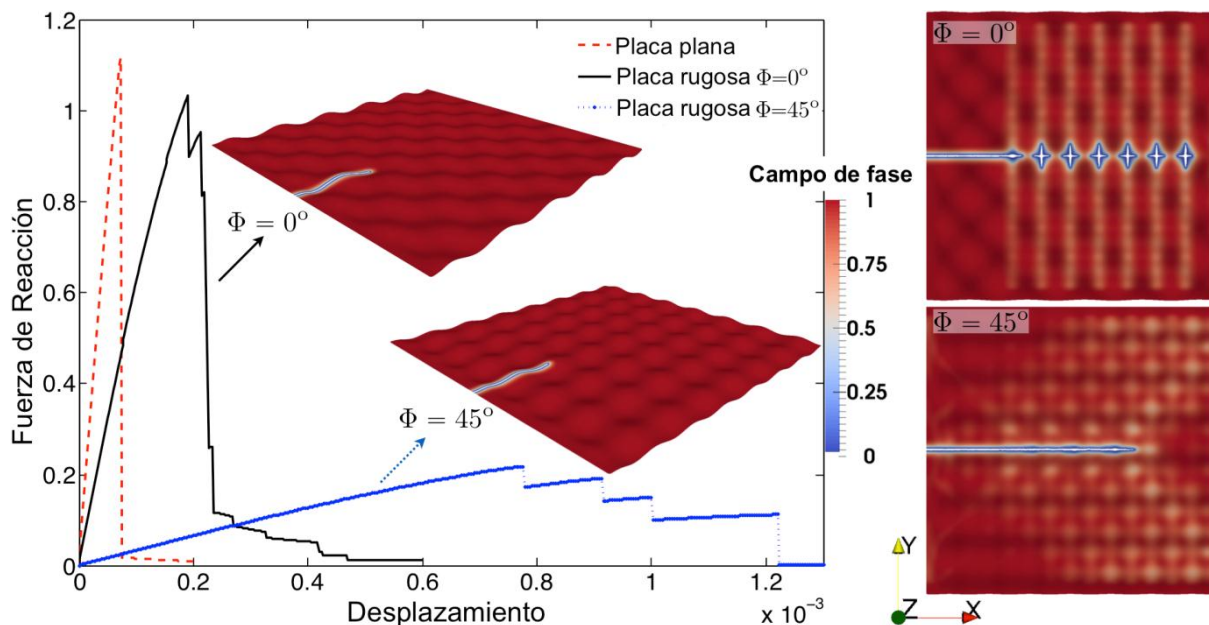


Figura 5: La forma de las cáscaras delgadas puede contribuir a incrementar la resistencia a la propagación de la fractura, produce un incremento de la tenacidad efectiva del material (Li et al., 2016). Es evidente de las curvas de fuerza de reacción en función del desplazamiento aplicado, que la textura de la lámina delgada induce un aumento de la tenacidad aparente del material debido al acoplamiento entre la forma y las deformaciones mecánicas, por medio de un mecanismo de disipación de energía complejo. El mapa de colores describe el campo de fase.

4.4 Película adherida a un sustrato rígido con curvatura negativa

Experimentos realizados por Kruglova et al. (2011) han mostrado que la geometría del sustrato adherente puede controlar la forma en que se propagan las rasgaduras de láminas delgadas. Considere una lámina delgada adherida a un sustrato rígido y cilíndrico, la misma tiene dos grietas paralelas tal que forman una solapa de la cual se tira, entonces se desea conocer si los caminos de estas fisuras convergen o divergen en función de la curvatura del sustrato cilíndrico.

Por simplicidad se reproducen en la Figura 6 los resultados del experimento de desgarro de láminas delgadas adheridas sobre sustratos cilíndricos con curvatura negativa. Para una completa referencia y detalles de los parámetros utilizados el lector interesado puede consultar el artículo de Li et al. (2016).

Los caminos convergentes/divergentes de fisuras, observados en las simulaciones realizadas, cuando se consideran sustratos negativamente/positivamente curvados están en buen acuerdo con las observaciones experimentales de Kruglova et al. (2011). Por otra parte, a diferencia del caso plano, simulaciones y experimentos muestran que la trayectoria de la grieta se desvía significativamente de un camino recto sobre sustratos curvos (Li et al., 2016).

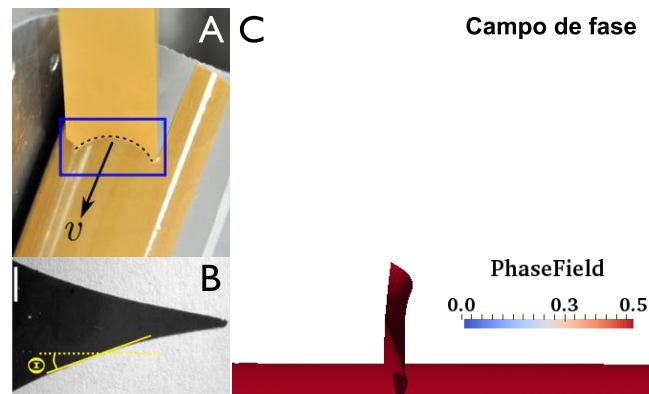


Figura 6: Película adherida a una superficie con curvatura negativa (cilindro) produce fisuras convergentes. (A-B) Resultados experimentales presentados en (Kruglova et al., 2011). (C) Resultados obtenidos mediante simulaciones realizadas con códigos fuente y modelos desarrollados en nuestro grupo, el mapa de colores describe el campo de fase.

Fuentes: Kruglova et al., 2011; Li et al., 2016.

5 Conclusiones

En este trabajo se han presentado los avances realizados actualmente en modelado y simulación de la propagación de fracturas en cáscaras delgadas de materiales frágiles, mediante métodos de campo de fase. En el contexto actual, de un cada vez mayor poder computacional, se espera lograr desarrollar herramientas eficientes, robustas y versátiles en el diseño de componentes y dispositivos en ingeniería y ciencias aplicadas. En estructuras esbeltas existen principalmente dos modos de fallo que interesa analizar y racionalizar de cara a un diseño robusto: fractura y pandeo. Mientras que la propagación de fracturas en láminas adheridas a sustratos rígidos posee un amplio interés en la industria, p. ej. el abre fácil en la industria del empaquetamiento sumado al cada vez mayor y versátil desarrollo de nuevos materiales.

La descripción del problema presentado involucra EDPs de cuarto orden, lo que imposibilita su resolución mediante el empleo de técnicas clásicas de discretización tales como el Método de Elementos Finitos (MEF) con funciones de forma basadas en polinomios cuya continuidad entre bordes de elemento es C^0 . La manipulación de este tipo de problemas requiere trabajar en áreas diversas tales como métodos numéricos avanzados, mecánica de sólidos, geometría diferencial, técnicas de optimización no lineal y programación en lenguajes de memoria compartida/distribuida. Todo esto dificulta su abordaje a usuarios no especializados, por lo que contar con una herramienta que permita facilitar la resolución de estos problemas se torna de suma importancia especialmente cuando se requieren emplear técnicas avanzadas de discretización como en el análisis de la generación y propagación de fracturas en grandes deformaciones de cáscaras delgadas cuya superficie está descrita de forma implícita.

Referencias Bibliográficas

ABDOLLAHI, A., ARIAS, I., 2011. Phase-field modeling of the coupled microstructure and fracture evolution in ferroelectric single crystals. *Acta Materialia*, Vol. 59(12), 4733–4746.

ABDOLLAHI, A., D. MILLÁN, PECO, C., ARIAS, I., ARROYO, M., 2015. Revisiting pyramid compression to quantify flexoelectricity: A three-dimensional simulation study. *Physical Review B*, Vol. 91, 104103.

AMIRI, F., MILLÁN, D., ARROYO, M., SILANI, M., RABCZUK, T., 2016. Fourth order phase-field model for local max-ent approximants applied to crack propagation. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, DOI 10.1016/j.cma.2016.02.011.

AMIRI, F., MILLÁN, D., SHEN, Y., RABCZUK, T., ARROYO, M., 2014. Phase-field modeling of fracture in linear thin shells. *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, Vol. 69, 102–109.

- AREIAS, P. AND BELYTSCHKO, T. 2005. Non-linear analysis of shells with arbitrary evolving cracks using xfem, *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, Vol. 62(3), 384–415.
- AREIAS, P., BELYTSCHKO, T., 2006. Analysis of finite strain anisotropic elastoplastic fracture in thin plates and shells. *Journal of Aerospace Engineering*, Vol. 19(4), 259–270.
- ARROYO, M., BELYTSCHKO, T., 2004. Finite element methods for the non-linear mechanics of crystalline sheets and nanotubes. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, Vol. 59(3), 419–456.
- BAIZ, P., NATARAJAN, S., BORDAS, S., KERFRIDEN, P., RABCZUK, T., 2011. Linear buckling analysis of cracked plates by sfem and xfem (smxfem). *Journal of Mechanics of Materials and Structures*, Vol. 9, 1213–1238.
- BAYART, E., BOUDAOU, A., ADDA-BEDIA, M., 2010. On the tearing of thin sheets. *Engineering Fracture Mechanics*, Vol. 77 (11), 1849–1856.
- BAYART, E., BOUDAOU, A., ADDA-BEDIA, M., 2011. Finite-distance singularities in the tearing of thin sheets. *Physical Review Letters*, Vol. 106 (19), 194301.
- BECKER, G., GEUZAIN, C., NOELS, L., 2011. A one field full discontinuous galerkin method for kirchhoff–love shells applied to fracture mechanics. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol. 200(45–46), 3223–3241.
- BECKER, G., NOELS, L., 2013. A full-discontinuous galerkin formulation of nonlinear kirchhoff–love shells: elasto- plastic finite deformations, parallel computation, and fracture applications. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, Vol. 93(1), 80–117.
- BENSON, D., BAZILEVS, Y., HSU, M., HUGHES, T., 2010. Isogeometric shell analysis: The reissner–mindlin shell. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol. 199(5–8), 276–289.
- BOETTINGER, W. J., WARREN, J. A., BECKERMANN, C., KARMA, A., 2002. Phase-field simulation of solidification. *Annual Review of Materials Research*, Vol. 32, 163–194.
- BORDEN, M. J., HUGHES, T. J. R., LANDIS, C. M., VERHOOSSEL, C. V., 2014. A higher-order phase-field model for brittle fracture: Formulation and analysis within the isogeometric analysis framework. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol. 273, 100–118.
- BOURDIN, B., 2007. Numerical implementation of the variational formulation for quasi-static brittle fracture. *Interfaces and Free Boundaries*, Vol. 9 (3), 411–430.
- BOURDIN, B., FRANCFORT, G. A., MARIGO, J. J., 2000. Numerical experiments in revisited brittle fracture. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, Vol. 48 (4), 797–826.
- BOURDIN, B., FRANCFORT, G. A., MARIGO, J. J., 2008. The variational approach to fracture. *Journal of Elasticity*, Vol. 91 (1-3), 5–148.
- BRAU, F., 2014. Tearing of thin sheets: Cracks interacting through an elastic ridge. *Physical Review E*, Vol. 90 (6), 062406.
- BUCALEM, M. L., BATHE, K.-J., 1993. Higher-order mitc general shell elements. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, Vol. 36(21), 3729–3754.
- CHAU-DINH, T., ZI, G., LEE, P.-S., RABCZUK, T., SONG, J.-H., 2012. Phantom-node method for shell models with arbitrary cracks. *Computers and Structures*, Vol. 92–93(0), 242 – 256.
- CHEN, L., RABCZUK, T., BORDAS, S., LIU, G., ZENG, K., KERFRIDEN, P., 2012. Extended finite element method with edge-based strain smoothing (esm-xfem) for linear elastic crack growth. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol. 209-212, 250–265.
- CIARLET, P. G., 2005. An introduction to differential geometry with applications to elasticity. *Journal of Elasticity*, Vol. 78 (1-3), 1–215.

- CIRAK, F., LONG, Q., 2011. Subdivision shells with exact boundary control and non-manifold geometry. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, Vol. 88 (9), 897–923.
- CIRAK, F., ORTIZ, M., 2001. Fully C1-conforming subdivision elements for finite deformation thin-shell analysis. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, Vol. 51 (7), 813–833.
- CIRAK, F., ORTIZ, M., SCHRODER, P., 2000. Subdivision surfaces: a new paradigm for thin-shell finite-element analysis. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, Vol. 47 (12), 2039–2072.
- DOLBOW, J., MÖS, N., BELYTSCHKO, T., 1999. Modeling fracture in Mindlin-Reissner plates with the extended finite element method. *International Journal of Solids and Structures*, Vol. 37, 7161–7183.
- FRANCFORT, G. A., MARIGO, J. J., 1998. Revisiting brittle fracture as an energy minimization problem. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, Vol. 46 (8), 1319–1342.
- HAMM, E., REIS, P., LEBLANC, M., ROMAN, B., CERDA, E., 2008. Tearing as a test for mechanical characterization of thin adhesive films. *Nature Materials*, Vol. 7 (5), 386–390.
- JACQMIN, D., 1999. Calculation of two-phase Navier–Stokes flows using phase-field modeling. *Journal of Computational Physics*, Vol. 155(1), 96–127.
- KIENDL, J., BLETZINGER, K.-U., LINHARD, J., WÜCHNER, R., 2009. Isogeometric shell analysis with Kirchhoff–Love elements. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol. 198(49–52), 3902–3914.
- KRUGLOVA, O., BRAU, F., VILLERS, D., DAMMAN, P., 2011. How geometry controls the tearing of adhesive thin films on curved surfaces. *Physical Review Letters*, Vol. 107 (16), 164303.
- KRYSL, P., BELYTSCHKO, T., 1996. Analysis of thin shells by the element-free Galerkin method. *International Journal of Solids and Structures*, Vol. 33(20–22), 3057–3078.
- LI, B., PECO, C., MILLÁN, D., ARIAS, I., ARROYO, M., 2015. Phase-field modeling and simulation of fracture in brittle materials with strongly anisotropic surface energy. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, Vol. 102 (3-4), 711–727.
- LI, B., TORRES-SÁNCHEZ, A., MILLÁN, D., ARROYO, A., 2016. Towards understanding the effect of geometry on fracture in thin elastic shells. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, *en preparación*.
- LI, B., MILLÁN, D., ROMAN, B., ARROYO, A., 2016. The variational model to fracture of tearing brittle thin sheets. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, *enviado*.
- MIEHE, C., HOFACKER, M., WELSCHINGER, F., 2010. A phase field model for rate-independent crack propagation: Robust algorithmic implementation based on operator splits. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol. 199 (45), 2765–2778.
- MILLÁN, D., ROSOLEN, A., ARROYO, M., 2011. Thin shell analysis from scattered points with maximum-entropy approximants. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, Vol. 85 (6), 723–751.
- MILLÁN, D., ROSOLEN, A., ARROYO, M., 2013. Nonlinear manifold learning for meshfree finite deformations thin shell analysis. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, Vol. 93 (7), 685–713.
- MILLÁN, D., LI B., TORRES-SÁNCHEZ, A., ARROYO, M., 2016. Higher-order phase-field modeling of fracture in geometrically nonlinear Kirchhoff-Love shells. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, *enviado*.
- NATARAJAN, S., BAIZ, P., BORDAS, S., RABCZUK, T., KERFRIDEN, P., 2011. Natural frequencies of cracked functionally graded material plates by the extended finite element method. *Composite Structures*, Vol. 93(11), 3082–3092.

- NGUYEN-THANH, N., KIENDL, J., NGUYEN-XUAN, H., WÜCHNER, R., BLETZINGER, K., BAZILEVS, Y., RABCZUK, T., 2011. Rotation free isogeometric thin shell analysis using pht-splines. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol. 200(47–48), 3410–3424.
- NOELS, L., 2009. A discontinuous galerkin formulation of non-linear kirchhoff–love shells. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, Vol. 78(3), 296–323.
- NOELS, L., RADOVITZKY, R., 2008. A new discontinuous Galerkin method for Kirchhoff–Love shells. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol. 197(33–40), 2901–2929.
- RABCZUK, T., 2013. Computational methods for fracture in brittle and quasi-brittle solids: State-of-the-art review and future perspectives. *ISRN Applied Mathematics 2013*, Vol. 38.
- RABCZUK, T., AREIAS, P., 2006. A meshfree thin shell for arbitrary evolving cracks based on an extrinsic basis. *Computer Modeling in Engineering and Sciences*, Vol. 16(2), 115–130.
- RABCZUK, T., AREIAS, P., BELYTSCHKO, T., 2007. A meshfree thin shell method for non-linear dynamic fracture. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, Vol. 72(5), 524–548.
- RABCZUK, T., BELYTSCHKO, T., 2004. Cracking particles: a simplified meshfree method for arbitrary evolving cracks. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, Vol. 61(13), 2316–2343.
- RABCZUK, T., BELYTSCHKO, T., 2007. A three-dimensional large deformation meshfree method for arbitrary evolving cracks. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol. 196(29–30), 2777 – 2799.
- RABCZUK, T., GRACIE, R., SONG, J.-H., BELYTSCHKO, T., 2010. Immersed particle method for fluid–structure interaction. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, Vol. 81(1), 48–71.
- ROMAN, B., 2013. Fracture path in brittle thin sheets: a unifying review on tearing. *International Journal of Fracture*, Vol. 182 (2), 209–237.
- ROMERO, V., ROMAN, B., HAMM, E., CERDA, E., 2013. Spiral tearing of thin films. *Soft Matter*, Vol. 9 (34), 8282–8288.
- ROSOLEN, A., D. MILLÁN, ARROYO, M., 2013. Second order convex maximum entropy approximants with applications to high order PDE. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, Vol. 94(2), 150–182.
- SEN, D., NOVOSELOV, K., REIS, P., BUEHLER, M., 2010. Tearing graphene sheets from adhesive substrates produces tapered nanoribbons. *Small*, Vol. 6(10), 1108–1116.
- SIMO, J., FOX, D., 1989. On a stress resultant geometrically exact shell model. Part I: Formulation and optimal parametrization. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol. 72, 267–304.
- SINGER-LOGINOVA, I., SINGER, H. M., 2008. The phase field technique for modeling multiphase materials', *Reports on Progress in Physics*, Vol. 71(10), 106501.
- TAKEI, A., ROMAN, B., BICO, J., HAMM, E., MELO, F., 2013. Forbidden directions for the fracture of thin anisotropic sheets: An analogy with the wulff plot. *Physical Review Letters*, Vol. 110, 144301.
- WU, S., LI, G., BELYTSCHKO, T., 2005. A DKT shell element for dynamic large deformation analysis. *Communications in Numerical Methods in Engineering*, Vol. 21(11), 651–674.
- XU, X. P., NEEDLEMAN, A., 1994. Numerical simulations of fast crack growth in brittle solids. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, Vol. 42 (9), 1397–1434.
- ZHUANG, X., HUANG, R., ZHU, H., ASKES, H., MATHISEN, K., 2013. A new and simple locking-free triangular thick plate element using independent shear degrees of freedom. *Finite Elements in Analysis and Design*, Vol. 75, 1–7.

ÁREA GESTIÓN DE PROYECTOS

Trabajos Completos

1TC-A8-Processo de Tomada de Decisão para a Execução de Obras de Construção Civil: Categorização e Fatores de Influência

Tiago Alves Cardoso
(tiagoacard@gmail.com, PPGCEC-UFPR)

Adriana de Paula Lacerda Santos
(adrianapls1@gmail.com, PPGCEC-UFPR)

Resumo

O estudo de viabilidade de um empreendimento é fundamental para o seu sucesso. Entretanto, muitas vezes é uma etapa negligenciada ou conduzida de forma inadequada. Torna-se essencial buscar um conjunto de conceitos a serem utilizados na prática e a definição de critérios para a tomada de decisão neste processo. Este estudo visa, por meio de uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), determinar os fatores de influência no processo de tomada de decisão para a execução de obras de construção civil. Para tanto, foi realizada uma busca sistemática em 04 bases de dados (Scopus, Science Direct, Portal Capes Periódicos e Google Acadêmico), a qual resultou em 10 estudos relevantes, os quais apresentaram as variáveis que devem ser consideradas e o impacto das mesmas. Foi proposto uma categorização e organizados os seus respectivos fatores responsáveis pela decisão, totalizando 36 condicionantes. Os resultados apontam a alta relevância dos fatores econômicos para a viabilidade de um empreendimento na construção civil.

Palavras chaves: *Crítérios. Tomada de Decisão. Execução de Obras. Construção Civil.*

1 Introdução

O contexto do processo de tomada de decisão para a execução de um empreendimento além de ser decisivo, é predominante a existência do risco, o qual se apresenta sob diferentes maneiras: percepção equivocada das necessidades, falta de planejamento, interferência de fatores econômicos, sociais e ambientais, entre outros.

O processo decisório consiste em um processo de pensamento e ação que culminará com uma escolha. Pode ser caracterizado como um processo dinâmico, por meio do qual o gerente determina atividades ou a transformação das mesmas dentro de uma organização (BRAGA, 1988).

Os gerentes estão sendo pressionados a tomarem decisões em uma velocidade cada vez maior, sendo que muitas vezes não conseguem visualizar a dimensão das conseqüências. Evidencia-se dessa forma a importância do estabelecimento de critérios, de forma que se faça uso das informações de forma eficiente, visando tornar o processo mais transparente e facilitando a resolução.

O atual contexto econômico do país exige que as atividades de construção civil busquem a qualidade e o menor custo. Uma obra para ser acertadamente executada e gerar lucros para construtora ou gerar bem estar social, no caso de uma obra pública, necessita, antes de tudo, de uma ponderação criteriosa dos fatores intervenientes durante o planejamento estratégico do empreendimento.

Corrêa (2005) afirma que na gestão de projetos, os mesmos são planejados e executados seguindo um processo sistemático. Um projeto pode ser entendido como um conjunto único de atividades inter-relacionadas, estudadas a fim de se produzir um resultado definido (especificação de qualidade), dentro de um prazo (especificação de tempo) utilizando uma alocação específica de recursos (especificação de custo).

O estudo dos fatores que influenciam a priorização de projetos, poderá auxiliar na estruturação do problema e fornecer condições de incorporar ao processo de decisão aspectos de natureza diferentes: sociais, ambientais e econômicas.

A proposta de busca dos fatores de influência para a decisão de execução de obras de construção civil visa explicitar os aspectos que os decisores devem julgar como mais importantes, trazendo entendimento do contexto decisório, de forma a possibilitar a identificação da viabilidade de um empreendimento. Assim, o planejamento passa a contar com informações precisas com objetivos bem definidos.

Diante disso, este artigo apresenta uma revisão sistematicamente da literatura sobre o processo de tomada de decisão para a execução de obras de construção civil, de maneira a elaborar uma estruturação de categorias e fatores responsáveis pela execução desses empreendimentos. Os resultados gerados poderão subsidiar a estratégia funcional, com a geração de vantagens competitivas para as organizações do setor de construção civil.

2 Método de pesquisa

A revisão bibliográfica é importante para definir a linha limítrofe da pesquisa que se deseja desenvolver, considerando uma perspectiva científica. Ainda, é preciso definir os tópicos chave, autores, palavras, periódicos e fontes de dados preliminares (DANE, 1990).

A pesquisa bibliográfica deve receber o devido cuidado e ser conduzida com rigidez e de forma sistemática, pois assim a mesma permitirá que outros pesquisadores possam fazer uso desses resultados com maior confiabilidade, possibilitando reutilizar estudos já finalizados, focando apenas no tópico em que se deseja pesquisar (LEVY; ELLIS, 2006).

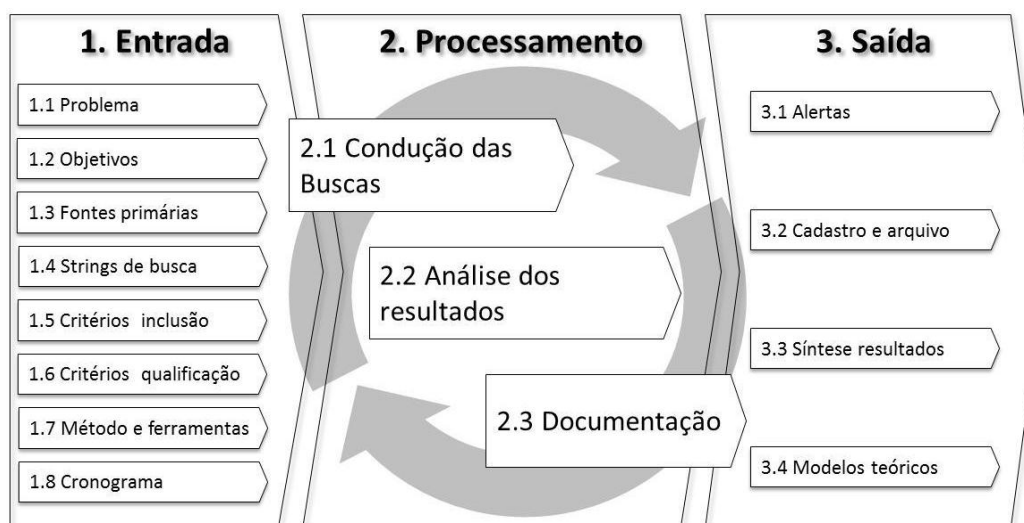
Segundo Conforto, Amaral e Silva (2011), as abordagens sistemáticas são usadas para evitar desvios e possibilitar uma análise mais objetiva dos resultados, facilitando uma síntese conclusiva sobre determinada intervenção. Isto significa, definir uma estratégia e um método sistemático para realizar buscas e analisar resultados, que permita a repetição por meio de ciclos contínuos até que os objetivos da revisão sejam alcançados.

Ao viabilizarem, de forma clara e explícita, um resumo de todos os estudos sobre determinada intervenção, as revisões sistemáticas nos permitem incorporar um espectro maior de resultados relevantes, ao invés de limitar as nossas conclusões leitura de somente alguns artigos (SAMPAIO; MANCINI, 2007).

De acordo com Levy e Ellis (2006) a Revisão bibliográfica sistemática é o processo de coletar, conhecer, compreender, analisar, sintetizar e avaliar um conjunto de artigos científicos com o propósito de criar um embasamento teórico-científico (estado da arte) sobre um determinado tópico ou assunto pesquisado.

Desta maneira, é preciso adotar um procedimento, um conjunto de passos, técnicas e ferramentas específicas. Nesta pesquisa foi adaptado o roteiro proposto por Conforto, Amaral e Silva (2011), que pode ser observado na Figura 1.

Figura 1–Modelo para condução da revisão bibliográfica sistemática - RBS



Fonte: Conforto, Amaral e Silva (2011)

A problemática desta pesquisa tem sua origem na busca pela otimização dos investimentos realizados para a concepção de um empreendimento na construção civil. A decisão pela execução de uma obra deve ser pautada por múltiplos parâmetros, os quais precisam ser demonstrados e categorizados, permitindo que o decisor pondere com eficiência os diferentes critérios usados no processo decisório.

Para a realização da RSL, foram identificadas as palavras-chave com vistas à seguinte questão da pesquisa: “quais são os fatores que influenciam a tomada de decisão para a execução de obras de construção civil?”. As palavras-chave que caracterizam o tema investigado são “tomada de decisão”, “processo de decisão”, “apoio a decisão” e “elementos de decisão”. Para restringir a busca e dar ênfase apenas para o setor da construção civil, foi adicionada a palavra “construção” e “construção civil”.

Entretanto, foram definidas palavras-chave na língua inglesa pelo fato de ampliar a abrangência desta pesquisa. Os registros referentes ao tema foram buscados em quatro bases de dados: *Science Direct*, *Scopus*, *Portal Periódico Capes* e *Google Acadêmico*.

3 Resultados

Para esta pesquisa não foi aplicado um limite de tempo para a busca dos estudos, pelo fato de haver a necessidade de buscar um amplo entendimento da importância dos elementos de decisão na construção civil durante a evolução do estudo do planejamento de obras.

Com a aplicação das palavras-chave, foram obtidos 7.409 trabalhos, distribuídos em suas bases de dados. Para a aplicação do primeiro filtro, foram lidos os títulos, resumos e palavras-chave dos trabalhos. Realizou-se a checagem das palavras-chave dos autores e seu relacionamento com as utilizadas na construção dos *strings* de busca (Tabela 1).

Tabela1–Palavras-chave utilizadas nas bases e número de trabalhos encontrados – Sem filtro

Palavras-Chave	Base de Dados				Total
	Science Direct	Scopus	Periódicos Capes	Google Acadêmico	
Decision Making and Civil Construction	205	160	18	3640	4023
Decision Process and Civil Construction	19	13	1	275	308
Decision Aid and Civil Construction	4	18	1	56	79
Decision Elements and Construction	302	4	9	2590	2905
Total de pesquisas encontradas (sem filtro)	624	195	29	6561	7409

Os critérios de inclusão levaram em conta o objetivo do artigo de demonstrar os elementos que influenciam o processo de tomada de decisão para a execução de obras de construção civil. Os temas que não se relacionavam com processo de tomada de decisão na construção civil foram excluídos, o que resultou em 123 trabalhos relevantes para o tema, os quais foram selecionados para o próximo filtro.

Observou-se que determinadas pesquisas foram indexadas em mais de uma base de dados; com isso, foram excluídos outros 93 trabalhos.

O segundo filtro consistiu na leitura da introdução e a conclusão dos trabalhos. Os 93 trabalhos aparentemente relevantes foram analisados em conjunto, e apenas 10 foram selecionados. A partir deste momento, esses artigos passaram a ser considerados relevantes para a pesquisa, os quais são demonstrados no Quadro 1.

Quadro1–Trabalhos considerados relevantes

Base	Título	Autores e ano de publicação
Periódicos Capes	Prioritization criteria for enterprise resource planning systems selection for civil construction companies: a multicriteria approach	Méxas, Quelhas e Costa (2012)
Periódicos Capes	A Integração dos aspectos de conforto ambiental no projeto de escolas : uso da metodologia axiomática e de exemplos simplificados	Graça (2008)
Scopus	Decision support model for selecting and evaluating suppliers in the construction industry	Schramm e Morais (2012)
Scopus	Selection and ranking of improvement approaches in construction companies: SMARTS method	Melo, Medeiros e Almeida (2011)
Google acadêmico	Os Critérios de Tomada de Decisão em Gestão de Projetos nas Empresas de Construção Civil de Santa Maria – RS.	Noro et. Al (2009)
Google acadêmico	Indicadores do processo produtivo na tomada de decisão estratégica dos dirigentes de pequenas empresas construtoras	Hernandes (2008)
Google acadêmico	Ativos para a geração de renda mensal de longo prazo: fatores preponderantes para a decisão de investimento, expectativas dos investidores e ferramentas de avaliação	Takaoka (2009)
Google acadêmico	Técnicas de análise de risco aplicadas à planejamento e programação de projetos da construção civil	Almeida (2005)
Google acadêmico	Modelagem multicritério em gerenciamento de projetos	Mota (2005)
Google acadêmico	Excesso de confiança, otimismo e ancoragem em gestores da construção civil no Brasil: estudo de caso da Camargo Correa	Feitosa (2010)

Nenhum trabalho encontrado na base de dados *Science Direct* foi considerado relevante para este estudo, apesar de ter sido a segunda base de dados que mais apresentou resultados com os *strings* iniciais de busca.

Pode-se afirmar que as pesquisas sobre fatores de tomada de decisão para a execução de obras de construção civil recebem pouca atenção, ao que tudo indica devido à complexidade e às particularidades regionais e contextuais do fenômeno. As medidas adotadas não são plenamente registradas e entendidas, uma vez que não há consciência sobre o problema. A busca dos fatores de decisão é fundamental para que seja evitado um investimento ruim.

A RBS gerou como resultado uma pequena quantidade de informações sobre as pesquisas selecionadas. Na próxima seção apresentam-se os resultados obtidos, com a categorização e a especificação dos elementos de influência encontrados.

4 Categorização e fatores de influência na tomada de decisão

A seguir, serão apresentados dois resultados provenientes da organização e análise dessas informações. O primeiro é a proposta da classificação das categorias e determinantes para posterior agrupamento dos fatores. O segundo é o próprio agrupamento dos fatores nas categorias propostas.

A proposta da classificação das categorias partiu da identificação das categorias propostas pelos autores dos trabalhos relevantes. Assim, foi elaborado o Quadro 2, que apresenta quatro categorias propostas e os respectivos determinantes, os quais proporcionaram o agrupamento dos fatores a partir da síntese da RBS. Os determinantes representam um grupo de causas dentro de um mesmo contexto.

A categorização proposta nesta pesquisa agrupou as causas apresentadas a partir dos estudos selecionados e proporcionou uma nova classificação a partir da síntese destes, que poderá facilitar a análise dos fatores que influenciam a tomada de decisão.

Para Mota (2005) o processo de planejamento de projetos envolve todas as atividades de iniciação, administrativas e de relação de recursos humanos. Exemplos são: estudos de viabilidade, determinação de requerimentos e restrições do projeto, orçamentação, dentre outros.

Quadro2–Categorias de agrupamentos dos fatores que influenciam no processo de tomada de decisão

Categorias	Determinantes
1. Econômica	Fatores relacionados aos aspectos de viabilidade econômica.
2. Técnica	Fatores relacionados a técnica construtiva a ser utilizada.
3. Social	Fatores relacionados a sociedade exposta ao investimento.
4. Ambiental	Fatores relacionados ao ambiente onde o empreendimento será inserido.

A tríplex restrição (Custo, Prazo e Qualidade) forma os três principais elementos que influenciavam a tomada de decisão para o gerenciamento de projetos. Atkinson (1999) questiona o uso destas três restrições como fator de sucesso na tomada de decisão, enfatizando que pode ser muito básica e gerar divergências na avaliação de alguns projetos. É importante se levar em conta outros fatores e resultados, que implicarão no desempenho da execução do empreendimento.

Com o intuito de identificar quais os critérios que são utilizados no processo de tomada de decisão alvo deste estudo, observou-se que, quanto aos critérios relacionados à tripla restrição, as empresas devem estar atentas a alguns critérios, tais como: expectativas dos envolvidos no processo, o impacto que o empreendimento trará a sociedade, os custos envolvidos, aspectos funcionais, dentro outros, o quais estão expostos no Quadro 3. Os fatores estão relacionados em categorias de forma a evidenciar a existência de grupos de interesse próximos.

A proposta central consiste da identificação de limitações, tendências e alternativas, a fim de que, munidos desta informação e reconhecendo seu risco de susceptibilidade, os gestores possam otimizar o investimento a ser realizado, aprimorando o processo decisório, conforme os fatores advindos da RBS.

Quadro 3–Categorias com os respectivos fatores que influenciam no processo de tomada de decisão

1. Econômica
1.1 Custo direto da obra
1.2 Economia na execução
1.3 Economia na conservação
1.4 Economia na operação
1.5 Renda líquida efetiva capaz de atender as expectativas dos investidores
1.6 Tempo de retorno do investimento
1.7 Riscos financeiros
1.8 Demanda de mercado
1.9 Preço de Venda
1.10 Capacidade de pagamento dos clientes
1.11 Composição do capital
1.12 Análise das alternativas de empréstimo
1.13 Capital de giro
1.14 Índices financeiros
1.15 Capacidade financeira do executor (saídas e entradas de dinheiro)
1.16 Localização
2. Técnica
2.1 Qualidade do empreendimento
2.2 Experiência anterior
2.3 Otimização das perdas (insumos)
2.4 Tempo x Técnica
2.5 Capacidade administrativa da empresa executora
2.6 Plano de crescimento da empresa executora
2.7 Restrições legais para aspectos contrutivos (Plano diretor)
3. Social
3.1 População/Público atingido
3.2 Repercussão do investimento
3.3 Possibilidade do emprego de mão de obra local
3.4 Satisfação dos usuários
3.5 Desenvolvimento regional
4. Ambiental
4.1 Relacionamento entre a empresa e o meio ambiente
4.2 Impacto ao meio ambiente
4.3 Possibilidade de emprego de materiais existentes na localidade
4.4 Conforto funcional
4.5 Conforto acústico
4.6 Conforto térmico
4.7 Conforto visual
4.8 Riscos aos quais a mão de obra será exposta

Ao analisar-se o Quadro 3 evidencia-se a importância dos fatores econômicos para a viabilidade de um empreendimento na construção civil, uma vez que foram especificados 16 fatores de influência. Isto ocorre pelo fato que a literatura aponta que os fatores preponderantes para a decisão de investimento provêm dos aspectos pertinentes aos econômicos, extraídos das sínteses das dimensões financeiras e das dimensões da percepção da oportunidade de investimento.

Contudo, investimentos no mercado imobiliário envolvem grande aporte de capital e baixa liquidez, não sendo incorporada de forma instantânea, apresentando lento retorno financeiro, além de diversas incertezas econômicas relativas a demanda, preço de venda e velocidade de vendas, que aumentam o risco percebido dos investidores.

Os aspectos técnicos e ambientais, mesmo sendo relacionado em segundo plano, não se apresentam menos importante, já que a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades de projeto são essenciais para o sucesso de um empreendimento.

Em relação ao aspecto social, a qualidade do produto é o principal elemento da satisfação na dimensão satisfação do usuário. Como implicação, este resultado aponta para que se dedique ênfase maior ao fator de satisfação do usuário é necessário atenção aos fatores técnicos e ambientais, que se traduz em ações no campo do planejamento do projeto e processos.

5 Conclusões

Após os resultados apresentados torna-se possível visualizar que um bom gerenciamento de projetos, com base em critérios de tomada de decisão coerentes e estratégicos, configura-se em importante fator crítico para o seu sucesso.

Agregando dados encontrados na literatura que aborda o estudo de fatores que influenciam a tomada de decisão, este trabalho pretende colaborar ao desenvolvimento de respostas às muitas inconsistências e contradições que envolvem os vieses da execução de uma obra de construção civil.

A contribuição principal desta pesquisa foi resumir as evidências relacionadas ao tópico de estudo, mediante a aplicação de um método explícito e sistematizado de busca. Partindo-se de 7409 trabalhos encontrados inicialmente utilizando-se dos *strings* de busca previamente definidos, chegou-se a 10 estudos que foram essenciais para alcançar a resposta da problemática deste trabalho. Com base na RBS realizada, propuseram-se quatro categorias: Econômico; Técnico; Social; Ambiental.

Dentro dessas categorias, foram distribuídos 36 fatores que influenciam a tomada de decisão para a execução de obras de construção civil. Evidenciou-se a importância dos fatores econômicos, bem como a necessidade de que o tomador de decisão utilize critérios adequados para minimizar impactos sobre prazos e custos, de forma a garantir o desenvolvimento do empreendimento seja dentro do que foi planejado.

Torna-se essencial que os investidores do mercado imobiliário invistam em pesquisas de mercado, análise de viabilidade técnica e econômica, entre outros, sendo o processo conduzido de forma gradativa.

Cabe salientar que a literatura demonstra que parâmetros - mesmo não relacionados ao contexto - podem afetar a tomada de decisão dos gestores. A influência de crenças, opiniões prévias, preferências intrínsecas e eventos não relacionados ao cenário, dificilmente pode ser corrigida, mesmo quando informações de melhor qualidade são opostas à avaliação primordial.

Finalizando, os resultados apresentados neste estudo devem ser analisados com cautela, uma vez que o mesmo apresentou algumas limitações, sendo o principal limitante o tempo despendido para a realização da RBS, uma vez que o desenvolvimento da pesquisa limitou-se há apenas 2 meses. A realização de um estudo mais abrangente necessitaria da organização de um cronograma e a colaboração de ao menos mais um pesquisador, de forma a melhorar a análise dos artigos selecionados.

Referências

ALMEIDA, E.P. de. Técnicas de análise de risco aplicadas a planejamento e programação de projetos da construção civil. 2005. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2005.

ATKINSON, R. Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria. *International Journal of Project Management*, dez. 1999, p. 337-342.

BADRA, P.A.L; Guia prático de orçamento de Obras do escalímetro ao BIM. São Paulo: PINI, 2012.

BALTAR, A.M.; NETTO, M.C. Métodos multicritério aplicados à hierarquização de investimentos na área de recursos hídricos. Simpósio Internacional sobre Gestão de Recursos Hídricos. Gramado, RS, 1998.

BINDER, Fábio Vinícius. Sistemas de Apoio à Decisão. 10.ed. São Paulo: Érica, 1999.

BORGES, Mônica Erichsen Nassif. A informação como recurso gerencial das organizações na sociedade do conhecimento. *Ciência da Informação*, São Paulo, v. 24, n. 2, p.125-140, 1995.

BRAGA, Nice. O processo decisório em organizações brasileiras: comportamentos comunicativos. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 4, p. 34-51, 1988.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D.C.; SILVA, S. L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. 8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto - CBGDP, 2011

CORRÊA, C. A.; CORRÊA, H. L. Administração de produção e de operações:

Dane, F. Research methods. Brooks/Cole Publishing Company: California, 1990.

FEITOSA, A.B. de. Excesso de confiança, otimismo e ancoragem em gestores da construção civil no Brasil: estudo de caso da Camargo Correa. 2010. Dissertação de Mestrado – Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, 2010.

FLIPPO, Edwin B., MUSINGER, Gay M. *Management*. 5.ed. Boston: Allyn & Bacon, 1970 p. 39-57, 126-143, 333-353.

GRAÇA, V.A.C. A integração dos aspectos de conforto ambiental no projeto de escolas: uso da metodologia axiomática e de exemplos simplificados. 2008. Tese de Doutorado – Universidade Estadual de Campinas, 2008.

HERNANDES, F.S. Indicadores do processo produtivo na tomada de decisão estratégica dos dirigentes de pequenas empresas construtoras. 2008. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

HOPPEN, N. Resolução de problemas, tomada de decisão e sistemas de informações, Programa de Eficácia Gerencial, Caderno de Administração Geral, Porto Alegre, set. 1992, 8p.

LEVY, Y.; ELLIS, T.J. A system approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. *Informing Science Journal*, v.9, p.181-212, 2006.

MELO, R. M.; MEDEIROS, D. D.; ALMEIDA, A.T. Selection and ranking of improvement approaches in construction companies: SMARTS Method. In: IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Singapore: IEEE, 2011.

MÉXAS, M.P.; QUELHAS, L.G.; COSTA, H.G. Priorization criteria for enterprise resource planning systems selection for civil construction companies: a multicriteria approach. *Canadian Journal of Civil Engineering*, v. 39, n. 8, p. 855-866, 2012.

MOTA, C.M. Modelagem multicritério em gerenciamento de projetos. 2005. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

NORO, G. B.; MELLO, E.; ABBADE, E.B.; CORADINI, R.B. Os critérios de tomada de decisão em gestão de projetos nas empresas de construção civil de Santa Maria - RS. In: Simpósio da Engenharia de Produção, Bauru: UNESP, 2009.

SAMPAIO, R.; MANCINI, M. Estudos de Revisão Sistemática: Um Guia para Síntese Criteriosa da Evidência Científica. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, São Carlos, v. 11, n. 1, p.83-89, 2007.

SCHRAMM, F.; MORAIS, D.C. Decision support model for selecting and evaluating suppliers in the construction industry. *Pesquisa Operacional*, v. 32, n. 3, p. 643-662, 2012.

TAKAOKA, M.V. Ativos para a geração de renda mensal de longo prazo: fatores preponderantes para a decisão de investimento, expectativa dos investidores e ferramentas de avaliação. 2009. Tese de Doutorado – Universidade de São Paulo, 2009.

TZORTZOPOULOS, P. Contribuições para o Desenvolvimento de um Modelo do Processo de Projeto de Edificações em Empresas Construtoras Incorporadoras de Pequeno Porte. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.

VINCKE, P. Multicriteria Decision-Aid. John Wiley e Sons, 1992

2TC-A8-Revisão Sistemática da Literatura sobre Projeto do Sistema de Produção (Psp) para Construção Civil

Fábio Kischel Durante
(fabiokd@gmail.com, PPGCEC-UFPR)

Adriana de Paula Lacerda Santos
(adrianapls1@gmail.com, PPGCEC-UFPR)

Resumo

As obras de construção civil têm se tornado cada vez mais complexas e difíceis de se gerenciar. A produtividade do setor está estagnada há anos e muitos empreendimentos não conseguem entregar o valor esperado pelo cliente. Desde a publicação em 1992 da “Nova filosofia da produção na construção civil”, as técnicas relacionadas à construção enxuta tem sido objeto de diversos estudos. Dentre essas técnicas, o Projeto do Sistema de Produção (PSP) visa integrar as informações sobre o projeto e sua execução, de forma a garantir um fluxo de trabalho mais rápido e confiável, enquanto entrega o valor esperado ao cliente. Neste artigo o autor realiza uma revisão sistemática da literatura sobre PSP para construção civil, com o objetivo de identificar suas principais características, escopo de decisões, fluxo de informações do processo e modelos para o desenvolvimento do PSP. Foram identificados a princípio 175 trabalhos, que após o processo de filtragem e avaliação, resultaram em 19 trabalhos relevantes aos objetivos desta pesquisa.

Palavras chave: RSL, projeto do sistema de produção, construção civil.

1 Introdução

Nas últimas décadas a aplicação de técnicas associadas ao Lean Manufacturing tem trazido melhores resultados em qualidade e produtividade em todos os setores da indústria. Na construção civil a Lean Construction, como ficou conhecida a adaptação para essa indústria da filosofia enxuta, busca aplicar os mesmos conceitos frente às peculiaridades da construção civil (KOSKELA, 1992). Os processos mais tradicionais de desenvolvimento de projetos de construção costumam utilizar técnicas e ferramentas, muitas vezes, ultrapassadas e inadequadas às particularidades da indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). A utilização de técnicas como a Estrutura Analítica de Projetos (EAP, ou em inglês *Work Breakdown Structure, WBS*) que divide o projeto em pacotes de trabalho, pode levar a não consideração de fatores relacionados à interdependência destes pacotes, criando o pensamento de que reduzindo o custo de algumas partes, o custo global também é reduzido, o que, segundo Koskela (2000), é uma falácia.

Dentre as técnicas e ferramentas *Lean* recomendadas, o Projeto do Sistema de Produção (PSP) é considerado de suma importância para a obtenção de qualidade e produtividade durante a execução do projeto. Schramm (2004) aponta que a indústria da construção costuma lidar com um problema no momento de selecionar a tecnologia e os métodos de construção relevantes para cada processo que compõe o sistema de produção. Segundo esse autor, raramente é realizada uma análise em profundidade da interface projeto/processos construtivos, sendo costumeiramente adotados e modificados métodos passados, ou as decisões são postergadas para o momento de sua execução, usando como base na maioria dos casos apenas a experiência do engenheiro responsável pela produção no canteiro de obras. Neste sentido, o PSP busca fazer este elo entre o projeto e a produção, de forma a considerar de forma holística todos os fatores envolvidos. Gaitner e Frazier (2002) apud Rodrigues (2006) definem PSP como o planejamento detalhado dos processos necessários para a produção de produtos ou serviços, sendo necessário para isso conhecimento sobre a estratégia de produção, projetos de produto e das tecnologias de produção disponíveis.

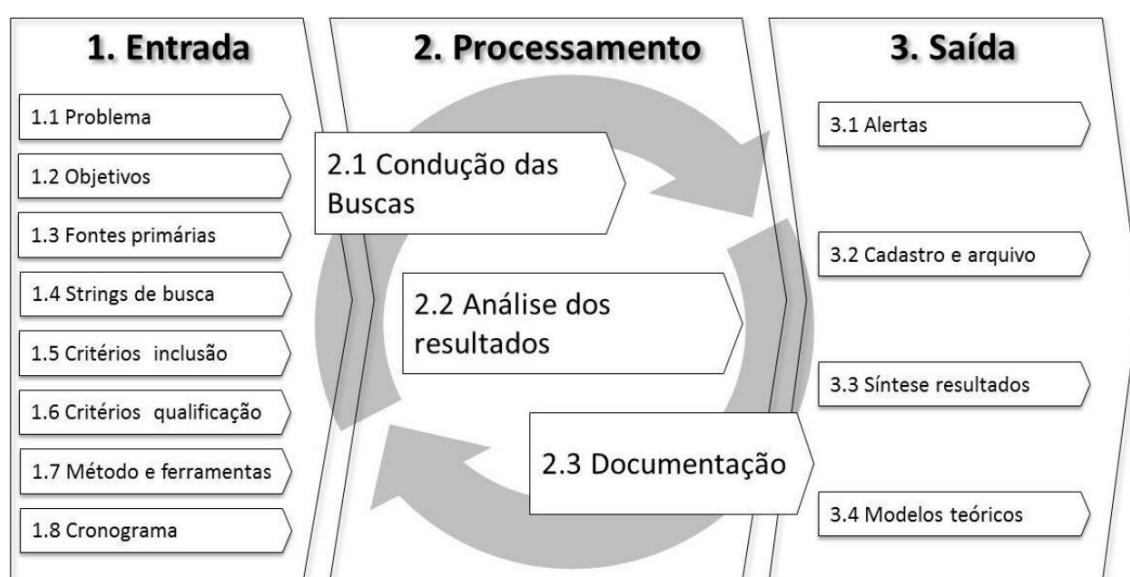
Diante do novo paradigma de desenvolvimento projetos introduzido pelo Building Information Modeling (BIM, ou Modelagem da Informação da Construção), o autor desta pesquisa busca, em sua dissertação de mestrado, entender como o PSP pode ser facilitado pelo uso da tecnologia BIM. Para isso, faz-se necessário a realização de uma revisão bibliográfica acerca do PSP na construção civil, com o objetivo de entender as principais

características, requisitos e fluxos envolvidos com o PSP, para posteriormente relaciona-los com processos BIM. O objetivo deste artigo é, portanto, apresentar os resultados de uma revisão sistemática da literatura sobre PSP conduzida pelo autor. Nessa revisão busca-se identificar modelos de processo de desenvolvimento do PSP e o fluxo de informações relacionado, assim como salientar a importância do tema. A pesquisa restringe-se ao tema PSP para empreendimentos de construção civil e foram considerados apenas resultados referentes aos artigos científicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado. Espera-se, também, identificar fontes clássicas do tema, mesmo que, não associadas diretamente à construção civil.

2 Método de pesquisa

Uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), ou Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) é uma forma de identificar, avaliar e interpretar as pesquisas existentes, relevantes a uma questão de pesquisa, tópico ou fenômeno de interesse. (KITCHENHAM, 2004). Tratando-se de uma pesquisa associada à área de “gerenciamento de projetos”, foi utilizado como referência o *RBS Roadmap*, apresentado em Conforto, Amaral e Silva (2011) como modelo para o desenvolvimento deste trabalho. A figura 1 ilustra o modelo adotado, em seguida são descritas estas fases e etapas no contexto da pesquisa corrente:

Figura 12- Modelo para a condução da Revisão Bibliográfica Sistemática



FONTE: Conforto, Amaral e Silva, 2011

O Objetivo da RSL foi identificar as características e a relevância do PSP para empreendimentos de construção civil. Identificar o fluxo da informação e os requisitos da mesma neste processo, assim como o escopo de decisões envolvido.

As duas principais fontes primárias foram obtidas através de uma revisão bibliográfica preliminar e trata-se de três dissertações de mestrado realizadas por alunos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da UFRGS e publicadas em 2004, 2006 e 2012 intituladas, respectivamente “O Projeto do Sistema de Produção na Gestão de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social” (SCHRAMM, 2004), “O Projeto do Sistema de Produção no Contexto de Obras Complexas” (RODRIGUES, 2006) e “Método de Gestão da Produção na Construção Civil com Uso da Modelagem BIM 4D” (BIOTTO, 2012).

Foram desenvolvidas a partir do levantamento de termos associados ao PSP, realizado nas fontes primárias. As palavras-chave utilizadas na revisão sistemática foram variações (plural/sinônimos/inglês) dos termos: Projeto do Sistema de Produção (Manufatura, Design of Production System); Planejamento do Sistema de Produção; Estruturação do Trabalho (Work Structuring); Projeto do Processo; Programação por fases (Phase Scheduling); Preparação da Execução de Obras. Estes termos foram buscados sempre de forma exata, ou seja, as palavras deveriam aparecer exatamente na ordem pesquisada. Além disso, foram sempre associados, através da utilização do conector “E” (AND) com a palavra Construção (Construction). Além disso, excluíram-se da pesquisa revistas que tratavam de temas incompatíveis com esta pesquisa, como revistas relacionadas às ciências médicas.

Mantiveram-se aquelas que tratassem basicamente de construção civil, engenharia de produção e gestão de projetos.

Como as pesquisas preliminares indicaram que haviam poucos estudos publicados no assunto, foram incluídos trabalhos que apresentassem as palavras-chave em qualquer campo: título, resumo, assunto, etc. Foram utilizadas quatro bases de dados, que estão entre as mais conhecidas e com maior número de revistas indexadas: Capes (Periódicos), Science Direct, Web of Science e Scopus. Inicialmente foram consideradas a utilização das bases Scielo e Blackwell Synergy (Wiley), no entanto em uma análise preliminar percebeu-se que seus resultados já se encontravam indexados nas bases anteriores e então foram descartadas. A pesquisa sistemática constituiu-se em seis fases: Definição do método e das palavras-chave; Pesquisa com as palavras-chave; Análise dos títulos como critério preliminar; Análise dos resumos como segundo critério; Análise do conteúdo e levantamento de fontes primárias citadas no material selecionado; Análise dos resultados e documentação.

3 Resultados da RSL

A partir das palavras-chave identificadas na pesquisa preliminar iniciou-se a pesquisa sistemática com a definição do método a ser utilizado, embasado na literatura específica (KITCHENHAM, 2004; CONFORTO, AMARAL E SILVA, 2011; MUIANGA, GRANJA E RUIZ, 2015).

As buscas nas bases de dados foram então a primeira etapa definida no método e resultaram num total inicial de 175 trabalhos. Em seguida foram analisados os títulos dessas publicações, buscando identificar aquelas que não se enquadravam no tema em questão. Títulos que deixavam em dúvida sobre o valor de seu conteúdo para esta pesquisa foram mantidos. Excluiu-se apenas aqueles que o autor julgou sem dúvidas irrelevantes para os objetivos deste levantamento. Esta etapa resultou em 107 exclusões, restando 68 trabalhos para a fase seguinte.

A análise de resumos seguiu o mesmo critério da análise dos títulos, mantendo aqueles que não deixavam claro que não seriam úteis para os fins deste trabalho. Basicamente buscou-se entender em que contexto estavam inseridas as palavras-chave, ou termos a elas associados, visando excluir aqueles não alinhados com os objetivos desta pesquisa. Resultou em mais 26 exclusões, sobrando 42 trabalhos para a análise seguinte, incluindo as fontes primárias (descritas em 1.3). O quadro 1 apresenta um resumo destes dados.

Quadro 4 - Palavras-chave, filtragens e número resultante de trabalhos

Base	Total Inicial	Filtro	Qtd.	Análise Títulos	Análise Resumos	Total Final
Capes	32	Projeto do Sistema de Produção	3	3	3	8
		Estruturação do Trabalho	15	0	-	
		Projeto do Processo	2	1	1	
		Design of Production System	1	1	1	
		Work Structuring	8	7	2	
		Phase Scheduling	3	2	1	
Science Direct	88	Projeto do Sistema de Produção	1	0	-	2
		Estruturação do Trabalho	2	0	-	
		Projeto do Processo	9	0	-	
		Design of Production System	32	5	0	
		Work Structuring	26	7	2	
		Phase Scheduling	18	3	0	
Web of Science	7	Preparação da Execução de Obras	1	1	1	3
		Design of Production System	2	0	-	
		Work Structuring	4	3	2	
Scopus	48	Work Structuring	28	22	20	29
		Design of Production System	9	6	4	
		Phase Scheduling	11	7	5	
TOTAL	175	-	175	68	42	42

Na etapa seguinte foram analisadas a introdução e as conclusões dos 42 trabalhos resultantes dos filtros anteriores. Buscou-se identificar aqueles trabalhos que pudessem contribuir para o atingimento dos objetivos descritos da pesquisa. Dos 42 trabalhos, não foi possível obter acesso a 5 deles. Os demais foram classificados em 3 níveis: Irrelevantes para os objetivos, pouco relevantes e relevantes. Foram considerados relevantes aqueles que contribuíam de forma objetiva para a teoria do tema estudado ou apresentassem estudos de caso com conclusões significativas para estes mesmos objetivos. Os trabalhos que tratassem do tema, mas não contribuíam de forma direta para os objetivos da presente pesquisa, com base na análise de suas introduções e conclusões/resultados, foram considerados pouco relevantes, sendo estes deixados em segundo plano e seriam avaliados na íntegra apenas se os resultados relevantes não fossem julgados suficientes para a compreensão do tema estudado. Finalmente, foram considerados irrelevantes os que tratavam do tema apenas de forma superficial.

Os resultados estão descritos no quadro 2. Foram, ainda, identificadas 4 referências dos 24 trabalhos relevantes ou pouco relevantes que poderiam contribuir para esta revisão, no processo conhecido como “bola de neve” (Snowball). Estes foram identificados como sendo as principais fontes clássicas do tema, sendo citados na maioria das pesquisas. O quadro 3 lista os trabalhos relevantes e as bases em que foram obtidos.

Quadro 5 - Resultados da análise de conteúdo

Número de trabalhos				
Relevantes	Pouco Rel.	Irrelevantes	Sem acesso	Bola de Neve
15	9	13	5	4

Quadro 6 - Trabalhos Relevantes

Base	Título	Tipo	Ano
CAPES	O projeto do sistema de produção na gestão de empreendimentos habitacionais de interesse social	Dissertação	2004
CAPES	Work structuring to achieve integrated product-process design	Artigo	2004
CAPES	O projeto do sistema de produção no contexto de obras complexas	Dissertação	2006
CAPES	Projeto de sistemas de produção na construção civil utilizando simulação computacional como ferramenta de apoio à tomada de decisão	Tese	2009
Scopus	Case Study for Work Structuring: Installation of Metal Door Frames	Artigo	2000
Scopus	Production System Design in Construction	Artigo	2001
Scopus	An Update on Last Planner	Artigo	2003
Scopus	Creating Work Structuring Transparency in Curtain Wall Design	Artigo	2004
Scopus	Reducing Schedule in Repetitive Construction Projects	Artigo	2004
Scopus	The Design of Production Systems for Low-Income Housing Projects	Artigo	2004
Scopus	The Role of Production System Design in the Management of Complex Projects	Artigo	2006
Scopus	Tolerance considerations in work structuring	Artigo	2007
Scopus	Decision analysis using virtual first-run study of a viscous damping wall system	Artigo	2009
Scopus	Construction crew design guidelines: A lean approach	Artigo	2012
Web of Science	Gestão de projetos e sua interface com o canteiro de obras sob a ótica da Preparação da Execução de Obras	Artigo	2014
Snowball	Work Structuring	White Paper	1999
Snowball	Design of Construction Operations	White Paper	1999
Snowball	Lean project delivery system	White Paper	2000
Snowball	Production system design: Work structuring revisited	White Paper	2001

A etapa seguinte constitui-se da leitura completa dos trabalhos indicados no quadro 3. Os resultados desta análise estão descritos na seção a seguir.

4 Projeto do sistema de produção

Na literatura é possível identificar diferentes nomenclaturas associados ao “Projeto do Sistema de Produção (PSP)” ou, em inglês, *Production System Design*, sendo a principal delas o termo *Work Structuring* (BALLARD, 2001b). Há ainda processos que são associados ao PSP, como a programação por fases (phase scheduling), ou que incluem o PSP dentro de suas etapas, como a Preparação para Execução de Obras (ARROTÉIA, AMARAL & MELHADO, 2014).

As primeiras definições a respeito deste tema em construção civil remetem ao Lean Construction Institute, que associou este processo ao *Lean Project Delivery System* (BALLARD, 2008). Segundo Ballard (1999), os princípios associados ao *Work Structuring* são: minimizar e gerenciar a variabilidade; integrar os projetos de produto e processo; e estruturar o fluxo de trabalho entre equipes. Busca, portanto, o desenvolvimento do projeto (empreendimento) alinhando o projeto de engenharia com a cadeia de suprimentos, alocação de recursos, tecnologias e processos de montagem ou manufatura. O objetivo é tornar o fluxo de trabalho mais confiável e rápido, enquanto entrega o valor esperado para o cliente (Howell, Ballard 1999; Tsao *et al.* 2000).

O PSP integra as diversas informações que envolvem um projeto e busca alinha-las. Desta forma, ele se estende desde a organização global e interesses da empresa/cliente, até as operações, definindo os papéis de cada agente nos processos envolvidos. De forma diferente aos processos tradicionais, focados em dividir o trabalho sem agregar uma visão holística do projeto e da interdependência entre estas partes então divididas. Desta forma, o PSP provê melhores condições para controle do sistema e das operações, assim como para a melhoria destes, já que usualmente o projeto de engenharia é desenvolvido com pouca ou nenhuma consideração do projeto de operações e, desta forma, torna-se ineficiente (TSAO *et al.* 2000).

Segundo Schramm (2004), o PSP consiste no processo de análise e discussão de alternativas para a organização do sistema de produção, e na escolha da alternativa mais adequada, isto é, que entregue maior valor ao cliente, dentro das condições específicas do projeto. Com isso pretende-se antecipar as decisões relacionadas ao sistema de produção, reduzindo a incerteza e a variabilidade, visando garantir que possam ser operacionalizadas.

De acordo com Ballard (1999) e Tsao *et al.* (2000), o Planejamento do Sistema de produção envolve determinar: Quais partes/pacotes do trabalho serão designadas aos especialistas?; Como as partes do trabalho serão sequenciadas?; Como o trabalho será liberado de uma parte para a próxima?; Há a necessidade de separar ou juntar partes do trabalho? E de *buffers*? e Quais partes serão unidas ou separadas, em que momento e qual seu tamanho? Onde existirão *buffers* e qual seu tamanho?

É necessário para isso um conjunto de informações que deverão ser consideradas nas decisões do PSP, gerando também novas informações e protocolos para as equipes de produção (Ballard *et al.* 2001a; 2001b). Howell e Ballard (1999) elencam algumas questões que devem ser consideradas no PSP: O projeto do produto em si; Tecnologias e equipamentos disponíveis; Leiaute do canteiro e sua logística; O tamanho dos pacotes de trabalho; Potenciais fatores externos que podem influenciar o trabalho (climáticos, legais, etc.); Segurança e a experiência e habilidades esperadas para as equipes e seus supervisores;

A análise realizada até aqui teve o objetivo de identificar as principais características e funções do PSP. Na seção seguinte será abordado o escopo de decisões do PSP.

4.1 Escopo de Decisões do PSP

As decisões do PSP devem considerar toda a cadeia produtiva e seus fornecedores, para que sejam atingidos os benefícios esperados. Howell e Ballard (1999) consideram parte essencial de o processo entender e simplificar os fluxos associados a esses fatores. Devido à natureza interativa da estruturação do trabalho, torna-se necessário, portanto, envolver neste processo todos agentes de projeto, incluindo o próprio cliente do empreendimento, projetistas, suprimentos, planejadores, execução e montagem. Caso contrário, corre-se o risco de se perder conhecimentos valiosos sobre habilidades, capacidade/disponibilidade, fabricação e montagem, etc.

Rodrigues (2006) identificou cinco questões associadas ao escopo de decisões do PSP, são elas: Capacidade produtiva, nível de integração vertical e relação com fornecedores, arranjo físico ou leiaute, fluxos e sincronia da produção e o projeto de processos. O quadro 4 define de forma resumida as principais decisões associadas a cada um desses fatores.

Quadro 4 - Escopo de Decisões do PSP

Tipo de decisão	Definição
Capacidade produtiva	Determinar a capacidade efetiva das operações produtivas de forma que ela possa responder à demanda. Pode ser dividida nos níveis estratégico, tático e operacional. Os principais fatores que influenciam são: tamanho da unidade produtiva, composição dos produtos ou serviços, natureza do processo, fatores humanos (habilidades) e fatores externos.
Nível de integração vertical	Relacionada à estratégia de gestão da cadeia de suprimentos das empresas, ou seja, como as empresas estabelecem parcerias com fornecedores e clientes, quais materiais ou processos serão executados pela empresa ou adquiridos de fornecedores externos, a gestão dos fluxos dos produtos e informações, desde as atividades básicas, até a entrega do produto. Pode impactar na qualidade, agilidade, confiabilidade, flexibilidade e custos do produto final. Quanto maior a verticalização, maior a necessidade de sistemas complexos de planejamento, coordenação e controle das operações. É esperado que o quanto antes sejam envolvidos os fornecedores no processo de desenvolvimento do produto, maior deverá ser sua colaboração para o desenvolvimento de soluções realistas.
Leiaute	Está relacionado com a disposição física dos processos, o espaço necessário para a operação dos mesmos e para as funções de apoio. É influenciado principalmente pelo espaço disponível e natureza dos materiais e processos envolvidos.
Fluxos e sincronia da produção	A filosofia enxuta de produção prevê a adoção, sempre que possível, de fluxos contínuos, que pode ser definida como a produção e movimentação de um item (ou pequenos lotes) por vez, continuamente, realizando-se em cada etapa apenas o que é necessário para a etapa seguinte. As principais variáveis envolvidas são: <i>takt time</i> , <i>lead time</i> e tempo de ciclo. A obtenção de dados confiáveis associados a essas variáveis é essencial para a obtenção de fluxos confiáveis, assim como, a elaboração de leiautes que favoreçam o fluxo e a redução da parcela de atividades que não agregam valor. A rapidez e precisão com que fluem esses dados pode oferecer maior autonomia para as equipes. É importante que gargalos sejam identificados o mais breve possível.
Projeto de processos	Deve determinar os meios específicos a serem usados pelas forças operacionais para alcançar as metas do produto. É bastante influenciado pelas questões anteriores, sendo associado às definições de: disposição e sequência de atividades de obras e frentes de serviço, uso de equipamentos, tecnologias e processos empregados, arranjo físico do canteiro e sua evolução durante a obra, dentre outros fatores vinculados às características e recursos da empresa construtora.

Fonte: Elaborado a partir de Schramm (2004) e Rodrigues (2006)

Na seção seguinte será explorado o fluxo de informações associado ao desenvolvimento do PSP e os modelos identificados para realização deste processo.

4.2 Fluxo de Informações no PSP

4.3

As diferentes decisões associadas ao processo de desenvolvimento do PSP envolvem, por sua vez, um fluxo de informações complexo. Para que sejam tomadas as decisões necessárias, permitindo que os objetivos do desenvolvimento deste plano sejam atingidos, é necessário coletar diversas informações dos agentes envolvidos e, se possível, considerar dados históricos. O quadro 5 apresenta os principais elementos de entrada e saída, assim como as decisões do PSP associadas.

Quadro 5 - Elementos do Projeto do Sistema de Produção

Entradas	Projeto do Sistema de Produção	Saídas
Informações sobre Produtos	Escolha do Tipo de Processo	Processos Tecnológicos
Demanda	Coordenado com Estratégias	Projeto de Processos Específicos
Preços / Volumes	Estudos da Integração Vertical	Ligações entre Processos
Padrões	Capacidade do Fornecedor	Facilidades
Ambiente Competitivo	Decisões de Aquisição	Projeto de Construções
Desejos / Necessidades do Consumidor	Decisões sobre Fazer ou Comprar	Leiaute das Instalações
Características do Produto	Estudo do Processo / Produto	Escolha de Equipamentos
Informações sobre o Sistema de Produção	Passos Tecnológicos Principais	Estimativas de Pessoal
Disponibilidade de Recursos	Passos Tecnológicos Secundários	Requisitos do Nível de Habilidades
Aspectos Econômicos da Produção	Simplificação do Produto	Número de Empregados
Tecnologias Conhecidas	Padronização do Produto	Treinamento
Tecnologias que podem ser Adquiridas	Projeto do Produto para Produtividade	Requisitos de Supervisão
Potencialidades Predominantes	Estudos do Equipamento	
Fragilidade	Nível de Automação	
Estratégia de Operações	Ligações entre Máquinas	
Estratégia de Posicionamento	Escolha do Equipamento	
Armas Competitivas Necessárias	Ferramentaria	
Foco das Fábricas	Estudos dos Procedimentos de Produção	
Alocação de Recursos	Sequência de Produção	
	Especificações de Materiais	
	Necessidades de Pessoal	
	Estudos das Instalações	
	Projeto de Construção	
	Leiaute das Instalações	

Fonte: Adaptado de Schramm (2004)

4.4 Algumas técnicas e ferramentas aderentes ao PSP

Schramm, Rodrigues & Formoso (2006) recomendam o uso de ferramentas que possam dar suporte a uma redução da incerteza inerente ao processo. Considerando a necessidade de se estruturar os dados, para que esses possam favorecer o desenvolvimento do PSP e a necessidade de elaboração progressiva e contínua do mesmo, é possível vislumbrar nas tecnologias e processos BIM uma forma de promover o desenvolvimento do PSP e dar suporte a este processo.

Howell e Ballard (1999), por exemplo, recomendam a realização do First Run Study (FRS), que pode ser entendido como uma prototipagem física realizada antes do início da execução do empreendimento, com o objetivo de conhecer melhor e detalhar as operações que serão realizadas. Os custos associados a este tipo de prototipagem, no entanto, podem ser um fator limitante para seu desenvolvimento em muitos empreendimentos. Neste sentido, a utilização do modelo BIM para a realização desta prototipagem, em ambiente virtual, pode ser uma alternativa à prototipagem física. Nguyen, Lostuvali e Tommelein (2009) utilizaram o virtual FRS para suportar o desenvolvimento do projeto de um hospital. Segundo estes autores, o virtual FRS ajudou a integrar os projetos do produto e do processo, durante a fase de *design*. Contudo, há de se considerar que Howell e Ballard (1999) afirmam que a prototipagem virtual pode, em alguns casos, não contribuir para a análise de fatores como confiabilidade do sistema e decisões de capacidade iniciais para a execução dos serviços. Entretanto,

Outra técnica utilizada para a realização do PSP é a linha de balanço, aplicada por exemplo em Schramm (2004) e Rodrigues (2006). Através desta técnica é possível obter de forma gráfica as trajetórias, ritmos de produção e informações sobre a duração das atividades e seu encadeamento. Através da linha de balanço, segundo Mendes Jr. (1999 apud SCHRAMM, 2004), inclui informações relativas à qual recurso (equipe ou equipamento) executará que atividade, quando e onde essa atividade será executada.

Schramm (2004) utilizou também o diagrama de precedência que, segundo o autor, permitiu uma melhor visualização dos processos que compoariam o sistema de produção do empreendimento, sua sequência e inter-relacionamentos. Outra ferramenta similar utilizada pelo mesmo autor foi o diagrama de sincronia.

Outra técnica recomendada por Howell e Ballard (1999) e aplicada, por exemplo, em Tuholski e Tommelein (2010), é a *Design Structure Matrix* (DSM). Esta técnica oferece uma maneira de representar, analisar e decompor sistemas complexos, buscando melhorar sua performance, através da antecipação e eliminação de interações não desejadas. É caracterizada pelo mapeamento de informações das relações de dependência entre processos e atividades associadas.

Estas representam as principais técnicas e ferramentas utilizadas. Outras serão buscadas durante o desenvolvimento da dissertação associada a esta revisão sistemática da literatura.

5 Considerações finais

Work Structuring ou o Projeto do Sistema de Produção inclui a consideração de diversos elementos da indústria de AEC, como construtibilidade, engenharia de valor, produtividade, entre outros. Pelos processos tradicionais de desenvolvimento de projetos de construção, os agentes envolvidos raramente têm a oportunidade de planejar o sistema de produção de forma conjunta, considerando o que é melhor para todo o sistema. Desta forma o projeto se torna mais orientado ao produto específico de cada agente envolvido do que orientado ao sistema como um todo, negando o fato de que otimizações locais podem ser prejudiciais para a otimização global, ou sistemática (TSAO *et al.* 2004).

A falta de organização dos dados na indústria da construção (SCHEER *et al.* 2008) conduz a uma grande dificuldade em criar um aprendizado estruturado entre um projeto e outro. Se os participantes de um empreendimento tiverem acesso a informações sobre o projeto do sistema de produção usado em projetos similares, poderão utilizar esses dados como base para a melhoria do projeto de sistema de produção do empreendimento em questão (TSAO *et al.* 2004).

Schramm (2004) conclui que o PSP representa a atividade de organizar o sistema de produção do empreendimento para que esse possa ser adequadamente planejado e controlado, com vistas à melhoria contínua. Da mesma forma, em projetos repetitivos principalmente, através da reavaliação do PSP durante a execução do empreendimento, pode-se buscar melhorias no projeto. Em projetos complexos o desenvolvimento do PSP promoveu planos de longo prazo mais confiáveis do que antes da aplicação deste processo (SCHRAMM *et al.* 2006).

Schramm, Rodrigues & Formoso (2006) fazem algumas considerações importantes sobre o processo de desenvolvimento do PSP em projetos complexos, elencando três fatores que devem ser considerados: (a) é necessário explicitamente incluir os requisitos do cliente como parte do PSP, para reduzir as incertezas; (b) o PSP deve ser desenvolvido em estágios, começando com um plano não muito detalhado, com decisões generalistas e ser gradualmente aprofundado a partir da redução das incertezas de projeto, principalmente àquelas relacionadas ao *design* do empreendimento; e (c) as reuniões de PSP devem enfatizar o desenvolvimento de parcerias com fornecedores e prestadores de serviço, de forma a garantir que os mesmos estejam comprometidos com o plano desenvolvido.

6 Referências

ALARCON, L. F.; BETANZO, C.; DIETHELM, S. Reducing Schedule in Repetitive Construction Projects. 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Anais... 2004. Disponível em: <<http://iglc.net/Papers/Details/282>>.

ARROTÉIA, A. V.; AMARAL, T. G. DO; MELHADO, S. B. Gestão de projetos e sua interface com o canteiro de obras sob a ótica da Preparação da Execução de Obras (PEO). *Ambiente Construído*, v. 14, n. 4, p. 183–200, 2014. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ANTAC.

- BALLARD, G. Work Structuring = Process Design. White Paper 5, Lean Construction Institute (LCI), 1999.
- BALLARD, G. The lean project delivery system: An update. *Lean Construction Journal*, v. 8, n. Revision 1, p. 1–19, 2008. Disponível em: <http://www.leanconstruction.org/pdf/WP_9_ProjectDefinition.pdf>.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. A. An Update on Last Planner. 11th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. *Anais...* 2003. Disponível em: <<http://iglc.net/Papers/Details/227>>.
- BALLARD, G.; KOSKELA, L.; HOWELL, G.; ZABELLE, T. Production System Design in Construction. 9th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. *Anais...* 2001a. Disponível em: <<http://iglc.net/Papers/Details/130>>.
- BALLARD, G.; KOSKELA, L.; HOWELL, G.; ZABELLE, T. Production System Design: Work Structuring Revisited. White Paper 11, Lean Construction Institute (LCI), 2001b.
- BIOTTO, Clarissa N. Método de gestão da produção na construção civil com uso da modelagem BIM 4D. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.
- CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. D. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. 8o Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto - CBGDP. *Anais*, p.1–12, 2011. Porto Alegre.
- HOWELL, G.; BALLARD, G. Design of Construction Operations. White Paper 4, Lean Construction Institute (LCI), 1999.
- KITCHENHAM, B. Procedures for Performing Systematic Reviews. Joint Technical Report TR/SE-0401. Software Engineering Group, Department of Computer Science, Keeled University, Australia, 2004.
- KOSKELA, Lauri. Application of the new production philosophy to construction. Stanford: Centre of Integrated Facility Engineering, 1992. Technical Report 72.
- KOSKELA, L. An Exploration towards a Production Theory and its Application to Construction. 2000. Tees (Doutorado) - Technical Research Centre of Finland, VTT Publications, Espoo.
- MILBERG, C. Tolerance considerations in work structuring. *Lean Construction: A New Paradigm for Managing Capital Projects - 15th IGLC Conference*. *Anais...* p.233–243, 2007.
- MUIANGA, E. A. D.; GRANJA, A. D.; RUIZ, J. de A. Desvios de custos e prazos em empreendimentos da construção civil: categorização e fatores de influência. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 79-97, jan./mar. 2015.
- NERWAL, N.; ABDELHAMID, T. S. Construction crew design guidelines: A lean approach. *IGLC 2012 - 20th Conference of the International Group for Lean Construction*. *Anais...* 2012.
- NGUYEN, H. V.; LOSTUVALI, B.; TOMMELEIN, I. D. Decision analysis using virtual first-run study of a viscous damping wall system. *Proceedings of IGLC17: 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. *Anais...* p.371–382, 2009.
- RODRIGUES, Aline A. O projeto do sistema de produção no contexto de obras complexas. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- SCHEER, S.; GEHBAUER, F.; MENDES JUNIOR, R.; FREITAS, M. C. D.; Técnicas de Produção e Materiais para Fluxo de Informação em Canteiros de Obras. 1ª ed. Curitiba: UFPR, p. 201, 2008.
- SCHRAMM, Fábio Kellermann. O Projeto do Sistema de Produção na Gestão de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- SCHRAMM, Fábio Kellermann. Projeto de Sistemas de Produção na Construção Civil Utilizando Simulação Computacional como Ferramenta de Apoio à Tomada de Decisão. 2009. 299 f. Tese (Doutorado) - Curso de

Engenharia Civil, Departamento de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SCHRAMM, F. K.; COSTA, D. B.; FORMOSO, C. T. The Design of Production Systems for Low-Income Housing Projects. 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Anais... 2004. Disponível em: <<http://iglc.net/Papers/Details/299>>. Acesso em: 14/7/2015.

SCHRAMM, F. K.; COSTA, D. B.; FORMOSO, C. T. O projeto do sistema de produção na gestão de empreendimentos habitacionais de interesse social. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 59–74, 2006.

SCHRAMM, F. K.; RODRIGUES, A. A.; FORMOSO, C. T. The role of production system design in the management of complex projects. Understanding and Managing the Construction Process: Theory and Practice - 14th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC-14. Anais... p.227–239, 2006.

TSAO, C. C. Y.; TOMMELEIN, I. D. Creating Work Structuring Transparency in Curtain Wall Design. 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Anais... 2004. Disponível em: <<http://iglc.net/Papers/Details/337>>. Acesso em: 14/7/2015.

TSAO, C. C. Y.; TOMMELEIN, I. D.; SWANLUND, E.; HOWELL, G. A. Case Study for Work Structuring: Installation of Metal Door Frames. 8th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Anais... 2000. Disponível em: <<http://iglc.net/Papers/Details/125>>. Acesso em: 14/7/2015.

TSAO, C. C. Y.; TOMMELEIN, I. D.; SWANLUND, E. S.; HOWELL, G. A. Work Structuring to Achieve Integrated Product–Process Design. Journal of Construction Engineering and Management, v. 130, n. 6, p. 780–789, 2004. American Society of Civil Engineers.

TUHOLSKI, S. J.; TOMMELEIN, I. D. Design Structure Matrix Implementation on a Seismic Retrofit. Journal of Management in Engineering, v. 26, n. 3, p. 144–152, 2010. American Society of Civil Engineers.

3TC-A8-Estudo de Viabilidade Financeira de Portaria Remota

Cássio Luiz Kienen
(cassiokienen@gmail.com, DEP-UFPR)

Adriana de Paula Lacerda Santos
(adrianapls1@gmail.com, PPGECC-UFPR)

Resumo

Este artigo teve como objetivo principal analisar a viabilidade financeira para a implantação de uma empresa que presta serviço de portaria remota no Brasil. Para elaborar o estudo e chegar ao alcance do objetivo proposto, realizou-se primeiro, uma pesquisa aplicada, exploratória e quantitativa para mensurar os conceitos e aplicar no estudo de caso. Dessa forma, foi possível levantar informações sobre empreendedorismo, a busca por oportunidades, o funcionamento de portarias residências e seu mercado, plano financeiro de projetos e indicadores de viabilidade. Dessa maneira foi possível analisar a viabilidade financeira através dos investimentos necessários, projeções de faturamento e custos em diferente cenários e principalmente dos indicadores. Assim, com a avaliação geral de todas as informações levantadas os critérios de análise de investimento se mostraram uma forma eficaz na escolha de investimentos, levando a concluir que se pode afirmar que existe viabilidade financeira para a implantação de uma empresa de portaria remota no Brasil.

Palavras-chave: *Empreendedorismo, viabilidade financeira, portaria remota.*

1. Introdução

De acordo com o Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos (UN-Habitat), a população urbana foi multiplicada por cinco entre 1950 e 2011 no mundo todo (UN-Habitat, 2012). Foi em 2007 que, pela primeira vez na história da humanidade, o número de pessoas vivendo em cidades ultrapassou a quantidades daquelas baseadas no campo. A ONU (2012) prevê que o número absoluto de habitantes urbanos vai dobrar em 2030, em comparação com 2010, e de maneira geral, em 2050, espera-se que 75% da população estejam vivendo nas cidades. Isso significa um significativo crescimento na demanda por infraestrutura.

É assentado na produção e reprodução do espaço urbano que o processo de construção dos condomínios ocorre, acompanhando todas as variações estruturais das cidades ao longo dos anos (DAMODARAN, 2004). Como consequência disso os espaços residenciais se tornaram lugares que precisam ser bem organizados e a saída para atender essa demanda utilizando a mesma área foi verticalizar, isto é, construir edifícios. Desta Lobato (1995), o autor do livro “Espaço Urbano”, afirma que os prédios e condomínios são os modelos de moradia do século XX. Isso fez com que cada vez mais famílias morem e dividam o mesmo espaço, necessitando de serviços de interesse comuns para que haja uma melhor qualidade de vida e segurança dos moradores.

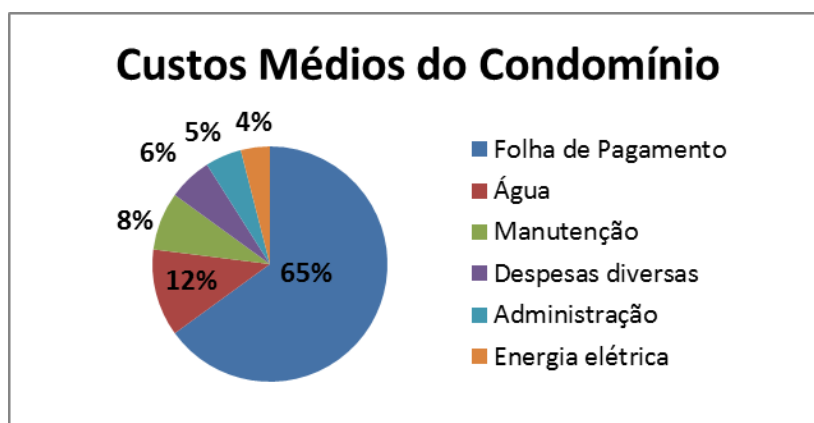
Por isso, a cada dia as construções estão mais voltadas para a busca de alternativas que mantenham os condôminos protegidos e bem alojados. Uma das formas de aumentar a segurança nestas edificações é a instalação de uma portaria onde o porteiro tem a responsabilidade de controlar o fluxo das pessoas e cuidar de possíveis violações. No entanto, esse sistema apresenta muitas falhas, o porteiro não representa uma segurança, muitas vezes é o primeiro a sofrer com assaltos, liberando os acessos ao condomínio. Em geral, há problemas na liberação de visitantes, prestadores de serviço e pessoas não autorizadas, pela falta de padronização. O condomínio sofre com faltas, atrasos e desvio de função desses porteiros, além de ser um processo bastante improdutivo, pois o porteiro fica muito tempo ocioso em seu serviço. Outra desvantagem é o alto custo desses funcionários, isso pesa na taxa paga pelos condôminos por um serviço que não atende todas as necessidades.

Esse é um problema vivido atualmente, e de acordo com Vinod Khosl, fundador do grupo de capital de risco Khosla Ventures: “Todo grande problema é uma grande oportunidade de negócio”. Nesse contexto, este artigo buscou responder o seguinte problema de pesquisa: É viável a implantação de portarias a distância em que o porteiro gerencia mais de um condomínio ao mesmo tempo?

2. Portarias residenciais

Os sistemas físicos de um edifício que têm por finalidade dar suporte às atividades dos usuários, suprindo-os com os insumos necessários e propiciando os serviços requeridos, denominam-se Sistemas Prediais (GONÇALVES, 1993). A portaria é o principal ponto do sistema de segurança do condomínio, pois por ela circulam todas as pessoas, materiais e veículos que entram ou saem deste, de forma regular. O porteiro/vigia tem por função normal controlar essa circulação através da identificação de pessoas, funcionários do condomínio, empregados de condôminos, visitantes, entregadores de serviço, entrada e saída de veículos e conferência de mercadorias deixadas na portaria. Para isto, cada condomínio deve adotar suas normas de procedimento a fim de que atenda às suas peculiaridades, propiciando as condições mínimas de trabalho aos funcionários da portaria, principalmente no tocante a segurança, equipamentos adequados ao serviço, iluminação, e outros de acordo com as características do condomínio (GODOY, 2009). Para o funcionamento de uma portaria 24 horas são necessários 4 porteiros normalmente com jornada de escala unificada de 12x36 (12 horas de trabalho por 36 de descanso). Eles podem ser contratados diretos pelos condomínios ou por uma empresa terceirizada. De acordo com Roberto Farias da F&F Administradora de Condomínios o valor para uma portaria 24 horas terceirizada na região de Curitiba gira em torno de R\$ 17 mil mensais isso representa em torno de 65% dos custos médios do condomínio (Figura 1).

Figura 1 - Custos Médios do Condomínio



Fonte: Farias (2015)

Segundo Gonçalves (1993), o conceito de Qualidade em Sistemas Prediais deve ser entendido como a satisfação do usuário, implicando na otimização de três variáveis multifuncionais: desempenho técnico do sistema, custos envolvidos e prazos adequados. O desempenho técnico dos Sistemas Prediais (operacional) está intimamente ligado ao grau de atendimento às exigências de seus usuários. Deve-se salientar que usuário neste caso não se limita aos condôminos, mas todos que de alguma forma se relacionam com o sistema edifício. Assim, podem-se considerar os moradores, visitantes, prestadores de serviço, gestores e etc (GONÇALVES, 1993). O conceito de portaria remota visa utilizar a tecnologia para fazer o monitoramento e controle de acesso dos portões do condomínio em tempo real, diretamente de uma central de atendimento (COELHO, 2014). Ou seja, é um serviço de portaria em que o atendimento de porteiro é efetuado a distância. O atendente fica na segurança de uma central de atendimento, e todo o processo de comunicação, autorização e liberação de acesso (seja pessoas ou veículos) entre o visitante e morador é efetuado através de funcionalidades do software de controle de acesso.

Na prática, o condomínio vai trocar o serviço de várias pessoas por uma equipe treinada em monitoramento, capaz de responder as demandas dos condôminos com uma comunicação efetiva e direta. Da mesma forma de um condomínio com portaria presencial, o sistema de portaria remota viabiliza a comunicação entre o visitante e os moradores, fazendo todo o controle de acesso e monitoramento das imagens do condomínio, liberando ou não a abertura de portas e portões da Central 24 horas. Esses procedimentos são registrados em áudio e vídeo na central, as informações referentes a todos os acessos podem ser solicitadas através de relatórios. Caso tenha um prestador de serviço, podem-se gerar relatórios dos horários de cartão ponto, liberar os dias e horários que ele pode ter acesso ao condomínio (COELHO, 2014).

O sistema de portaria remota pode ser aplicado em estabelecimentos residenciais e comerciais que não possuem porteiros presenciais, onde existam porteiros em apenas alguns períodos do dia ou naqueles que desejam migrar

a forma da portaria convencional para um sistema moderno, que apresenta um melhor custo e tornando o condomínio um lugar mais seguro e padronizado.

Os principais benefícios ao condomínio seriam (COELHO, 2014):

- porteiro não correria o risco de ser rendido por estar na segurança da central de monitoramento
 - Uso de tecnologia de análise de imagem e sensores para detecção de acessos não autorizados
 - Acionamento de sirenes visuais e de áudio, e da polícia remotamente.
 - Não ter gastos com folha de pagamento, encargos de funcionários. Sem vínculos trabalhistas.
 - Não ter preocupação com atrasos, faltas de funcionários, atestados médicos, greves de ônibus, etc.
 - Controle detalhado e registrado de todas as entradas e saídas do condomínio.
 - Funcionários capacitados e com procedimentos padronizados.
 - Poder fazer conferência entre o visitante e o morador, liberando o acesso, estando ele em casa ou não.
 - Economia com a portaria do condomínio, com redução de em torno 50% do valor de uma portaria convencional.

3. Método de pesquisa

O método utilizado nesta pesquisa foi o estudo de caso que, segundo Yin (2005), é uma estratégia de pesquisa que busca examinar um fenômeno contemporâneo, deliberadamente, divorcia o fenômeno em estudo de seu contexto. Igualmente, estudos de caso diferem do método histórico, por se referirem ao presente e não ao passado. Na Figura 2 pode-se observar de maneira visual as etapas utilizadas para o desenvolvimento da pesquisa.

Figura 2 - Visão geral da pesquisa

1ª Etapa	Identificação de oportunidades	<p>Observação de um problema</p> <p>Observação de tendências</p> <p>Analisar a possível oportunidade</p>
2ª Etapa	Coleta de dados	<p>Pesquisa sobre o nicho de mercado</p> <p>Concorrentes</p> <p>Quem são os clientes</p> <p>Potencial do negócio e tamanho do mercado</p>
3ª Etapa	Revisão bibliográfica e metodológica	<p>Tendência de crescimento</p> <p>Empreendedorismo e tipos de empreendedor</p> <p>O que já foi estudado e funcionamento do mercado de portarias</p>

4ª Etapa	Viabilidade financeira	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Riscos do investimento Indicadores utilizados Cálculos dos investimentos Projeções e cenários possíveis </div>
5ª Etapa	Análise dos indicadores	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> O que cada indicador significa Eles são confiáveis Comparação entre os indicadores Comparação entre cenários </div>
6ª Etapa	Conclusões	<pre> graph TD D{Vale a pena investir? Quais os riscos?} -- Sim --> B1[Por quê?] D -- Não --> B2[Por quê?] B1 --> C((Fim)) B2 --> C </pre>

Fonte: Os Autores (2015)

4. Estudo de caso

O negócio proposto é um serviço de portaria em que o atendimento de porteiro é efetuado a distância. O atendente fica na segurança de uma central de atendimento, e todo o processo de comunicação, autorização e liberação de acesso (seja pessoas ou veículos) entre o visitante e morador é efetuado através de funcionalidades do software de controle de acesso. O principal produto é a realização da portaria sem o porteiro físico no local, no entanto, outros serviços de segurança eletrônica e automação do condomínio podem ser ofertados. A empresa visa solucionar o problema existente em relação à segurança em condomínios. Hoje os porteiros passam uma falsa impressão de segurança e normalmente não cumprem com as suas funções com qualidade, além de gerarem grandes custos para o condomínio. O diferencial da empresa é fazer todo esse serviço utilizando a tecnologia para aperfeiçoar essa função, diminuindo erros com a padronização e melhorando o uso dos recursos humanos.

Em comparação com as outras empresas que estão iniciando nesse setor é a única que utiliza sistema de biometria, representando mais segurança e pessoalidade dos acessos, podemos fazer a ligação direta entre a central e o morador usando o interfone já existente na residência, ou caso o morador queira efetuar um atendimento à distância, ligamos para o celular, fazendo uma comunicação entre o visitante, morador e atendente remoto. O custo de aquisição de clientes depende da situação econômica do condomínio. Caso o condomínio não possua fundos para investimento há a possibilidade de fazermos o investimento dos equipamentos para o cliente, diluindo o valor nas mensalidades (margem de lucro maior), o condomínio não precisará desembolsar nenhum valor para utilizar o sistema. Seria utilizada tecnologia de ponta com a integração entre softwares diferentes, não existe nenhuma empresa grande do setor a nível nacional, somente empresas locais recentes que prestam um serviço similar. Os clientes são condomínios residenciais e comerciais que apresentam ou não portaria presencial de até 100 unidades e como é um sistema via internet de fibra ótica pode-se atender qualquer condomínio do Brasil de uma central local.

4.1 Cálculo do tamanho do mercado

Os condomínios representam quase um terço do total de entidades sem fins lucrativos do país (27,5%). É o que mostrou nesta segunda-feira o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Ainda de acordo com o IBGE o número de condomínios registrados em 2010 era de 153.441. Segundo com o Secovi (Sindicato do Mercado Imobiliário) a taxa de crescimento em sete anos foi de 23%. Considerando um crescimento linear foi levada essa proporção para os próximos 5 anos: Se em 7 anos o crescimento foi de 23%, em 5 anos o crescimento será de 16,43%. Assim: $153.441 + 16,43\% (153.441) = 178.649$ (mercado total). Ao mesmo tempo, o Brasil teve um aumento de 43% no número de apartamentos, que passou de 4,3 milhões em 2000 para 6,1 milhões em 2010.

Dos 57,3 milhões de domicílios, mais de 1 milhão está em vilas e condomínios. As regiões Sudeste e Nordeste são as que mais apresentam esse tipo de moradia, somando juntas 170,6 mil unidades. De acordo com a empresa de administração paulistana Lello em São Paulo existem 51 mil condomínios residenciais no estado de São Paulo, e desses 4.980 são denominados “grandes conjuntos”, com três ou mais torres (9,43%). Esse não é um mercado em potencial para a portaria remota, pois para grandes conjuntos o preço da portaria convencional fica mais diluído e como há muitas pessoas morando no mesmo local os porteiros não apresentam muito tempo ocioso se comparados a condomínios menores. Também, de acordo com a empresa de administração citada acima, desses condomínios residenciais, cerca de 2.133 são considerados “condomínios de alto padrão” com alta renda de seus moradores (4,18%). Apesar de um sistema de portaria remota aumentar a segurança nesses condomínios de alto padrão eles não irão entrar no mercado disponível por não se importar por custos elevados em ter porteiros presenciais.

Para calcular o mercado disponível foi levada as proporções de “grandes conjuntos” e “condomínios de alto padrão” do estado de São Paulo para o nível nacional. Dos 178.649 condomínios existentes vamos subtrair os 9,43% deles que são grandes conjuntos e 4,18% que são de alto padrão:

$$178.649 - 178.649 (9,43\%) - 178.649 (4,18\%) = 154.335$$

O mercado disponível seria em torno de 154.335 condomínios a nível nacional. Para saber o tamanho do mercado em termos financeiros multiplicamos o mercado disponível pelo valor do ticket médio (R\$ 7.000,00). $154.335 \times R\$ 7.000,00 = 1.080.345.000,00$

O tamanho do mercado é de R\$ 1.080.345.000 (um bilhão, oitenta milhões, trezentos e quarenta e cinco mil reais) mensais. Ou R\$ 12.964.140.000 (doze bilhões novecentos e sessenta e quatro milhões e cento e quarenta mil reais). Se, por exemplo, a empresa conseguir 5% desse mercado no futuro, pode-se estimar um faturamento anual de R\$ 648.207.000 (seiscentos e quarenta e oito milhões, duzentos e sete mil reais).

4.2 Análise de viabilidade financeira

A planilha utilizada como base para a análise de viabilidade foi a que o SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e Pequenas Empresas) oferece. Essa escolha foi baseada na familiaridade dos bancos e investidores com ela. Uma das exigências do Banco Fomento Paraná para concessão de linhas de crédito a micro e pequenas empresas é que elas preencham a análise financeira na planilha de plano de negócios do SEBRAE. Após reunir as informações sobre as estimativas de faturamento e os custos totais (fixos e variáveis), é possível prever o resultado da empresa, verificando se ela possivelmente irá operar com lucro ou prejuízo. No DRE de caixa pode-se resumir o projeto de investimento. Estima-se os valores de faturamento e de despesas de acordo com os cenários já descritos. Na Tabela 1 estão os resumos do fluxo do DRE dos cinco primeiros anos, nos cenários provável, pessimista e otimista.

Tabela 1- Fluxo de caixa anual nos três cenários

1º ano				
		Cenário		
		Provável	Pessimista	Otimista
Quadro	Descrição	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Valor (R\$)
	1. Receita total com vendas	R\$ 546.000,00	R\$ 294.000,00	R\$ 1.176.000,00
	2. Custos variáveis totais + investimentos	R\$ 290.050,00	R\$ 129.150,00	R\$ 698.100,00
	3. Margem de contribuição (1-2)	R\$ 255.950,00	R\$ 164.850,00	R\$ 477.900,00
	4. (-) Custos fixos totais	R\$ 306.612,25	R\$ 245.289,80	R\$ 398.595,93
	5. Lucro/Prejuízo Operacional (3-4)	-R\$ 50.662,25	-R\$ 80.439,80	R\$ 79.304,07

2o ano				
		Cenário		
		Provável	Pessimista	Otimista
Quadro	Descrição	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Valor (R\$)
	1. Receita total com vendas	R\$ 2.100.000,00	R\$ 1.050.000,00	R\$ 4.704.000,00
	2. Custos variáveis totais + investimentos	R\$ 784.700,00	R\$ 406.700,00	R\$ 1.698.600,00
	3. Margem de contribuição (1-2)	R\$ 1.315.300,00	R\$ 643.300,00	R\$ 3.005.400,00
	4. (-) Custos fixos totais	R\$ 541.681,64	R\$ 490.579,60	R\$ 878.955,12
	5. Lucro/Prejuízo Operacional (3-4)	R\$ 773.618,36	R\$ 152.720,40	R\$ 2.126.444,88

3o ano				
		Cenário		
		Provável	Pessimista	Otimista
Quadro	Descrição	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Valor (R\$)
	1. Receita total com vendas	R\$ 4.662.000,00	R\$ 2.604.000,00	R\$ 9.282.000,00
	2. Custos variáveis totais + investimentos	R\$ 1.466.100,00	R\$ 885.500,00	R\$ 2.782.200,00
	3. Margem de contribuição (1-2)	R\$ 3.195.900,00	R\$ 1.718.500,00	R\$ 6.499.800,00
	4. (-) Custos fixos totais	R\$ 919.836,75	R\$ 797.191,80	R\$ 1.400.195,94
	5. Lucro/Prejuízo Operacional (3-4)	R\$ 2.276.063,25	R\$ 921.308,20	R\$ 5.099.604,06

4o ano				
		Cenário		
		Provável	Pessimista	Otimista
Quadro	Descrição	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Valor (R\$)
	1. Receita total com vendas	R\$ 7.434.000,00	R\$ 4.620.000,00	R\$ 14.322.000,00
	2. Custos variáveis totais + investimentos	R\$ 2.020.500,00	R\$ 1.288.700,00	R\$ 3.790.200,00
	3. Margem de contribuição (1-2)	R\$ 5.413.500,00	R\$ 3.331.300,00	R\$ 10.531.800,00
	4. (-) Custos fixos totais	R\$ 1.410.416,35	R\$ 1.164.126,55	R\$ 1.982.759,22
	5. Lucro/Prejuízo Operacional (3-4)	R\$ 4.003.083,65	R\$ 2.167.173,45	R\$ 8.549.040,78

5o ano				
		Cenário		
		Provável	Pessimista	Otimista
Quadro	Descrição	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Valor (R\$)
	1. Receita total com vendas	R\$ 10.458.000,00	R\$ 6.804.000,00	R\$ 19.362.000,00
	2. Custos variáveis totais + investimentos	R\$ 2.640.150,00	R\$ 1.725.500,00	R\$ 4.798.200,00
	3. Margem de contribuição (1-2)	R\$ 7.817.850,00	R\$ 5.078.500,00	R\$ 14.563.800,00
	4. (-) Custos fixos totais	R\$ 1.900.995,95	R\$ 1.870.334,73	R\$ 2.636.865,35
	5. Lucro/Prejuízo Operacional (3-4)	R\$ 5.916.854,05	R\$ 3.208.165,27	R\$ 11.926.934,65

Fonte: Os autores (2015)

4.3 Indicadores de viabilidade

Baseado no DRE foi possível calcular os indicadores de viabilidade do negócio.

Para o cálculo do VPL será utilizada uma TMA de 20% a.a., ou seja, 1,5309% a.m. A indicação deste valor de taxa, o mínimo exigido pelos acionistas, foi feita a partir da avaliação de que este é um projeto que requer um valor de investimento considerado alto e, apesar do seu elevado retorno, apresenta alguns riscos. O cálculo do payback obedeceu a Equação 1:

$$Payback = \text{número de períodos com saldo negativo} + \frac{\text{saldo negativo abatido no período de retorno}}{\text{fluxo de caixa do período de retorno}} \tag{1}$$

Cenário provável

$$Payback = 16 + \frac{42.104,10}{54.318,37} = 16,77 \text{ meses}$$

O retorno do investimento acontece após 16,77 meses.

Cenário pessimista

$$Payback = 25 + \frac{11.977,57}{44.097,96} = 25,27 \text{ meses}$$

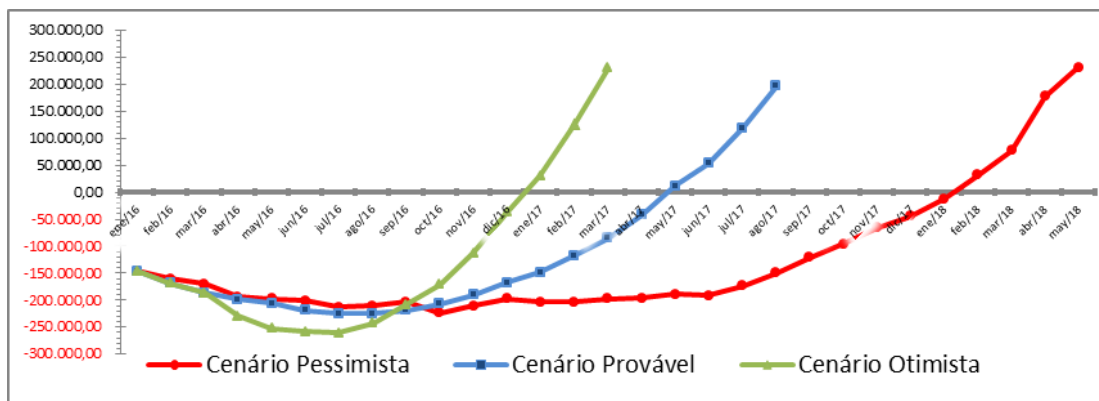
O retorno do investimento acontece após 25,27 meses.

Cenário otimista

$$Payback = 12 + \frac{37.852,05}{68.997,96} = 12,55 \text{ meses}$$

Na Figura 3 pode-se observar o lucro / prejuízo acumulado nos três cenários saindo do ponto inicial de investimento fixo até ter caixa acumulado de zero que é quando o payback (retorno do investimento) acontece.

Figura 3. Lucro / Prejuízo acumulado em três cenários



Fonte: Os Autores (2015)

Para o cálculo do VPL (Equação 2) foi utilizada a TMA de 20% a.a. ou 1,5309% a.m. Onde: VPL – Valor presente líquido, FCo – Investimento inicial do projeto, FCt – Valor das entradas de caixa, k – Custo de capital da empresa (TMA), FCo = R\$ 224.512,26 e k = 1,5309% a.m.

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t} - FC_0 \tag{2}$$

Se o Valor Presente Líquido foi maior que zero quer dizer que o seu dinheiro valorizou com o tempo, quanto maior o valor do VPL melhor o investimento. Na tabela 2 estão os valores calculados para os 5 anos da empresa nos cenários possíveis.

Tabela 2 - Valor Presente Líquido para 5 anos em três cenários

	VPL 1° ano (t=12)	VPL 2° ano (t=24)	VPL 3° ano (t=36)	VPL 4° ano (t=48)	VPL 5° ano (t=60)
Provável	-R\$ 279.043,97	R\$ 291.205,22	R\$ 1.706.588,76	R\$ 3.792.794,05	R\$ 6.368.055,50
Pessimista	-R\$ 302.970,79	-R\$ 192.721,34	R\$ 376.394,77	R\$ 1.504.007,34	R\$ 2.886.637,48
Otimista	-R\$ 171.502,96	R\$ 1.404.604,65	R\$ 4.584.432,90	R\$ 9.045.199,13	R\$ 14.241.283,24

Fonte: Os autores (2015)

A Taxa Interna de Retorno é calculada de acordo com a Equação 3. Onde FCo – Investimento inicial do projeto, FCt – Valor das entradas de caixa e k – Taxa Interna de Retorno.

$$VPL = 0 = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t} - FC_0 \quad (3)$$

A tabela 3 mostra que a TIR é bastante superior a taxa mínima de atratividade após o primeiro ano. O retorno no final do quinto ano está entre 8,81% a 17,21% mensais, muito superiores aos 1,5309% da TMA.

Tabela 3 - Taxa Interna de Retorno ao mês para 5 anos em três cenários

	TIR ao mês				
	TIR 1° ano (t=12)	TIR 2° ano (t=24)	TIR 3° ano (t=36)	TIR 4° ano (t=48)	TIR 5° ano (t=60)
Provável	-13,71%	7,81%	11,42%	12,29%	12,54%
Pessimista	-19,81%	-1,15%	6,10%	8,17%	8,81%
Otimista	-1,62%	14,73%	16,77%	17,14%	17,21%

Fonte: Os autores (2015)

O retorno sobre investimento é calculado segundo a Equação 4. Os cálculos da rentabilidade para os 5 anos estão na tabela 4.

$$RSI = \frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Ativo Total}} \times 100 \quad (4)$$

Tabela 4 - Retorno sobre investimento para 5 anos em três cenários

Cenário	1° ano	2° ano	3° ano	4° ano	5° ano
Provável	-22,6%	344,6%	1013,8%	1783,0%	2635,4%
Pessimista	-35,8%	68,0%	410,4%	965,3%	1428,9%
Otimista	35,3%	947,1%	2271,4%	3807,8%	5312,4%

Fonte: Os autores (2015)

Para o cálculo da margem de contribuição foi utilizada a Equação 5.

$$\text{Índice da Margem de Contribuição} = \frac{\text{Receita Total} - \text{Custo Variável Total}}{\text{Receita Total}} \quad (5)$$

$$\text{Índice da Margem de Contribuição} = \frac{7.000 - 1.400}{7.000} = 0,8$$

Assim o Ponto de Equilíbrio é calculado (Equação 6). Para atingir o Ponto de Equilíbrio são necessários 3,65 condomínios.

$$PE = \frac{\text{Custo Fixo Total}}{\text{Índice da Margem de Contribuição}} \quad (6)$$

$$PE = \frac{20440,82}{0,8} = 25551,02 / 7000,00 \text{ (ticket médio)} = 3,65$$

Para calcular a lucratividade foi usada a equação 7. Os resultados estão na Tabela 5.

$$\text{Lucratividade} = \frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Receita Total}} \times 100 \quad (7)$$

Tabela 5 - Lucratividade em 5 anos em três cenários

Cenário	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano
Provável	-9,3%	36,8%	48,8%	53,8%	56,6%
Pessimista	-27,4%	14,5%	35,4%	46,9%	47,2%
Otimista	6,7%	45,2%	54,9%	59,7%	61,6%

Fonte: Os autores (2015)

A tabela 6 apresenta o resultado dos indicadores financeiros para o cenário provável, pessimista e otimista no final do quinto ano da empresa.

Tabela 6 - Indicadores financeiros para três cenários

	Indicadores no final do 5º ano		
	Provável	Pessimista	Otimista
Payback (meses)	16,77	25,27	12,55
VPL	R\$ 6.368.055,50	R\$ 2.886.637,48	R\$ 14.241.283,24
TIR ao mês	12,54%	8,81%	17,21%
RSI	2635,40%	1428,90%	5312,40%
Lucratividade	56,60%	47,20%	61,60%

Fonte: Os autores (2015)

Considerando a margem de contribuição de 80% e a taxa mínima de atratividade de 1,5309% a.m. O ponto de equilíbrio é de 3,65 clientes. O payback do investimento inicial acontece entre 13 e 26 meses, um tempo longo para alguns investidores, ainda mais se tratando de uma empresa que apresenta um conceito novo e que não há um histórico de empresas parecidas no setor. No entanto, analisando todos os indicadores, mesmo olhando somente o cenário pessimista, fica evidente a oportunidade de investimento a longo prazo. O Valor Presente Líquido maior que zero já diz que um investimento vale a pena, algum valor acima de zero já é melhor que a taxa mínima de atratividade que nesse caso foi considerada um valor alto 20% ao ano, por apresentar alguns riscos, deve-se esperar um retorno maior. Nesse caso o VPL apresentou valores de vários milhões de reais, comprovando junto com a Taxa Interna de Retorno que está entre 8,81 a 17,21% ao mês a superioridade desse investimento se comparado a taxa mínima de atratividade (1,5309% mês - 20% ao ano). O retorno sobre o investimento assim como a lucratividade apresentam níveis incríveis para os investidores, e ambos crescem consideravelmente com o passar dos anos.

5. Considerações finais

Para empreender é necessário superar desafios e quanto mais preparado o empreendedor está mais são suas chances de sucesso no futuro. Atualmente, com o aumento da competitividade e as alterações no padrão de consumo, as organizações necessitam meios de diferenciar-se da concorrência. O empreendedor, além de se encaixar no perfil, precisa encarar problemas como oportunidades e saber identificar vantagens competitivas. Para isso ferramentas são necessárias para auxiliar nas tomadas de decisões. A planilha do Sebrae utilizada como base apresenta facilidade organizacional para entrada de dados. No entanto, para o cálculo e projeção do faturamento ela não exibe a possibilidade de aumento gradual da estimativa e não trabalha com serviços que compram mensalidades de seus clientes, como é o caso. Isso gera indicadores não confiáveis e demonstrativos de resultados que não condizem com os dados. Para solucionar esse problema foi exportada a planilha e reprogramada as funções dos indicadores. O presente artigo teve como objetivo geral a análise de viabilidade financeira para a implantação de uma empresa que presta serviço de portaria remota, possibilitou, também, a observação de carências do mercado e insatisfação com relação a portaria convencional.

A empresa visa ter ganho de produtividade no processo de portaria, apresenta uma inovação no serviço e possui um grande mercado disponível, caracterizando como uma empresa de alto impacto e escalável. No decorrer do estudo apresentou-se a importância da análise de investimento, assim como dos critérios e métodos utilizados para a decisão do investimento. Com a análise financeira e dos indicadores, apesar do seu payback ser um pouco mais longo do que algumas empresas convencionais, constatou-se que em qualquer cenário a empresa apresentou ótimos resultados. Dessa forma, ao agrupar todos os resultados, é plausível afirmar que esse empreendimento é viável em todos os indicadores utilizados, superando com grande significância o custo de oportunidade do investimento inicial. Logo, pode-se dizer que os objetivos propostos no início da pesquisa foram alcançados. Contudo, vale a pena lembrar que o risco e a incerteza estão sempre presentes, de modo que a constante análise do ambiente que a empresa se insere deve ser realizada para garantir que mudanças do mercado não venham a prejudicá-la. Certamente a parte tecnológica e mesmo financeira não seriam os principais obstáculos a serem vencidos, mas sim a cultura das pessoas sobre a necessidade da existência dos porteiros, visto que além da falsa sensação de segurança, existe uma questão de conforto, fato que é facilmente contornável em termos operacionais, mas não em termos culturais.

Referências

- COELHO, D. 2015. Portaria Virtual Segura. Disponível em:<<http://www.sindiconet.com.br/12269/Informese/Coluna-De-Olho-no-Mercado/Portaria-virtual-segura>>. Acesso em: 25/11/2015.
- GODOY, J. E. 2009. Técnicas de Segurança em Condomínios. São Paulo, 2ª Edição, SENAC.
- GONÇALVES, O. M. 1993. Sistemas prediais: avanços conceituais e tecnológicos. ANTAC, São Paulo. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- YIN, R.K.. 2005. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman.
- DAMODARAN, A. 2004. Finanças Corporativas: Teoria e Prática. Porto Alegre: Bookman.
- DEGEN, R. J. O. 2009. Empreendedor: empreender como opção de carreira. São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- DOLABELA, F. 1999. O Segredo de Luísa. Uma ideia, uma paixão e um plano de negócios: Como nasce um empreendedor e se cria uma empresa. São Paulo: Cultura.
- DORNELAS, J. C. A. 2008. Empreendedorismo: transformando ideias em negócios. 2. ed. rev. atual Rio de Janeiro: Campus..
- GEM. 2012. Relatório Global Entrepreneurship Monitor. Babson College, Babson Park, MA, United States, p. 1-85.
- GROPPELLI, A. A.; NIKBAKHT E. 2002. Administração financeira. São Paulo: Saraiva.
- HAYATI, D; KARAMI, E.; SLEE, B. 2006. Combining qualitative and quantitative methods in the measurement of rural poverty. Social Indicators Research, v.75, p.361-394, springer.

4TC-A8-Análise de Viabilidade de Negócio: Método de Pagamento de Faturas Remoto para Bares, Restaurantes e Casas Noturnas

Nícolás Eugênio Martins Martinhão
(nicmmar@hotmail.com, DEP – UFPR)

Adriana de Paula Lacerda Santos
(adrianapls1@gmail.com, PPGECC-UFPR)

Resumo

Este artigo apresenta uma análise de viabilidade da criação de uma empresa que apresenta método para pagamento de faturas de maneira remota para bares, restaurantes e casas noturnas. É feita uma apresentação do problema das filas no pagamento da fatura nestes estabelecimentos e do mercado consumidor direto e indireto. Para chegar a resposta se é viável ou não a criação desta empresa, é usado o plano financeiro desenvolvido pelo Sebrae (2007) em que são calculados todos os custos de comercialização e as expectativas de faturamento do negócio. Para embasar a resposta da viabilidade, também foram calculados os indicadores de viabilidade do negócio proposto.

Palavras-chave: *Plano financeiro. Análise de viabilidade. Indicadores de viabilidade. Pagamento de faturas remotamente. Casas noturnas*

1 Introdução

Os habitantes de centros urbanos, procuram um passatempo seja para se distraírem, socializarem ou aliviarem o estresse do dia-a-dia. Assim, um tipo de entretenimento comumente procurado pelas pessoas são os bares, restaurantes e casas noturnas.

Segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação - Abia, em 2013 32,9% da alimentação das pessoas foi feita fora de casa. Um grande crescimento se comparado com a década de 90 quando cerca de 20% das refeições eram feitas desta forma.

O crescimento do setor tem favorecido a criação de novos estabelecimentos e novos investimentos na área, gerando novos empregos e novas oportunidades para empreender. De forma análoga ocorre o aumento da concorrência e a demanda por serviços cada vez mais eficientes e sofisticados, seja para melhorar a gestão do empreendimento ou para atender as expectativas dos clientes garantindo desta forma sua preferência no consumo (Sebrae, 2012).

No Brasil, a expectativa de crescimento é ainda maior. Se comparado a países desenvolvidos como os Estados Unidos da América, onde o percentual do consumo de alimentos fora do lar chegou a 51% em 2006 (Sebrae, 2012). Este modelo de consumo tende a aumentar no Brasil a medida que a renda média da população brasileira cresça, a vida das pessoas torna-se cada vez mais agitada e exista mais opções para se alimentar. Por esse motivo, empreender no setor alimentício ou de entretenimento como casas noturnas e bares pode ser uma oportunidade de negócios.

O empreendedorismo, conceito difundido no Brasil principalmente depois da década de 90 (Dornelas, 2009), tem recebido especial atenção principalmente por parte do governo devido a preocupação da criação de pequenas empresas e da necessidade da diminuição da mortalidade desses empreendimentos.

Harper (1991) afirma que “em países menos desenvolvidos, o encorajamento de atividades empreendedoras é uma maneira recomendada de estimular crescimento econômico”. O grande desafio é multiplicar esses empreendedores que geram resultados positivos para a economia de um país em desenvolvimento como o Brasil.

Por este motivo, diversas são as iniciativas que incentivam o empreendedorismo em todas as regiões tais como (Teles, 2012): investimentos em educação empreendedora e em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias, e maior facilidade de acesso ao capital para projetos empreendedores.

O empreendedorismo está ligado diretamente à inovação, ou seja, a capacidade de fazer coisas novas e de maneira diferente (Filion, 2004). É ela que motiva a criação de novos produtos e serviços, e que garante um diferencial em um mercado competitivo garantindo também o sucesso do empreendimento em questão.

Analisando o público alvo do empreendimento que foi estudado neste trabalho, a constante busca das pessoas por entretenimento ou alimentação fora de casa, as casas noturnas, bares e restaurantes estavam sempre na lista de opções. Além da alimentação as pessoas afirmaram que desejam socializar e reencontrar os amigos, fato este que ocorre em um ambiente público, que contenha opções para consumo desde bebidas a comidas. Juntamente com estes ambientes estão as casas noturnas, onde as pessoas frequentam com o intuito de se divertir, socializar, ouvir música e dançar.

Por isso, o empreendedorismo baseado na inovação na prestação de serviços na área de bares, restaurantes e casas noturnas pode ser um grande sucesso. Neste contexto, esta pesquisa buscou responder o seguinte problema: O serviço de pagamento de faturas remoto é viável financeiramente para bares, restaurantes e casas noturnas?

2 Empreendedorismo

O termo “entrepreneur” de origem francesa significa aquele que assume riscos e cria algo inteiramente novo (Chiavenato, 2009). Em todas definições de empreendedorismo, são considerados alguns aspectos fundamentais referentes ao empreendedor (Dornelas, 2009): ele tem iniciativa para criar um negócio, mas além disso deve ter paixão pelo que faz; utiliza os recursos que tem em mãos de forma criativa, transformando o ambiente econômico e social onde vive e assume riscos calculados e até a possibilidade de fracassar.

O processo empreendedor possui todas as funções que estão associadas a criação de novas empresas. São elas: o processo de criar algo novo, que tenha valor em um mercado; a devoção e o comprometimento de tempo e esforço para fazer sua empresa ou sua ideia alcançarem o sucesso; os riscos calculados precisam ser assumidos, e muito ânimo para seguir em frente mesmo após falhas e erros no processo.

Além disso, o termo não é apenas utilizado para pessoas que iniciam seu negócio, mas também para aquelas pessoas que herdaram ou adquiriram empresas, ou qualquer pessoa envolvida no negócio e que possua a intenção de inovar e assumir riscos para gerar um negócio de sucesso. Este último caso nos leva ao termo “intraempreendedorismo”. Sonho de toda companhia, este termo é utilizado para classificar colaboradores empenhados com a inovação e que têm o sentimento de que a empresa deve assumir riscos para progredir (Chiavenato, 2014). Basicamente, é a pessoa que pensa como um empreendedor mas trabalha para uma companhia, por isso é importante que a cultura da empresa dê oportunidades a pessoas assim, caso contrário o colaborador se sentirá desmotivado à inovar, podendo inclusive deixar a companhia.

Pessoas relacionadas com o empreendedorismo são consideradas referência no mundo dos negócios, pois elas geram novos empregos, introduzem inovações e geram riqueza incentivando o crescimento econômico da região e do país. Não são simplesmente geradores de bens e serviços, mas são fontes de energia e enxergam a oportunidade e decidem correr o risco, muitas vezes investindo em novas áreas que possuem um futuro promissor (Chiavenato, 2014).

Dessa forma, além do empreendedor criar novos negócios, ele consegue revitalizar negócios existentes. Por isso sua atividade é constantemente associada à incerteza, principalmente quando o empreendedor está envolvido em algo realmente novo, como no caso da Google, YouTube, Amazon, etc. Porém nem só de novidades vive o empreendedor, ele pode também enxergar uma oportunidade em um mercado saturado como o de refrigerantes, mas nada garante que haverá espaço para um novo jogador em uma área que é dominada por gigantes como Coca-Cola, e Pepsi ou AmBev (no Brasil) (Chiavenato, 2014).

No Brasil, a cultura do empreendedorismo é bastante difundida. A Taxa Total de Empreendedores ou Taxa Total de Empreendedorismo (TTE) no país é de 30,2%, o que coloca o Brasil a frente da média do conjunto de 67 países onde o estudo do GEM é realizado. Ou seja, 30,2% da população entre 18 e 64 anos, ou 36 milhões de brasileiros estão envolvida com algum tipo de empreendimento, o que coloca o país na 10ª posição no ranking mundial (GEM, 2012).

2.1 Análise financeira

A análise financeira é baseada em documentos contábilísticos da empresa: balanço, demonstração de resultados, demonstração de fluxo de caixa, entre outros (Silva, 2013). Basicamente ela utiliza os alguns dados de contabilidade para fazer uma análise do desempenho da empresa. As demonstrações financeiras visam demonstrar o desempenho financeiro, fluxo de caixa e balanço da empresa.

No âmbito do plano financeiro que será demonstrado neste trabalho, a análise financeira é utilizada para mostrar os resultados esperados de uma empresa fictícia, de forma que no final do exercício obtenha-se a resposta quanto a viabilidade ou não de abertura do investimento. Para essa resposta, juntamente com a análise financeira alguns indicadores de viabilidade do negócio devem ser calculados (Sebrae, 2007):

- Ponto de equilíbrio: aqui é calculado o valor total do faturamento para que todos os custos da empresa sejam abatidos. Ele é calculado como uma divisão entre o custo fixo total pelo índice da margem de contribuição (porcentagem do custo variável total subtraído da receita total, sobre a receita total) no período;
- Lucratividade: mede o lucro que a empresa terá em relação às vendas. É um dos principais indicadores para a empresa, pois ele significa quão compatível está a empresa no mercado. É calculado como a porcentagem do lucro líquido sobre a receita total;
- Rentabilidade: indica a atratividade de investir no negócio, pois mede o retorno do capital do investidor. É obtido como uma porcentagem do lucro líquido em um período de tempo sobre o investimento total. Ele mostra a porcentagem valor investido que será recuperado no dado período, que normalmente é em de 1 mês ou 1 ano.
- Prazo de retorno do investimento: também é um indicador que mostra a atratividade do negócio. Ele indica em quanto tempo de funcionamento do empreendimento será necessário para que o investidor recupere o valor necessário na abertura da empresa. É calculado como uma divisão do investimento total pelo lucro líquido no período de tempo. Normalmente é calculado em anos.

2.2 O método tradicional de pagamento de faturas

Nos ambientes comerciais de restaurantes, bares e casas noturnas o consumo e registro dos alimentos ou bebidas consumidos pelos seus clientes sempre foi feito da mesma forma. Este último é feito em um sistema do próprio estabelecimento ou então em comandas que são distribuídas ao cliente. Ao final de sua permanência, o cliente deve fechar e pagar sua conta, podendo este ser feito na própria mesa, comum em restaurantes, ou então ele deve dirigir-se ao caixa portando sua comanda ou algo que seja usado para identificar seu consumo.

Quando existe um grande fluxo de pessoas tentando fazer o mesmo surge a fila, que atrasa a saída dos clientes do estabelecimento. Este é um fato desagradável pois pessoas não gostam de esperar, elas se sentem inúteis quando precisam fazê-lo para algum fim (Larson, 1987). Além disso, alguns fatores influenciam a decisão de muitas pessoas deixarem o recinto ao mesmo tempo, como o término da apresentação de uma banda ou o horário de fechamento do estabelecimento. Por esses motivos, existe uma oportunidade de mercado, em que é possível empreender com ideias inovadoras de serviço.

Uma opção para evita este tipo de transtorno para os clientes é a ideia proposta neste trabalho: um sistema em que o cliente possa pagar sua conta diretamente de seu smartphone, utilizando um aplicativo ou site onde ele precise apenas informar sua comanda, mesa ou algum outro dado que o identifique e o que foi consumido por ele. Para o correto funcionamento deste é necessário um acionamento conjunto entre sistema do estabelecimento, sistema externo de pagamento e a operadora de cartão de crédito.

3 Metodologia de pesquisa

A pesquisa em questão pode ser considerada de natureza aplicada, já que ela visa gerar conhecimento para uma aplicação prática e é dirigido à solução de um problema (Da Silva e Menezes, 2005). No caso, a aplicação prática da pesquisa é a elaboração do plano de negócios de uma nova empresa que pode inovar com um novo método para pagamentos em bares, restaurantes e casas noturnas.

Um plano de negócios é uma ferramenta para analisar a viabilidade de uma nova empresa, ou um investimento em uma empresa já existente. Ele consegue transformar em números todo o mercado que a empresa está inserida

e os resultados esperados pelo criador dela. Portanto, considerando o problema como a viabilidade de abertura de uma empresa, pode-se considerar que esta pesquisa tem uma abordagem quantitativa do problema em que grande parte dos dados terão natureza numérica, e alguns outros poderão ser quantificados (Silva e Menezes, 2005) para ao final chegar à resposta de viabilidade obtida com o plano de financeiro.

Com os dados qualitativos e quantitativos que devem ser pesquisados para a realização do plano de financeiro, a pesquisa desse trabalho pode ser considerada como exploratória. Pesquisas exploratórias têm como objetivo proporcionar familiaridade com o problema e transformá-lo mais explícito para análise dos dados ao final. Seu planejamento é bastante flexível e considera vários aspectos relativos ao fato estudado. Não há um método correto de pesquisa, porém normalmente são usados o levantamento bibliográfico, entrevistas e análise de exemplos anteriores (Gil, 2002).

Como procedimento técnico, a pesquisa em questão está classificada como Estudo de Caso. Ele basicamente consiste em estudar profundamente um objeto de modo que chegue em um nível detalhado de conhecimento.

O estudo de caso

A empresa analisada neste artigo é da área de informática, e tem como maior objetivo a criação de um método em os clientes de casa noturnas, bares e restaurantes possam pagar suas faturas remotamente através de seus smartphones ou qualquer outro dispositivo que tenha acesso à internet. Para isto, a empresa deve desenvolver um sistema de gestão do estabelecimento e um *website* com todas as funcionalidades necessárias para que os clientes fiquem satisfeitos e passem a utilizar cada vez mais o método de pagamento.

Neste artigo foi considerado que o sistema de gestão seria fornecido gratuitamente aos clientes, para facilitar a dispersão e adesão ao mesmo. A receita da empresa virá da arrecadação cobrada como um percentual da fatura paga pelo cliente do estabelecimento. Exemplificando, um cliente de uma casa noturna que gaste R\$100,00 em consumo ao utilizar o método de pagamento desenvolvido pela empresa, 2% deste valor será direcionado à receita da empresa tratada neste artigo.

Para estimar a quantidade de pessoas que utilizariam o serviço, e conseqüentemente o faturamento da empresa, foi feita uma pesquisa com 48 pessoas, consideradas público alvo de restaurantes, bares e casas noturnas. Dessas 48, 51,1% enfrenta filas nas saídas das casas noturnas, 42,5% na saída dos bares e 27,7% na saída de restaurantes. Além disso, 93% deles está disposto a utilizar um novo método de pagamento na saída dos estabelecimentos. Porém, apesar de 66% possuírem cartão de crédito, apenas 21% o utiliza regularmente, portanto a porcentagem de clientes que utilizaria o método de pagamento proposto é de cerca de 30%, número este considerado no artigo.

5 Desenvolvimento do plano financeiro

Para a realização do estudo de caso em questão foram feitas análises de custos, estimativas de faturamento, retorno do investimento e indicadores do resultado, todos eles baseados no plano financeiro de um plano de negócios. As principais etapas e dados do plano financeiro serão apresentados nos itens a seguir.

Como investimentos fixos, serão necessários cerca de 90 mil reais no início de operação da empresa. Este valor está dividido em custo de máquinas e equipamentos, como computadores e outros equipamentos eletrônicos e móveis e utensílios para escritório.

Para a abertura da empresa, alguns outros investimentos tornam-se necessários, sendo alguns deles necessários principalmente por se tratar de uma empresa de serviços em que seu produto é um software de gestão de estabelecimentos mais uma plataforma online para pagamentos.

Dessa forma, deverão ser incluídos nos custos de abertura da empresa, valores como o de abertura e registro de uma empresa no estado do Paraná, o investimento necessário para a criação do software de gestão e a homologação do mesmo, uma página na web, a reforma do escritório, custos com divulgação e a criação de uma simulação para apresentações a clientes e divulgação do serviço. Os investimentos pré-operacionais podem ser vistos no Quadro 1.

Quadro 1 - Investimentos Pré-operacionais

Investimentos pré-operacionais	R\$
Custo de abertura de uma empresa (média no Paraná)	R\$2590,00
Investimento no desenvolvimento do software	R\$4500,00
Homologação do software	R\$4000,00
Página na web	R\$10000,00
Reforma escritório	R\$10000,00
Divulgação	R\$5000,00
Protótipo (simulação)	R\$5000,00
Total	R\$41090,00

Em um primeiro momento, o negócio será focado em atender as casas noturnas, dessa forma os cálculos seguintes serão baseados nesses estabelecimentos.

Para fins de análise do faturamento da empresa, os clientes foram divididos em 3 categorias distintas com base em seu faturamento mensal e a classificação do Sebrae de micro, pequenas, médias e grandes empresas. Assim, para efeito de cálculos o mercado consumidor foi dividido em 3 grupos, sendo: Microempresas com faturamento anual de até R\$360.000,00, pequenas empresas com faturamento anual de R\$360.000,00 a R\$3.600.000,00 e médias empresas com faturamento de R\$3.600.000,00 a R\$8.400.000,00, este último corresponde ao faturamento mensal de R\$500.000,00, considerado pertencente a uma grande casa noturna. Ainda para efeitos de cálculo, foi considerado o faturamento médio do estabelecimento como a mediana entre o valor mínimo e o máximo correspondente de cada categoria. Esses dados podem ser vistos no Quadro 2.

Quadro 2 - Categorias de estabelecimentos

	Faturamento anual mínimo	Faturamento anual máximo	Mediana	Faturamento mensal
Micro	R\$0,00	R\$360000,00	R\$180000,00	R\$15000,00
Pequena	R\$360000,00	R\$3600000,00	R\$1980000,00	R\$165000,00
Média	R\$3600000,00	R\$8400000,00	R\$6000000,00	R\$500000,00

Para o estudo, com base em pesquisas feitas com clientes de casas noturnas, foi considerado que cerca de 30% dos clientes utilizaria a plataforma para pagamento online oferecida. E o valor cobrado do estabelecimento ao utilizar este método seria de 2% do valor da comanda do cliente. Os valores de faturamento médio mensal dos anos seguintes também foram reajustados pela inflação média calculada pelo índice IPCA acumulado anual dos últimos 6 anos no valor de 6,11%.

Com base em *benchmarks* foi estabelecido um número máximo de 8 clientes no primeiro ano de funcionamento da empresa. Apesar desse número alcançado, o cálculo do faturamento deve ser feito com o número médio de clientes no ano, visto que este varia mês a mês. Dessa forma, como resultado tem-se o faturamento total de R\$20.160,00, demonstrado no Quadro 3.

Quadro 3 - Estimativa de Faturamento, Ano 1

Tamanho do estabelecimento	Quantidade de clientes (média)	Faturamento médio do estabelecimento	% de vendas com método online	% cobrada pelo serviço	Faturamento Total da Empresa
Micro	2,2	R\$180000,00	30%	2%	R\$2340,00
Pequena	1,5	R\$1980000,00	30%	2%	R\$17820,00
Média	0,0	R\$6000000,00	30%	2%	R\$0,00
Total	3,7				R\$20160,00

Já no segundo ano de funcionamento da empresa, foi calculado um número máximo de clientes diretos de 15, porém da mesma forma a média de clientes calculada no ano é de 12. Assim o faturamento calculado no segundo ano é de R\$92.156,00, como visto no Quadro 4.

Quadro 4 - Estimativa de Faturamento, Ano 2

Tamanho do estabelecimento	Quantidade de clientes (média)	Faturamento médio do estabelecimento	% de vendas com método online	% cobrada pelo serviço	Faturamento Total da Empresa
Micro	6,8	R\$190998,00	30%	2%	R\$7830,92
Pequena	4,4	R\$2100978,00	30%	2%	R\$55675,92
Média	0,8	R\$6366600,00	30%	2%	R\$28649,70
Total	12,0				R\$92156,54

No terceiro ano de funcionamento, foi calculado com um máximo de 24 clientes e um número médio de clientes de 20,3. Assim o faturamento total no ano é de R\$179.023,00, observado no Quadro 5. No quarto e quinto ano, o número médio de clientes é de 31,1 e 44,8 respectivamente, chegando ao máximo de 36 clientes no quarto ano e 50 clientes no final do quinto ano e também no final da análise. Os dados de faturamento do quarto e do quinto ano estão descritos nos Quadros 6 e 7 respectivamente.

Quadro 5 - Estimativa de Faturamento, Ano 3

Tamanho do estabelecimento	Quantidade de clientes	Faturamento médio do estabelecimento	% de vendas com método online	% cobrada pelo serviço	Faturamento Total da Empresa
Micro	10,3	R\$202667,98	30%	2%	R\$12464,08
Pequena	8,9	R\$2229347,76	30%	2%	R\$119270,10
Média	1,2	R\$6755599,26	30%	2%	R\$47289,19
Total	20,3				R\$179023,38

Quadro 6 - Estimativa de Faturamento, Ano 4

Tamanho do estabelecimento	Quantidade de clientes	Faturamento médio do estabelecimento	% de vendas com método online	% cobrada pelo serviço	Faturamento Total da Empresa
Micro	16,1	R\$215050,99	30%	2%	R\$20752,42
Pequena	13,0	R\$2365560,90	30%	2%	R\$184513,75
Média	2,0	R\$7168366,37	30%	2%	R\$86020,40
Total	31,1				R\$291286,57

Quadro 7 - Estimativa de Faturamento, Ano 5

Tamanho do estabelecimento	Quantidade de clientes	Faturamento médio do estabelecimento	% de vendas com método online	% cobrada pelo serviço	Faturamento Total da Empresa
Micro	25,4	R\$228190,61	30%	2%	R\$34799,07
Pequena	17,3	R\$2510096,67	30%	2%	R\$259795,01
Média	2,1	R\$7606353,56	30%	2%	R\$95079,42
Total	44,8				R\$389673,49

Para o cálculo de receita bruta da empresa, foi necessário considerar os custos com impostos sobre o faturamento da empresa, calculado pelo índice do Simples Nacional, os gastos com vendas e os custos fixos totais de funcionamento da empresa. Importante ressaltar que todos estes custos também foram reajustados pela inflação média dos últimos 5 anos. Dessa forma, subtraindo-se os custos fixos, gastos com vendas e impostos da receita bruta, chega-se ao faturamento líquido da empresa no ano. No primeiro ano, o resultado operacional, ou receita líquida, é um número negativo, ou seja, há um prejuízo de R\$87.390,56, pois a receita bruta não ultrapassa os gastos da empresa. No segundo e terceiro anos de funcionamento, a receita líquida ainda é um valor negativo, ou seja, a empresa tem um prejuízo de mais R\$82.2684,01 e R\$19.497,70 respectivamente. No quarto ano de funcionamento, a empresa tem seu primeiro ano de lucro, com receita líquida de R\$57.986,44, que corresponde a uma lucratividade de 19,9% no ano. É apenas no quinto ano de funcionamento da empresa que é obtido a maior receita líquida, com R\$119.455,11, ou 30,7% de lucratividade com base na receita bruta. Esses dados estão demonstrados no Quadro 8.

Quadro 8 - Demonstrativo de Resultados do Exercício para 5 anos.

Descrição	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Receita Total com Vendas	R\$20160,00	R\$92156,54	R\$179023,38	R\$291286,57	R\$389673,49
Custos Variáveis Totais	R\$3225,60	R\$14745,05	R\$28643,74	R\$53043,28	R\$78947,85
Margem de Contribuição	R\$16934,40	R\$77411,49	R\$150379,64	R\$238243,28	R\$310725,64

Descrição	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Custos Fixos Totais	R\$104324,96	R\$160095,50	R\$169877,33	R\$180256,84	R\$191270,53
Resultado Operacional	-R\$87390,56	-R\$82684,01	-R\$19497,70	R\$57986,44	R\$119455,11

Calculando os indicadores do exercício, obtém-se os valores do Quadro 9. É possível observar que a lucratividade é positiva apenas no quarto ano, como já visto anteriormente nos quadros dos demonstrativos de resultado do exercício. A rentabilidade, que é calculada com base no valor investido e no retorno, também é negativa até o quarto ano, quando finalmente sobe para 73,1% no ano, ou 6,1% ao mês. Já no quinto ano, a rentabilidade atinge um ótimo valor, de 150,6%, ou seja, todo o investimento inicial se pagaria dentro deste ano. Da mesma forma, a rentabilidade mensal no quinto ano é de 12,6%.

Quadro 9 - Indicadores de Viabilidade

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Ponto de Equilíbrio	R\$124196,38	R\$190589,88	R\$202234,92	R\$220389,83	R\$239867,74
Lucratividade	-433,5%	-89,7%	-10,9%	19,9%	30,7%
Rentabilidade Anual	-110,2%	-104,3%	-24,6%	73,1%	150,6%
Rentabilidade Mensal Média	-9,2%	-8,7%	-2,0%	6,1%	12,6%

O prazo de retorno do investimento, que foram calculados com base nos dados de investimento inicial e faturamento da empresa ficou em 5,8 anos. Porém, como ela tem prejuízo nos 3 primeiros anos, foi somado o valor total deste prejuízo com o valor do investimento fixo, desta forma é possível obter os dados mais confiáveis possíveis, pois é esperado que a empresa pague além do investimento inicial, o prejuízo que o investidor obteve.

Para fins de análise, também foram feitos cálculos de viabilidade em um cenário otimista (Quadro 10) e pessimista (Quadro 11). Nestes cenários a empresa chega no final do período de 5 anos em questão a um total de 100 clientes no caso otimista, e 25 clientes no pessimista.

Quadro 10 - Indicadores de Viabilidade, Cenário Otimista

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Ponto de Equilíbrio	R\$133749,95	R\$195739,70	R\$213039,05	R\$229072,11	R\$243346,73
Lucratividade	-30,1%	14,6%	40,2%	51,3%	56,8%
Rentabilidade Anual	-36,7%	43,9%	217,9%	426,4%	628,7%
Rentabilidade Mensal Média	-3,1%	3,7%	18,2%	35,5%	52,4%

Para o cenário otimista o prazo de retorno do investimento ficou em 2,5 anos.

Quadro 11 - Indicadores de Viabilidade, Cenário Pessimista

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Ponto de Equilíbrio	R\$124196,38	R\$190589,88	R\$202234,92	R\$214591,48	R\$233855,65
Lucratividade	-495,6%	-212,4%	-80,5%	-33,6%	-4,4%
Rentabilidade Anual	-112,5%	-144,7%	-104,8%	-64,9%	-12,4%
Rentabilidade Mensal Média	-9,4%	-12,1%	-8,7%	-5,4%	-1,0%

Com base no demonstrativo de resultados do exercício nos indicadores de viabilidade calculados para o cenário realista, é possível observar que a empresa tem um prejuízo até o terceiro ano de funcionamento, ou seja, apenas no quarto ano ela começa a pagar o investimento e no quinto ano ela realmente tem um lucro expressivo. Isso mostra que além do investimento inicial, o investidor deve também bancar os custos operacionais da empresa em funcionamento nos primeiros 3 anos. Portanto, não se pode esperar um retorno em menos de 3 anos.

Os indicadores mostram também uma lucratividade de 19,9% no quarto ano de funcionamento e 30,7% no quinto ano, índices correspondentes a média do mercado. No caso da rentabilidade, a empresa apresenta índices negativos no início e 73,1% no quarto ano de funcionamento, isto significa que é esperado um retorno de 73,1% do investimento inicial neste ano. No quinto ano a rentabilidade é de 150,2% ao ano ou 12,6% ao mês, ou seja, em menos de um ano com este resultado o investimento inicial seria pago.

Analisando também o prazo de retorno do investimento, a empresa precisas de 5,8 anos ou aproximadamente 5 anos e 10 meses para garantir o retorno do investimento inicial e dos 3 primeiros anos de prejuízo. Portanto, o investidor deve estar preparado para lidar com esse longo período antes de ver a empresa faturando tanto quanto o capital que teve que desembolsar.

Analisando o cenário otimista, no qual há uma expectativa de crescimento da empresa até atingir 100 clientes no final do período de 5 anos, há dados mais animadores. A empresa possui prejuízo no primeiro ano de funcionamento, e a rentabilidade anual chega a 628,7% e a lucratividade a 56,8% no quinto ano, números elevados. Além disso, o prazo do retorno do investimento, considerando o prejuízo no primeiro ano, é de apenas 2 anos e 6 meses. Estes são ótimos índices para uma empresa.

No cenário pessimista, no qual a empresa chega a no máximo 25 clientes nos 5 anos de funcionamento, não há nenhum ano em que teve resultados positivos. O mais próximo disso foi no quinto ano, onde teve lucratividade negativa de 4,4% e rentabilidade de negativos 12,4%. Por esse mesmo motivo não foi calculado o prazo de retorno do investimento, pois da maneira como os dados se apresentam, o investimento inicial nunca retornaria.

Após a análise dos cenários pode-se verificar que apenas no caso do otimista a empresa apresenta um bom valor de retorno do investimento. E em todos os cenários o investidor deve ter recursos para pagar além do investimento inicial um ano em que a empresa dará prejuízo no cenário otimista, e 3 anos de prejuízo no cenário realista. Dito isto, a empresa tem grandes chances de recuperação após este período de prejuízo, porém exige resistência do investidor pois ela não entrega nenhum lucro nos primeiros períodos de funcionamento.

6. Considerações finais

Com a crescente competitividade do mercado e alterações no padrão de consumo, as organizações precisam de meios para diferenciarem-se da concorrência. A inovação traz a vantagem que a empresa necessita ao introduzir um novo produto ou novo serviço ao mercado, obtendo a preferência de seus clientes. Porém, empreender também pode ser entendido como superar desafios e correr riscos. Riscos esses que são diminuídos se o empreendedor estiver bem preparado para enfrentar o mercado no lançamento de seu produto ou serviço. Desta forma, as ferramentas de análise de viabilidade servem exatamente para isto, diminuir o risco e aumentar as chances de sucesso do empreendedor e seu negócio.

Com a análise financeira e dos indicadores do negócio é possível dizer que a criação deste negócio não é viável pois espera-se lucro apenas no quarto ano de seu funcionamento, apesar de as expectativas de faturamento após este período serem boas. De qualquer forma, é um tempo muito grande para o empreendedor começar a recuperar seu investimento.

Contudo, é importante ressaltar que o risco e a incerteza estão sempre presentes na criação de um negócio inovador. Por isso o empreendedor e a empresa devem sempre estar preparados para realizar os ajustes necessários para o melhor funcionamento da mesma. Desta forma, caso o empreendedor opte por dar continuidade ao negócio, este deve sofrer ajustes em sua maneira de funcionamento para que antecipe o retorno do investimento.

Referencias

- BOYETT, I. The public sector entrepreneur - a definition. - International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research, Vol. 3 Iss 2 pp. 77 - 92.
- CHIAVENATO, I. Empreendedorismo: dando asas ao espírito empreendedor. São Paulo: Saraiva, 2014.
- DEES, J. G. et al. The meaning of social entrepreneurship. 1998.
- DORNELAS, J. C. A. Empreendedorismo corporativo - Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- DRUCKER, P. F. Innovation and Entrepreneurship. Nova York - Harper & Row, 1986, p.27-28.
- FILION, L. J. Um roteiro para desenvolver o empreendedorismo. Recife: IEL, 2004.
- GEM - Global Entrepreneurship Monitor. Empreendedorismo no Brasil .2012.
- GEM - Global Entrepreneurship Monitor. Empreendedorismo no Brasil. 2013.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.
- HARPER, M. The role of enterprise in poor countries. Entrepreneurship Theory and Practice. v.15, n.4, p.7–11, 1991.
- KLEIN, P. G., et al. Toward a theory of public entrepreneurship. - Londres: *European management review* 7.1 2010: 1-15.
- KIRZNER, I.M. Competition and entrepreneurship. Chicago: Chicago University Press, 1973.
- KRAKAUER, P. V. C.; DE ALBUQUERQUE, L. G.; DE ALMEIDA, M. I. R. Estratégia de Empreendedorismo Corporativo em Pequenas e Médias Empresas Brasileiras: o Caso de uma Empresa de Tecnologia da Informação. Rio de Janeiro: Revista ADM. MADE, v. 17, n. 2, p. 49-65, 2013.
- LARSON, R. C. Perspectives on Queues: Social Justice and the Psychology of Queueing. Massachusetts: Operational Research, 1987.
- PINCHOT, G., Innovation Through Intrapreneuring. Illinois: Research Management, 1987, Vol. 30, Issue 2, p. 14-19.
- SCHUMPETER, J. A. Teoria do Desenvolvimento Econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. São Paulo: Nova Cultural, 1985.
- SEBRAE. Estudo de Mercado do Setor de Bares e Restaurantes, Brasília:2012.
- SILVA, E. S. Gestão Financeira - Análise de Fluxos Financeiros. Porto: Vida Econômica, 5ª ed. , 2013.
- DA SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. UFSC: Florianópolis, 4a. edição, 2005.

5TC-A8-Análise de Viabilidade de Negócio: Entrega de Café Especiais em Região Comercial de Curitiba

*Renata Costa de Mattos
(fabiokd@gmail.com, DEP-UFPR)*

*Adriana de Paula Lacerda Santos
(adrianapls1@gmail.com, PPGECC-UFPR)*

Resumo

O artigo em questão visa a elaboração de um plano de viabilidade financeira para a criação de uma empresa (Neo Café) que pratica a entrega de cafés especiais em porta (delivery) em Curitiba, capital do Paraná, com foco nos empreendimentos comerciais que estão em torno do local previsto para instalação da produção. Serão analisados aspectos como custo dos fornecedores da matéria-prima (café), aluguéis e/ou compra de equipamentos para produção, pesquisa de salários, concorrentes diretos (cafeterias) e indiretos (máquinas de café de monodose). Ao final, o trabalho concluiu sobre a viabilidade do negócio, seus riscos e oportunidades que podem ser aproveitadas, dado que as condições de custo e demanda do cenário provável para o negócio se realize.

Palavras-chave: Viabilidade financeira. Cafés Especiais. Entrega em porta.

1. Introdução

O problema abordado neste artigo está relacionado à elaboração de um plano de viabilidade financeira para uma empresa com prática em entrega de café em porta (delivery) na cidade de Curitiba, no Paraná. Tendo em vista a abertura de um novo negócio diante do agravamento da crise político-social-econômica do Brasil, o que anima é que os consumidores brasileiros não diminuam o consumo de café nos últimos anos, nem em 2015. Segundo a ABIC (Associação Brasileira de Industrias de Café) as tendências indicam que o consumo de café no Brasil vem aumentando levemente no ano que passou (diferente dos anos anteriores que cresceu rapidamente) e as pessoas estão cada vez mais procurando por opções para ter este produto sempre disponível como por exemplo, a praticidade de ter uma máquina de café em monodose (cápsulas) em casa ou no trabalho. Porém, o foco da empresa Neo Café é atingir os consumidores fora do lar, que são os que mais procuram por café de qualidade. Segundo a ABIC, a desaceleração econômica do país impactou nesta procura por qualidade momentaneamente, mas tende-se a recuperar no segundo semestre de 2016, data prevista para a abertura do Neo Café.

No período compreendendo entre Novembro / 2014 e Outubro / 2015 a ABIC registrou o consumo de mais de 20,5 milhões de sacas, isto representando um acréscimo de 0,86% em relação ao mesmo período anterior correspondente, que havia sido de um pouco mais de 20,3 milhões de sacas. Além disso, o consumo fora do lar, onde predominam os cafés Superiores e Gourmet (intuito de matéria-prima utilizada pelo Neo Café), apresentam taxas de crescimento positivas. Maiores investimentos em produtos e no Marketing interno do café impulsionaram as vendas das marcas mais conhecidas. Mensalmente novas marcas de cafés especiais são lançadas, fazendo com que o mercado apresente uma oferta muito significativa de produtos de alta qualidade para consumidores brasileiros. A ABIC registrou em pesquisa que os consumidores de café desejam praticidade, qualidade e diversidade no café e estima que este segmento de cafés diferenciados, embora represente a menor parte do consumo, continue apresentando taxas de crescimento de 15% a 20% ao ano, o que forma um ambiente muito atrativo para a abertura de uma empresa no ramo (ABIC, 2010).

No entanto, qualquer empreendimento apresenta um certo risco de viabilidade, principalmente se houver a necessidade de alavancagem financeira inicial, o que torna o negócio crítico. Mas não é o caso do Neo Café. Com este trabalho pretende-se criar um plano financeiro para se analisar a viabilidade de criação de tal empresa de café que pretende oferecer produtos de qualidade, desde a matéria-prima até a embalagem à seus clientes.

O objetivo desta pesquisa foi desenvolver um plano de viabilidade financeira para uma empresa de café que pratica entregas em porta (delivery) na região comercial/empresarial no centro da cidade de Curitiba, abordando

todo investimento necessário para o empreendimento, estipulação de custos fixos, projeção de fluxo de caixa para os 5 primeiros anos e o tempo de retorno do capital investido no início do negócio (payback).

2.O empreendedorismo

O empreendedor é aquele que faz as coisas acontecerem, se antecipa aos fatos e tem uma visão futura da organização (Dornelas 2001). No Brasil, o conceito de empreendedorismo tem sido muito difundido, desde o final da década de 1990, época em que entidades como o Sebrae (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) surgiram, e teve no intervalo de 2000 a 2010 um marco na consolidação do tema e de sua relevância para o país (DORNELAS, 2012). Como apresentou Dornelas (2012), a grande preocupação com a criação de pequenas empresas duradouras e a necessidade da diminuição das altas taxas de mortalidade desses empreendimentos são, sem dúvida, motivos para a popularidade do termo empreendedorismo. Isto porque, nos últimos anos, após varias tentativas de estabilização da economia e da imposição advinda do fenômeno da globalização, muitas grandes empresas brasileiras tiveram de procurar alternativas para aumentar a competitividade e reduzir os custos para manter-se no mercado. Outras, devido a gravíssima situação atual do país não tiveram alternativas, a não ser fechar suas portas.

Uma das consequências da situação de crise onde o Brasil se encontra já à alguns anos foi o grande aumento do índice de desemprego no país. Sem muitas alternativas, os ex-funcionários dessas empresas começaram a desenvolver e criar novos negocios, muitas vezes sem alguma experiência no ramo, gastando o pouco que ainda lhes restou de economias pessoais ou de direto. Quando menos esperam, esses profissionais já estão do outro lado da moeda. Agora são chefes, líderes, patrões e não mais funcionários. Hoje é visto muitos novos empreendedores desta leva ficando na economia informal, desacreditados pela falta de crédito, pelo excesso de impostos e pelas abusivas taxas de juros (DORNELAS, 2012). Juntando todos estes fatores à natureza do brasileiro em querer ser o dono do próprio nariz, buscando a independência através do próprio negócio, despertase o interesse daquele individuo que sempre quis desenvolver uma idéia inovadora, difundir um diferencial do seu negócio, e mover por conta própria a sua parte na economia nacional.

Segundo Dornelas (2012) o processo empreendedor envolve todas as funções, atividades e ações associadas com a criação de novas empresas. Em primeiro lugar, o empreendedorismo envolve o processo de geração de algo novo, de valor. Em segundo, requer a devoção, o comprometimento de tempo e o esforço necessário para fazer a empresa crescer. E em terceiro, que riscos calculados sejam assumidos e decisões críticas tomadas, é preciso ousadia e ânimo apesar de falhas e erros. Para Dolabela (1999) um dos principais atributos do empreendedor é identificar oportunidades, agarrá-las e buscar os recursos para transformá-las em negócio lucrativo. Não é indispensável que ele possua os meios necessários à criação de sua empresa. Mas deve ser capaz de atrair tais recursos, demonstrando o valor do seu projeto e comprovando que tem condições de torná-lo realidade. O dinheiro é visto pelo empreendedor como uma medida de desempenho, como meio para realizar os seus objetivos, mas raramente como objetivo em si mesmo.

Sem sombra de dúvida um dos maiores erros em relação às novas idéias de negócios é que elas devam ser únicas, exclusivas, jamais pensadas por outrem. O importante é como o empreendedor desenvolve e aplica sua idéia, inédita ou não, de forma a usar a criatividade e transformá-la em um produto ou serviço que faça a sua empresa crescer por causa disso. As oportunidades, que sempre dizem que está batendo na porta, é que geralmente são únicas. O pulo para o sucesso está em observar e aproveitar o momento em que a oportunidade aparece e desenvolver um novo produto, ganhar um novo mercado e estabelecer uma identidade que o diferencie dos concorrentes (DORNELAS, 2012). Isto tudo não generaliza que uma idéia para lá de revolucionária não seja o gatilho do sucesso de uma empresa. Porém isso só acontece quando o empreendedor criativo conhece (ou passa a conhecer) o mercado onde irá atuar, tem visão de negócio natural ou adquirida e sabe ser pragmático no momento em que necessita ser, identificando suas deficiências, protegendo sua idéia e conhecendo a fundo e incessante, sua concorrência.

O que se vê realmente são pessoas que reclamam da falta de criatividade genética e que nunca têm ou terá boas ideias, que trabalham exaustivamente e não são reconhecidas, se acomodando e aceitando este fato como normal. É aí onde mora o erro. As empresas e os empreendedores de sucesso são diferentes: estão sempre à procura de novas ideias, oportunidades de mercado e atentos a tudo que ocorre à volta deles. Questionam, são curiosos, não aceitando a primeira explicação dada para os fatos ocorridos. Novas idéias não brotam em qualquer lugar! Elas aparecem quando a cabeça da pessoa está completamente aberta para que isso ocorra, ou seja, quando está aberta para novas experiências. Assim, qualquer fonte de informação pode ser uma partida para novas ideias e identificação de oportunidades de mercado (DORNELAS, 2012)

Identificar se uma oportunidade é realmente única não é tão simples assim. Há vários itens envolvidos, como por exemplo, o conhecimento do ramo de atividade em que a oportunidade está vinculada, seu mercado, os diferenciais competitivos do produto/serviço para empresa. Como Dornelas (2012) menciona, antes de começar a se preocupar com análises estratégicas e financeiras detalhadas, definições de processos de produção, identificação de necessidades de recursos financeiros e pessoais, ou seja, antes da concepção de um plano de negócios completo, o empreendedor deve avaliar a oportunidade que tem em mãos, para evitar despender tempo e recursos em uma ideia que talvez não agregue tanto valor o negócio nascente ou já criado. Resumindo, o empreendedor não deve colocar a “carroça na frente dos bois” e deve focar na oportunidade correta. Não existe uma regra para identificar se a oportunidade é boa ou ruim, o importante é ter embasamento suficiente para sustentá-la.

5. Metodologia de pesquisa

Segundo Gil (2008), para cada pesquisa existe, naturalmente, um objetivo específico. Para tais objetivos é feita uma classificação destas pesquisas, distinguindo-as em três diferentes níveis de métodos: pesquisa explicativa, que tem como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos, o que torna uma pesquisa complexa e delicada (a razão e o porquê das coisas), a pesquisa descritiva, que por sua vez tem como seu objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou estabelecimento de relações entre variáveis (técnicas padronizadas de coleta de dados) e por último a pesquisa exploratória, que têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. De todos os tipos de pesquisa, esta é a que apresenta menor rigidez no planejamento, geralmente envolvendo levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas e estudos de caso, como é o caso deste artigo. De acordo com Denzin (2006), a pesquisa também pode variar entre qualitativa e quantitativa. A qualitativa implica uma ênfase sobre as qualidades das entidades e sobre os processos e os significados que não são examinados ou medidos experimentalmente (se é que são medidos de alguma forma) em termos de quantidade, volume, intensidade ou frequência, a exemplo deste trabalho relacionado a abertura da empresa Neo Café. Já os estudos quantitativos enfatizam o ato de medir e de analisar as relações casuais entre variáveis, e não processos. Na primeira etapa foram compiladas informações de resultado de outras pesquisas abertas ao público, e que podem ser encontradas nas bibliotecas, artigos acadêmicos, livros, revistas, sites, além de planos de negócios de empresas de mesmo ramo para se ter uma base de como este trabalho pode ser estruturado e direcionar as outras etapas de coleta e análise de dados.

Em seguida foi-se às ruas, no perímetro do local de onde pretende-se local a produção do café que é no bairro Centro Cívico, para obter dados da região tais como: concorrentes diretos, que são as cafeterias instaladas nas proximidades, os concorrentes indiretos que seria, neste caso, a pesquisa local sobre a utilização de máquinas de café em monodose no ambiente de trabalho. Também foi observado o fluxo de pessoas no complexo comercial e por fim, foi desenvolvido uma pesquisa rápida de apenas uma pergunta, com o intuito de descobrir se as pessoas estão dispostas a sair de seu ambiente de trabalho para apenas tomar um café. Foram analisadas algumas outras cafeterias distantes do local previsto para a abertura da empresa de café delivery para fins de benchmarking, mas todas localizadas em Curitiba. Além dos dados obtidos na região de futura instalação, foram feitos levantamentos de custos como insumos, maquinário, mobília, aluguel, salário, utensílios, e etc, que foram utilizados no desenvolvimento do plano financeiro da empresa. Para Degen (1989) após identificada a oportunidade de negócio e coletadas as informações sobre ela, o futuro empreendedor precisa ordenar essas informações em um conceito, que deve descrever claramente a necessidade do grupo de clientes a que ele pretende atender, com algo (produto ou serviço) que sabe fazer, a um custo que esses clientes estão dispostos a pagar. Após toda a coleta e análise de dados e levantamentos, partiu-se para a elaboração do plano financeiro propriamente dito. Nessa parte da pesquisa, os conceitos vistos na revisão bibliográfica foram trabalhados através das informações coletadas com o intuito de cumprir com os objetivos estabelecidos no início do trabalho. Finalmente, foi feita uma análise do plano financeiro como um todo na conclusão deste artigo.

6. O Estudo de caso

A empresa analisada neste artigo, o Neo café, é da área da indústria alimentícia, no ramo de cafés gourmet e especiais, e tem como maior objetivo a disponibilidade com rapidez de um café de alta qualidade, diferenciados nos sabores e aromas, entregues em seus ambientes de trabalho ou residência, com um simples pedido feito através do aplicativo social mais utilizado no momento, que é o Whatsapp (para quem ainda preferir ligar, o número mantém-se o mesmo), ou mesmo o atendimento dos consumidores e apreciadores assíduos de café, que já determinarão horários e volumes em contratos firmados. A ideia do Whatsapp deu-se pelo fato da região possuir muitas salas comerciais de ocupação máxima de aproximadamente 4 pessoas. Pequenos empreendedores não

costumam se entrelaçar a contratos deste tipo de serviço (inicialmente, até conhecer as propostas do Neo café, de, por exemplo, “crédito de café”). No entanto a ideia é disponibilizar este prazer de qualidade do café também àqueles que optem por pedir a sua garrafa ou dose individual no momento que desejar. Para isto, a empresa irá montar o centro de produção e distribuição locado dentro de um dos complexos empresariais mais populosos da cidade, objetivando atender as mais de 2.000 pessoas que ali trabalham e residem na região e estão sempre com tempo curto para se deslocar até uma cafeteria para consumir um café de qualidade indiscutível.

7. Desenvolvimento do plano financeiro

Todo o plano financeiro do Neo Café foi estruturado com a projeção dos 5 primeiros anos de vida da empresa. Para tanto, considerou-se algumas premissas como inflação de 10% a.a. e aumento da demanda uma vez que a empresa tende a ficar mais conhecida entre seus clientes. Adotou-se também a técnica de elaboração de cenários para as análises que envolvessem alguma previsão de demanda. Para tais análises, os cenários pessimistas, provável e otimista foram usados. As principais etapas e dados do plano financeiro serão apresentados nos itens a seguir.

A análise do investimento inicial incluiu todo o montante que deverá ser alocado para a abertura da empresa em detalhes. Esses valores foram levantados através de cotações, pesquisas de preço na internet e consulta a um engenheiro agrônomo e um profissional que trabalha na área comercial do Café. O Quadro 1 ilustra tal informação.

Quadro 1 - Investimento Inicial

	INVESTIMENTO INICIAL	(R\$)
1	Mobiliário	2.344,00
2	Utensílios de Cozinha	10.195,00
3	Equipamentos	9.307,00
4	Outros Utensílios	350,00
5	Higiene e Limpeza	220,00
6	Uniformes	425,00
7	Comunicação Visual	500,00
8	Reforma/Decoração	700,00
9	Despesas Adicionais	2.500,00
10	Capital de Giro	16.709,00
	TOTAL GERAL	43.250,00

Logo o investimento inicial que deve ser feito para a abertura da empresa de café delivery é de R\$ 43.250. O capital de giro foi calculado baseado na soma dos gastos fixos dos 3 primeiros meses de giro da empresa. Será apresentado a seguir.

Para o custo fixo mensal da empresa estimou-se da seguinte forma, conforme a tabela abaixo, considerando a inflação de 10% a.a (IPCA 2015 – Índice de Preço ao Consumidor Amplo calculado pelo IBGE). Para a folha de pagamento inicialmente contempla-se apenas um funcionário como mão de obra pois os dois sócios entraram como parte do efetivo da empresa Neo Café.

7.1. Previsão de demanda

Para a previsão de demanda, também foi utilizada a técnica de cenários, onde quanto mais otimista o cenário for, maior será a demanda e maior será o faturamento da empresa de café. As estimativas de demanda foram baseadas nos dados fornecidos pelo Engenheiro Agrônomo, um Consultor Comercial no ramo de café e também pelos dados obtidos in loco. Além disso, a alíquota usada para cálculo do imposto é de 4%, pois a empresa se enquadra no sistema SIMPLES de tributação (Unificação dos impostos - IRPJ, IPI, CSLL, COFINS, PIS, INSS, ICMS e ISS - aplicáveis às Microempresas e às Empresas de pequeno porte, seguindo critérios baseados na receita bruta anual até R\$360.000,00, prevista na Lei complementar n° 123, de 14 de dezembro de 2006, passando a vigorar a partir de 01 de julho de 2007). Segue no Quadro 2 os três cenários de demanda mensal média de cada ano.

Quadro 2 – Previsão da Demanda do Cenário Pessimista, Provável e Otimista

PESSIMISTA	Mês/Ano 1	Mês/Ano 2	Mês/Ano 3	Mês/Ano 4	Mês/Ano 5
Litros por dia	7 L/dia	18 L/dia	26 L/dia	31 L/dia	35 L/dia
Preço litro	R\$ 15/ L	R\$ 15/ L	R\$ 15/ L	R\$ 17/ L	R\$ 17/ L
Receita (22 dias)	2.200,00	5.995,00	8.525,00	11.193,00	12.856,00
Impostos (4%)	88,00	240,00	341,00	448,00	514,00
Total Liquido	2.112,00	5.755,00	8.184,00	10.745,00	12.342,00
PROVÁVEL	Mês/Ano 1	Mês/Ano 2	Mês/Ano 3	Mês/Ano 4	Mês/Ano 5
Litros por dia	12 L/dia	32 L/dia	45 L/dia	62 L/dia	62 L/dia
Preço litro	R\$ 15/ L	R\$ 15/ L	R\$ 15/ L	R\$ 17/ L	R\$ 17/ L
Receita (22 dias)	3.850,00	10.491,00	14.919,00	22.498,00	22.498,00
Impostos (4%)	154,00	420,00	597,00	900,00	900,00
Total Liquido	3.696,00	10.072,00	14.322,00	21.599,00	21.599,00
OTIMISTA	Mês/Ano 1	Mês/Ano 2	Mês/Ano 3	Mês/Ano 4	Mês/Ano 5
Litros por dia	17 L/dia	45 L/dia	65 L/dia	77 L/dia	89 L/dia
Preço litro	R\$ 15/ L	R\$ 15/ L	R\$ 15/ L	R\$ 17/ L	R\$ 17/ L
Receita (22 dias)	5.500,00	14.988,00	21.313,00	27.981,00	32.141,00
Impostos (4%)	220,00	600,00	853,00	1.119,00	1.286,00
Total Liquido	5.280,00	14.388,00	20.460,00	26.862,00	30.855,00

7.2. Demonstrativo de resultados

No demonstrativo de resultados da empresa, pelo fato de a firma se enquadrar no sistema SIMPLES de tributação, os resultados se assemelham muito ao Fluxo de caixa, com a diferença que no Demonstrativo exige o fator depreciação que para fins contábeis é válido (Quadro 3).

Quadro 3 – Depreciação

DEPRECIÇÃO				
1	Mobiliário	2.344,00	0,1	234,00
2	Utensílios de Cozinha	10.195,00	0,01	102,00
3	Equipamentos	9.307,00	0,1	931,00
4	Outros Utensílios	350,00	0	
5	Higiene e Limpeza	220,00	0	
6	Uniformes	425,00	0,1	43,00
7	Comunicação Visual	500,00	0	
8	Reforma/Decoração	700,00	0,04	28,00
9	Despesas Adicionais	2.500,00	0	
10	Capital de Giro	16.709,00	0	
	TOTAL GERAL =	43.250,00		R\$ 1.338 ao ano

Para elaboração dos resultados usou-se a mesma técnica de cenários (Quadro 4).

Quadro 4 – Demonstrativo de Resultados

PESSIMISTA	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Receita Bruta	26.400,00	71.940,00	102.300,00	134.310,00	154.275,00
Imposto (SIMPLES - 4%)	1.056,00	2.878,00	4.092,00	5.372,00	6.171,00
Receita Líquida	25.344,00	69.062,00	98.208,00	128.938,00	148.104,00
Custo da Merc Vendida	8.624,00	25.145,00	38.260,00	48.862,00	60.054,00
Lucro Bruto	16.720,00	43.917,00	59.948,00	80.076,00	88.050,00
Despesas Gerais	24.000,00	26.400,00	29.040,00	31.944,00	35.138,00
Salários	18.837,00	18.837,00	18.837,00	18.837,00	18.837,00
Pro-Labore + Encargos	24.000,00	26.400,00	29.040,00	31.944,00	35.138,00
Depreciação	1.338,00	1.338,00	1.338,00	1.338,00	1.338,00
Lucro Operacional Líquido	- 51.455,00	- 29.058,00	- 18.307,00	- 3.987,00	- 2.402,00
PROVÁVEL	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Receita Bruta	46.200,00	125.895,00	179.025,00	269.981,00	269.981,00
Imposto (SIMPLES - 4%)	1.848,00	5.036,00	7.161,00	10.799,00	10.799,00
Receita Líquida	44.352,00	120.859,00	171.864,00	259.182,00	259.182,00
Custo da Merc Vendida	15.092,00	41.126,00	58.482,00	80.176,00	80.176,00
Lucro Bruto	29.260,00	79.734,00	113.383,00	179.006,00	179.006,00
Despesas Gerais	24.000,00	26.400,00	29.040,00	31.944,00	35.138,00
Salários	18.837,00	18.837,00	18.837,00	18.837,00	18.837,00
Pro-Labore + Encargos	24.000,00	26.400,00	29.040,00	31.944,00	35.138,00
Depreciação	1.338,00	1.338,00	1.338,00	1.338,00	1.338,00
OTIMISTA	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Receita Bruta	66.000,00	179.850,00	255.750,00	335.775,00	385.688,00
Imposto (SIMPLES - 4%)	2.640,00	7.194,00	10.230,00	13.431,00	15.428,00
Receita Líquida	63.360,00	172.656,00	245.520,00	322.344,00	370.260,00
Custo da Merc Vendida	21.560,00	58.751,00	83.545,00	99.715,00	114.538,00
Lucro Bruto	41.800,00	113.905,00	161.975,00	222.629,00	255.723,00
Despesas Gerais	24.000,00	26.400,00	29.040,00	31.944,00	35.138,00
Salários	18.837,00	18.837,00	18.837,00	18.837,00	18.837,00
Pro-Labore + Encargos	24.000,00	26.400,00	29.040,00	31.944,00	35.138,00
Depreciação	1.338,00	1.338,00	1.338,00	1.338,00	1.338,00
Lucro Operacional Líquido	- 26.375,00	40.930,00	83.720,00	138.566,00	165.271,00

7.3. Demonstrativo de fluxo de caixa

Para o fluxo de caixa, consolidam-se os dados supracitados de Custo Fixos e de Mercadoria Vendidas com Receitas já deduzidas de impostos. Note que no cenário pessimista, as operações da empresa são insustentáveis mesmo no longo prazo, com um saldo final no primeiro ano de -R\$33.408 e no final de 5 anos de -R\$102.630. Para o cenário provável, a empresa apresentou um fluxo líquido de caixa positivo no segundo ano de vida, apesar de ainda pequeno, de R\$ 6.212. No entanto, a partir do terceiro ano, pelo fato da empresa Neo Café já estar conhecida, espera-se um aumento na demanda que deixará a empresa em uma situação mais confortável financeiramente, com R\$ 81.149 de fluxo de caixa líquido ao final. Devido a maior demanda que no cenário provável, a situação financeira da empresa é muito atraente. Já no segundo ano apresentando um fluxo de R\$ 40.384 e terminando o quinto ano com um fluxo de R\$ 157.866 com R\$ 404.692 em caixa (Quadro 5).

Quadro 5 – Fluxo de Caixa

PESSIMISTA	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Entradas	25.344,00	69.062,00	98.208,00	128.938,00	148.104,00
Saída - Custo Fixo	66.837,00	73.521,00	80.873,00	88.961,00	97.857,00
Saída-Compras (CMV)	8.624,00	25.145,00	38.260,00	48.862,00	60.054,00
Fluxo Liq. Caixa	-50.117,00	- 29.604,00	- 20.926,00	- 8.885,00	- 9.807,00
Saldo Inicial	16.709,00	- 33.408,00	- 63.012,00	- 83.938,00	- 92.823,00
Lucro Operacional Líquido	-33.408,00	- 63.012,00	- 83.938,00	- 92.823,00	-102.630,00
PROVÁVEL	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Entradas	44.352,00	120.859,00	171.864,00	259.182,00	259.182,00
Saída - Custo Fixo	66.837,00	73.521,00	80.873,00	88.961,00	97.857,00
Saída-Compras (CMV)	15.092,00	41.126,00	58.482,00	80.176,00	80.176,00
Fluxo Liq. Caixa	-37.577,00	6.212,00	32.509,00	90.045,00	81.149,00
Saldo Inicial	16.709,00	- 20.868,00	- 14.656,00	17.853,00	107.899,00
Lucro Operacional Líquido	-20.868,00	- 14.656,00	17.853,00	107.899,00	189.048,00
OTIMISTA	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Entradas	63.360,00	172.656,00	245.520,00	322.344,00	370.260,00
Saída - Custo Fixo	66.837,00	73.521,00	80.873,00	88.961,00	97.857,00
Saída-Compras (CMV)	21.560,00	58.751,00	83.545,00	99.715,00	114.538,00
Fluxo Liq. Caixa	-25.037,00	40.384,00	81.102,00	133.668,00	157.866,00
Saldo Inicial	16.709,00	- 8.328,00	32.056,00	113.157,00	246.826,00
Lucro Operacional Líquido	- 8.328,00	32.056,00	113.157,00	246.826,00	404.692,00

7.4. Ponto de equilíbrio

No caso do Neo Café, usou o cálculo da despesas fixas mensais dividido pela margem de contribuição do faturamento da empresa, para cada ano projetado. Somente foram feitos para os cenários provável e otimista já que não foi identificado um ponto de equilíbrio positivo ao longo dos anos no caso do cenário pessimista (Quadro 6).

Quadro 6 – Ponto de Equilíbrio

PROVÁVEL	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Custo Fixo + \$ Giro/mês	5.570,00	6.127,00	6.739,00	7.413,00	8.155,00
Custo Litro	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00
Demanda - Litro/dia	12 L/dia	32 L/dia	45 L/dia	62 L/dia	62 L/dia
Demanda - Litro/mês	257 L/mês	699 L/mês	995 L/mês	1364 L/mês	1364 L/mês
R\$ Venda litro	15,00	15,00	15,00	17,00	17,00
Ponto de Equilíbrio – R\$ Venda	22,00	9,00	7,00	5,00	6,00
Ponto de Equilíbrio – L/mês	371 L/mês	408 L/mês	449 L/mês	449 L/mês	494 L/mês
OTIMISTA	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Custo Fixo + \$ Giro/mês	5.570,00	6.127,00	6.739,00	7.413,00	8.155,00
Custo Litro	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00
Demanda - Litro/dia	17 L/dia	45 L/dia	65 L/dia	77 L/dia	89 L/dia
Demanda - Litro/mês	367 L/mês	999 L/mês	1421 L/mês	1696 L/mês	1948 L/mês
R\$ Venda litro	15,00	15,00	15,00	17,00	17,00
Ponto de Equilíbrio – R\$ Venda	15,00	6,00	5,00	4,00	4,00

7.5. Tempo de retorno (payback)

O Payback de uma empresa informa o tempo necessário para que o investimento inicial seja recuperado. Para tanto, somou-se o lucro líquido acumulado até chegar ao valor de Investimento inicial. O Quadro 7 demonstra o tempo de retorno dos cenários Provável e otimista já que não há porque estudar uma empresa que apresenta prejuízo sem perspectiva de melhora conforme apontado no cenário Pessimistas nos quadros anteriores.

Quadro 7 – PayBack

PROVÁVEL	Investimento	Fluxo Líquido	Lucro Acumulado	3° ano
Ano 0	-43250			
Ano 1		-37577	-37577	
Ano 2		6212	-31365	
Ano 3		32509	1144	
Ano 4				
Ano 5				
OTIMISTA	Investimento	Fluxo Líquido	Lucro Acumulado	2° ano
Ano 0	-43250			
Ano 1		-25037	-25037	
Ano 2		40384	15346	
Ano 3				
Ano 4				
Ano 5				

7.6. Valor presente líquido (VPL)

Para taxa de desconto utilizada para o cálculo do VPL, usou-se a taxa de CDB (Certificado de Depósito Bancario) atual que alguém conseguiria para o valor total do investimento do negócio em questão no banco Itaú. A taxa seria de 13,68% a.a.. Cenário Provável: o VPL seria de R\$148.917 - R\$ 43.250 = R\$ 105.667. Cenário Otimista: VPL seria de R\$ 335.255 - R\$ 43.250 = R\$ 292.005 (Quadro 8).

Quadro 8 – Valor Presente Líquido

PROVÁVEL	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Total (R\$)
Fluxo Caixa Líquido	- 37.577,00	6.212,00	32.509,00	90.045,00	81.149,00	
Fluxo Descontado	- 32.471,00	5.368,00	28.091,00	77.808,00	70.121,00	148.917,00
Investimento						43.250,00
VPL Provável =						105.667,00
OTIMISTA	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Total
Fluxo Caixa Líquido	- 25.037,00	40.384,00	81.102,00	133.668,00	157.866,00	
Fluxo Descontado	- 21.635,00	34.896,00	70.080,00	115.503,00	136.412,00	335.255,00
Investimento						43.250,00
VPL Otimista =						292.005,00

7.7. Taxa interna de retorno (tir)

É o indicador que apresenta o percentual de rentabilidade do negócio e facilita o comparativo com outros tipos de investimento que o mercado possibilita como bolsa de valores, fundos de renda fixa, entre outros. Note que desde o cenário provável, a taxa do TIR é superior à taxa de desconto utilizada no cálculo do VPL que é de 13,68% a.a do CDB (Banco Itaú), mostrando-se assim um investimento bem atraente (Quadro 9).

Quadro 9 – Taxa Interna de Retorno

TIR	Pessimista	Provável	Otimista
Ano 0	-43250	-43250	-43250
Ano 1	-50117	-37577	-25037
Ano 2	-29604	6212	40384
Ano 3	-20926	32509	81102
Ano 4	-8885	90045	133668
Ano 5	-9807	81149	157866
TIR		0,3	0,7

8. Considerações finais

O problema analisado neste trabalho está relacionado à elaboração de um plano financeiro para a abertura de uma empresa que pratica a entrega de café em porta (delivery) em Curitiba em uma região estritamente empresarial. Fez-se necessário tal trabalho uma vez que qualquer empreendimento possui um risco intrínseco, principalmente nos primeiros anos de vida do negócio o que pode ser diminuído com um planejamento extenso, exatamente o que foi feito nesse trabalho de conclusão.

Os objetivos do trabalho era detalhar minuciosamente todo o plano financeiro da empresa e que de fato foram devidamente cumpridos. Para tanto, como metodologia, foi feita uma análise de dados, para se ter uma visão abrangente de como o trabalho pode ser estruturado e direcionar as outras etapas da coleta e análise de dados de campo, além de buscar na bibliografia os termos e conceitos que seriam usados posteriormente no trabalho. Logo ocorreu a coleta de dados, onde foi empregado um rápido questionário ao público alvo, visitas aos concorrentes, além de entrevistas com pessoas que trabalham com a mesma matéria-prima. Também se fez um levantamento de custo que, posteriormente, foi essencial para compor o plano financeiro. Após toda análise de dados obtidos, os conceitos vistos na revisão bibliográfica foram trabalhados através das informações coletadas com o intuito de cumprir com os objetivos estabelecidos no início do trabalho.

E assim o plano financeiro compilou os dados obtidos inicialmente e os traduziu em números para que se pudesse avaliar a viabilidade financeira da abertura do Neo Café. Primeiramente foram levantados os custos de investimento inicial, custos fixos e variáveis da empresa Neo Café. Então, baseado nas entrevistas com os profissionais da área, estimou-se as demandas para que se calculasse a receita mensal. Assim, forem desenvolvidos relatórios financeiros que normalmente são utilizados para tomada de decisões de investimento. São eles: custos fixos, fluxo de caixa, demonstrativo de resultados, e tempo de retorno (payback). Além do mais, todo o plano financeiro foi projetado para 5 anos e para cada relatório, usou-se três cenários de demanda: o pessimista, o provável e o otimista. Em suma, notou-se que se a previsão pessimista de demanda se realizar, o negócio fica inviável, apresentando fluxos de caixa negativos nos 5 anos de operações, no entanto, no cenário provável, passa a ser lucrativa. Já no cenário otimista, onde a demanda aumenta, torna o investimento altamente lucrativo.

Ou seja, o objetivo geral do trabalho que era um plano de viabilidade financeira foi atingido com sucesso, porém não concluindo o trabalho geral de desenvolvimento de um plano de negócios que engloba seus objetivos específicos de elaboração do plano de marketing, plano de recursos humanos e operacional. Por fim, após ter elaborado o plano financeiro completo do Neo Café, pode-se dizer que existe um conhecimento significativo sobre o risco de tal empreendimento e as barreiras que devem ser superadas para que o negócio se torne financeiramente viável e lucrativo.

Referências

- CALDAS, S.T. CAFÉ – Um Grão de História. São Paulo: Dialetto, 2006.
- CHIAVENATO, I. Empreendedorismo: dando asas ao espírito empreendedor. São Paulo: Saraiva, 2014.
- DEGEN, R. J. O Empreendedor – Fundamentos da Iniciativa Empresarial. São Paulo: Makron Books 1989.
- DENZIN, N. K., LINCON, Y. S., O Planejamento da Pesquisa Qualitativa – Teoria e Abordagens. São Paulo:

Editora Bookman, 2006.

DOLABELA, F. Oficina de um Empreendedor. São Paulo: Cultura Editores Associados, 1999.

DORNELAS, J. C. A. Empreendedorismo – Transformando Idéias em Negócios - Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

DRUCKER, P. F. Inovação e Espírito Empreendedor. São Paulo - Pioneira Thompson, 1986, p.181-187.

FERREZ, G., Pioneiros da Cultura do Café na era da Independência – A iconografia Primitiva do Café. – Rio de Janeiro: Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro, 1972.

GIBBS, G., Análise de Dados Qualitativos. – Porto Alegre: Editora Bookman, 2009.

GIL, A. C., Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. – São Paulo: Editora Atlas S.A., 2008.

HISRICH, R. D. PETERS, M. P., SHEPHERD, D.A. Empreendedorismo. – Porto Alegre: Bookman Editora, 2006.

HISRICH, R. D. PETERS, M. P., SHEPHERD, D.A. Empreendedorismo. – Porto Alegre: Bookman Editora, 2014.

PETTIGREW, Jane. Café. São Paulo: Livraria Nobel, 1999.

SEBRAE. Como Elaborar Um Plano de Negócios - Brasília: 2013.

SOBRINHO, A. J. A. M. M. A Civilização do Café (1820 – 1920). São Paulo: Editora Brasiliense, 1968.

6TC-A8-Estado del Arte en Cadenas de Abastecimiento en Proyectos

Hugo F. Tapia (FICA-UNSL)

Ricardo R. Palma (FI-UNCuyo)

Resumen

Usualmente el problema de los abastecimientos de los proyectos se ha estudiado desde el punto de vista de la empresa principal que ejecuta el proyecto, centrándose el tema mayormente en su organización interna. Para mejorar la baja performance en la restricción triple de los proyectos se han aplicado técnicas como la del Project management o el Lean Thinking. Pero aún no se ha logrado obtener resultados contundentes y de aplicación ampliada. Muchas veces se estudia un eslabón de la cadena de abastecimiento, cuando en realidad el problema es la respuesta de la cadena. Además la cadena o red de abastecimiento tiene la particularidad que varía de un proyecto a otro, en parte o en su totalidad, porque todos los proyectos tienen un producto único distinto. Este estudio tiene como objeto realizar un relevamiento de los antecedentes existentes sobre la situación problemática y sentar bases para futuras investigaciones.

Palabras clave: *Logística – Project management – cadena de abastecimiento – recursos.*

1- Introducción

En la actualidad a nivel mundial una gran cantidad de proyectos se terminan no cumpliendo alguno de los parámetros de lo que en el Project management se denomina restricción triple: alcance, costo y tiempo.

La aplicación de la logística se hace evidente en los proyectos donde son necesarios una gran cantidad de recursos y su falta de previsión y provisión puede afectar la restricción triple (Tapia-Phillpott – 2012). La gestión logística y el supply chain management toma relevancia en: minería, construcción, proyectos industriales.

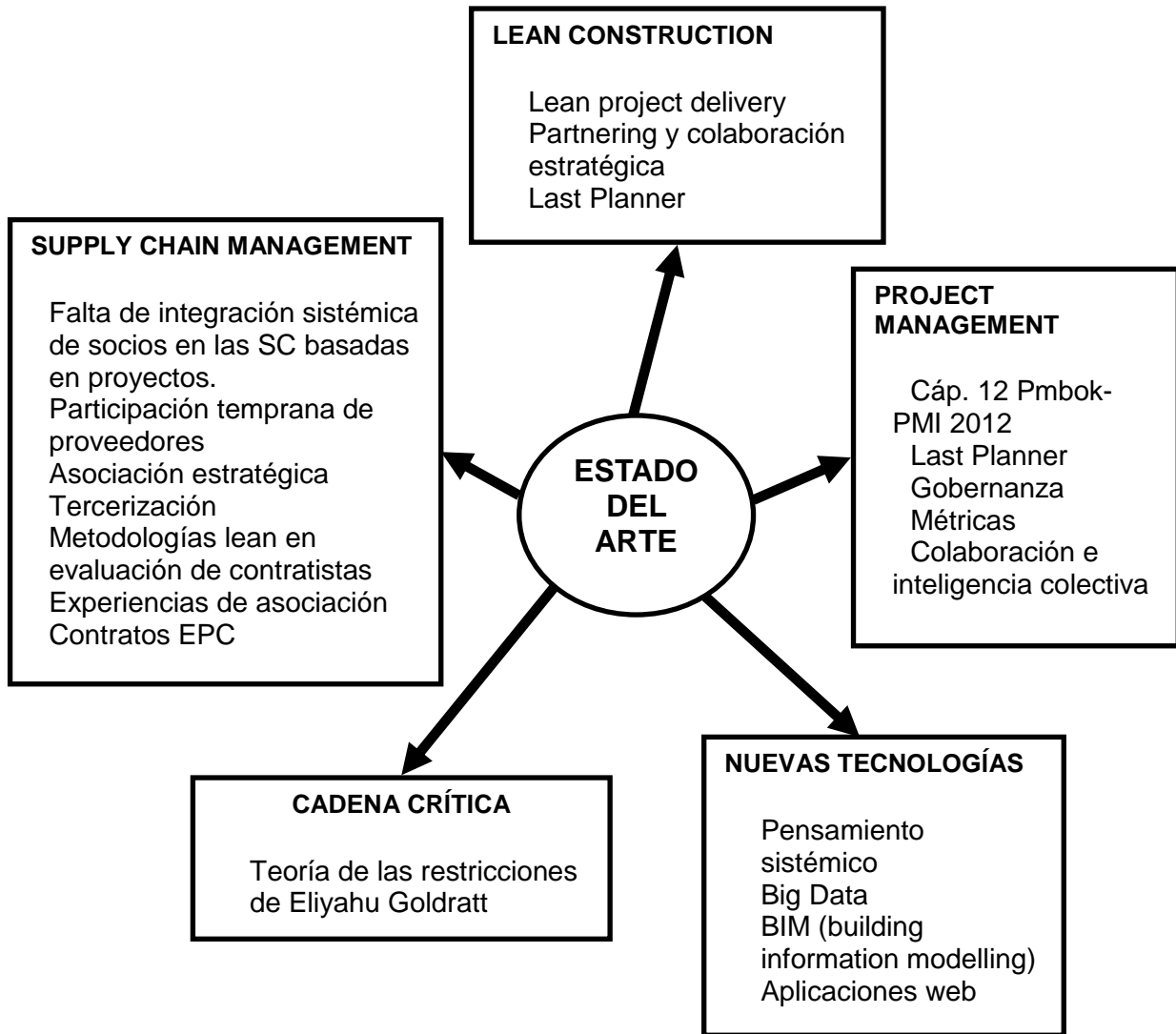
En estos proyectos el proceso de ejecución resulta ser traumático (retrabajos, conflictos, malas interpretaciones, etc.). Si uno lo analiza desde el Project management se pone en juego la satisfacción del cliente (la persona u organización que necesita el proyecto).

Este cliente para lograr su proyecto muchas veces no trata con un solo proveedor que entrega llave en mano el proyecto, sino que interactúa con un conjunto de ellos. Pero sea en el cliente o en la empresa ejecutora del proyecto, siempre hay una gran cantidad de recursos que se deben coordinar. Recursos que generalmente se alejan del rendimiento ideal. Además su abastecimiento genera dificultades.

Se puede aplicar logística desde el punto de vista global (red logística), así como a cada una de las unidades que conforman esta red (proyecto, constructor, proveedores, etc.) (Tapia-Phillpott – 2012). Para diseñar una estrategia logística, primero debemos responder: cómo fluyen los bienes, el dinero y las decisiones cliente – proveedores – clientes, cuál es el grado de integración o colaboración con las empresas con las cuales tengo relaciones. También, en qué contexto se encuentra el proyecto. Toda aplicación logística futura deberá tener en cuenta la realidad de su época (Brun-2014).

Para encarar la solución es necesario definir los parámetros para establecer que un proyecto tiene éxito. Según Verzuh (2005) son aquellos proyectos que terminan en tiempo, presupuesto y cumplimiento del alcance (entregables, calidad, funcionalidad, performance). También, se menciona el éxito en la cadena crítica (Leach 2000- (CCPM- Critical Chain Project Management) y en la ejecución (Kerzner 2010).

La situación problemática se ha estudiado desde distintos puntos de vista que a continuación se detallan.



2- Puntos de vistas de estudio de la situación problemática

2.1-Project management

En el Pmbok-PMI se define el área de conocimiento “Gestión de las Adquisiciones”, que corresponde a dar una solución a logística de abastecimiento (relación con los proveedores) de un proyecto. En el capítulo 12, sobre la Gestión de las adquisiciones del proyecto, expresa que se incluyen cuatro procesos: planificar, efectuar, administrar y cerrar las adquisiciones.

Desde el 2002 (Koskela 2002) se pone en duda la validez del project management tradicional. Según (Pinto 2015) hay una necesidad de reorientar la gestión clásica de los proyectos para adaptarla a los nuevos escenarios o proyectos complejos. Surgiendo así nuevas metodologías para dar respuestas práctica a estos planteos (Koskela 2002): Scrum en el campo de los proyectos de software y Last Planner en el área de los proyectos de construcción

Emergiendo nuevas perspectivas como (Morris 2013): agilidad, competencias y capacidades, la gobernanza y el patrocinador, la tecnología, la sostenibilidad, la innovación, la asociación, el contexto, la filosofía.

Las nuevas herramientas de gestión (Filev 2011) de proyecto ponen énfasis en la colaboración y en la inteligencia colectiva. Lo que ayuda a las empresas a tomar mejores decisiones y más rápido, siendo así los equipos mucho más productivos.

En las nuevas tendencias el Director de Proyectos toma decisiones relacionadas con la Dirección de Proyectos y participa en la toma de decisiones de negocio (Kerzner-2015).

El proyecto debe entregar valor, no sólo un entregable. Por eso es necesario usar métricas para comprobar si los criterios de éxito del proyecto se cumplen. Hay muchos tipos de métricas: unas son tangibles, y otras intangibles. Se deben precisar y utilizar las métricas que miden el criterio de valor definido (se sugiere entre 6 y 10 indicadores) (Kerzner-2015). Se creará un diccionario de indicadores que puedan ser utilizados de forma recurrente en otro tipo de proyectos con similares características, en un proceso de mejora continua.

Por último, se debe asegurar la gobernanza de los proyectos por medio de un comité debido a los riesgos y la complejidad de los proyectos actuales (Kerzner-2015). Según (Levitt 2011) el PM 2.0 genera métodos, herramientas y mecanismos de gobernanza para el desarrollo rápido del producto adoptando la filosofía ágil.

La gobernanza (Leach 2000) actúa como un cuasi-moderador de la relación entre el uso de una metodología de gestión y el éxito del proyecto.

2.2-Lean construction

Sus principios básicos tratan del: *“aumento de la productividad, eliminando pérdidas, minimizando los costos, maximizando el valor del producto final definido por el cliente”* (Koskela 1992).

Para resolver el problema del abastecimiento y coordinación de los recursos se emplea Lean Project Delivery (Marin-2015) organizado en 5 fases: definición, diseño, suministro, montaje y uso, y transversalmente control de producción y organización del trabajo. Incluye la participación de todos los actores desde las fases más tempranas del proyecto, en un procesos de diseño colaborativo, y esquemas contractuales novedosos. Contiene conceptos de gestión, como el "partnering" o colaboración estratégica. Además se centra en el plan de adquisiciones con foco Just in Time.

Otra herramienta es el sistema Last planner de Ballard y Howell. Plantea que la brecha entre lo que DEBERÍA hacerse y lo que finalmente se HIZO se puede mejorar significativamente si obtenemos información confiable y en conjunto con los últimos planificadores (maestros de obra, subcontratistas, jefes de cuadrilla, etc.). Así se visualiza en un plazo intermedio lo que en la práctica se PUEDE hacer, y luego en un plazo más inmediato, lo que con mucho más certeza se HARÁ. Este sistema puede tener los siguientes impactos (Alarcón 2003):

- Apoyo para la supervisión y control de las restricciones de las actividades sistemáticas.
- Apoyo a la integración de la cadena de suministro
- Mejora en la transparencia de comunicación para todos los participantes del proceso de producción.
- Apoyo a la mejora continua en los proyectos y empresas.
-

2.3-Nuevas tecnologías

En la era del 'Big Data', la información se ha convertido (Whyte 2008) en un entregable importante en proyectos complejos. Así, Airbus, el CERN y Crossrail manejan proyectos complejos y se basan en las tecnologías digitales para la gestión de grandes conjuntos de datos.

Los sistemas de gestión de proyectos necesitan nuevas formas de visualización estratégica (Kerzner 2010). El pensamiento sistémico es vital para el éxito de un proyecto.

BIM (building information modelling) es una herramienta que mejora la práctica arquitectónica a través de la cadena de suministro al eliminar el riesgo de duplicación, mala interpretación de diseño, mejorar la comunicación, la racionalización de los procesos, proporcionando práctica colaborativa y, asegurar el control y el intercambio de documentación (Arayicic 2011). Es importante la utilización de BIM para el mapeo general de la construcción.

Las tecnologías digitales se utilizan para apoyar la ejecución de todos los aspectos de los procesos de adquisiciones en la construcción. Se revisaron (Ibem 2014) 78 artículos publicados en 52 fuentes diferentes entre 1993 y 2014, para analizar las opciones disponibles para apoyar las seis actividades de compras básicas identificadas en la norma ISO 10845.

Los resultados muestran que la mayoría de las tecnologías existentes son aplicaciones web que facilitan la comunicación en tiempo real y la colaboración a través de las cadenas de suministro de la construcción. Todavía no hay una tecnología digital única que integre todas las actividades de adquisición y que se pueda adoptar para gestionar todo el ciclo de vida de adquisiciones de la construcción.

El manejo del flujo de información en relación con el manejo de materiales en la cadena de abastecimiento es muy importante. Existen brechas (Nenad 2013) entre los sistemas de información de: diseño, prefabricación y los procesos de construcción in situ.

Se puede relacionar los sistemas de información mediante un algoritmo. La integración del diseño, la producción y los procesos de construcción, con la transparencia de la información de los materiales a través de los procesos trae importantes beneficios para los interesados de la cadena de abastecimiento.

2.4-Cadena crítica

Se define (Kerzner 2010) como la cadena más larga de eventos dependientes, donde la dependencia es una tarea o un recurso relacionado. La Cadena Crítica no es necesariamente equivalente a la duración del proyecto, ya que, a veces, hay tareas no críticas que comienzan antes de que comiencen las tareas de la cadena crítica.

Propuesta por Eliyahu M. Goldratt, la Gestión de proyectos por Cadena Crítica (CCPM) está basada en métodos y algoritmos derivados de la Teoría de las Restricciones, y permite la reducción de la duración del proyecto.

A la CCPM se le adjudica el logro de proyectos en un 10% a 50% más rápido y/o barato que el uso de métodos tradicionales (como el CPM, PERT, Gantt, etc.). También se aplica para el ordenamiento de la cadena de abastecimiento.

2.5-Supply chain management

La Supply Chain Management (SCM) es una de las áreas a considerar para la integración de los proyectos (Kerzner 2010). Poniendo énfasis en: el diseño de la SC, la planificación estratégica y operacional de actividades, la programación y ejecución de los planes de producción, el control y la solución de conflictos y el seguimiento y auditoría de los procesos de producción (Badillo 2011). Así como en la gestión financiera para crear valor neto de todas las partes interesadas.

Según Eriksson (2014) faltan marcos conceptuales y prácticas integrales que permitan una comprensión detallada y sistémica de la integración de socios en las cadenas de suministro (SCI) basadas en proyectos.

También, se destacan los beneficios de la participación temprana de proveedores (Wagner, 2012; Salvador y Villena, 2013). Sin embargo, debido a las interdependencias entre alcance y la duración, es importante involucrar a los proveedores adecuados en el momento adecuado y en las zonas correctas con el fin de mejorar la asignación de recursos entre las diversas relaciones contractuales.

Las actividades deben ser coordinadas entre contratista y proveedor de insumos. Esto es vital en la etapa de diseño para mejorar la edificabilidad y toma importancia en la ingeniería concurrente. Así como en el caso de proyectos de contratos a largo plazo o de asociación estratégica.

El nivel de exigencia mayor por parte de clientes y participantes implica la necesidad de crear una cadena de suministro para cada proyecto constructivo concreto, en cuya gestión son importantes dos factores: los flujos de información y la tecnología asociada (Fernandez Martín 2008).

Según Carbonell (2012) el sector de la construcción experimenta grandes cambios en: el mercado, las relaciones entre competidores, los mecanismos de financiación, los recursos de mano de obra, etc. Para acompañar estos cambios se propone un modelo de integración de la gestión de la cadena de suministro basado en las alianzas entre compañías y en el servicio al cliente.

La cadena de suministro en dicho sector está pasando actualmente por procesos de internacionalización y/o especialización de sus unidades productivas, siendo tendencia la de convertir sus cadenas productivas en auténticas “cadenas virtuales”, en las que se incluyan los proveedores y subcontratistas como parte de las mismas (Capó 2005).

La construcción es un sector muy tradicional, fragmentado y dominado por pequeñas compañías (BNL (2002), Dainty et al. (2001), Love et al. (2004), Persson y Solberge (1994), Vordijk et al. (2000). Para (Carbonell 2012) la cadena de suministro de dicho sector tiene una composición muy atomizada, lo que complica enormemente la comunicación fluida y la integridad de los mensajes que se desean comunicar.

La subcontratación ha aumentado últimamente, permitiendo (Maturana 2004) trasladar parte del riesgo del contratista principal al subcontratista y que algunas empresas se conviertan en expertos en temas especializados. Pero, la subcontratación ha significado, en muchos casos, la ejecución in situ sin coordinación y la calidad y el tiempo han tenido una performance decepcionante, traduciéndose con frecuencia en una relación de confrontación entre los contratistas principales y sus subcontratistas.

Se ha desarrollado una metodología basada en los principios lean y prácticas asociadas para la evaluación de los subcontratistas. A largo plazo, este sistema puede conducir al desarrollo de relaciones de colaboración con subcontratistas seleccionados según su desempeño sostenido en muchos proyectos.

Del estudio de empresas taiwanesas (Hong Long Chen 2010) se desprende la relación directa que existe entre el flujo de caja de la cadena de abastecimiento y el rendimiento financiero de los contratistas.

También se han planteado teorías para la integración de la cadena de abastecimiento de proyectos de construcción (Vrijhoef 2011) basado en conceptos y aplicaciones teóricas existentes. La cadena de suministros de construcción funcionaría mejor cuando se reconceptualice como una sola entidad, como una empresa extendida.

Otra herramienta es la simulación, que implica el funcionamiento de un modelo que representa adecuadamente la gestión de la cadena de abastecimiento. El resultado del modelo puede ser estudiado y las propiedades relacionadas con el desempeño real de la cadena de abastecimiento se pueden deducir (Campuzano 2011).

Experiencias de asociación

Una de las partes de cadena de abastecimiento a gestionar es la del diseño. El mejor rendimiento (Forgues 2008) (relación calidad-precio) se pueden lograr mediante la integración del trabajo en equipo para la planificación, diseño y ejecución de proyectos de construcción. Hay dos posturas: una de un proceso de integración y evolución y la otra apunta a un cambio en las relaciones contractuales.

Para Forgues (2008) el contexto creado por relación contractual es el que mayores beneficios trae en la eficiencia de la influencia del equipo. Es decir, las nuevas modalidades de contratación pueden transformar la dinámica de las relaciones entre el cliente y los miembros de la cadena de suministro, teniendo un impacto positivo en el rendimiento del equipo. Por el contrario, los procesos de contratación tradicionales refuerzan las barreras socio-cognitivas que dificultan la eficiencia del equipo.

Los estudios realizados en los métodos de contratación de la construcción muestran que es necesario que haya un cambio en la cultura y actitud pasando a relaciones de cooperación y de colaboración. Esto permite a la empresas compartir los recursos financieros y humanos, así como las habilidades directivas y técnicas que son fundamentales para el logro del éxito del proyecto (ÖZORHON B., 2007).

Otro punto importante en la asociación son los contratos de colaboración con incentivos (Suprpto 2015), logrando mejores actitudes relacionales y calidad de trabajo en equipo lo cual lleva a obtener mejores resultados.

Se identifican (Sedita 2015) tres componentes de la capacidad de la asociación: breadth; reach; brokerage. Sólo el primero es crucial para determinar el éxito de las contrataciones de las obras públicas.

Las relaciones interinstitucionales entre actores de la red, desarrollados a lo largo de múltiples proyectos, también pueden conducir a oportunidades de aprendizaje, reducir costos de supervisión y un menor riesgo de fracaso. (Bengtson et al., 2001; Eccles, 1981; Söderlund y Andersson, 1998; Sydow y Staber, 2002; Windeler y Sydow, 2001). Estas redes de lazos fuertes facilitan el flujo de información, reducen el riesgo de incertidumbre (Coleman, 1990) y garantizan un mejor rendimiento.

Esto se alinea con Eccles (1981), que, demostró cómo, en la industria de la construcción, los contratistas principales tienden a utilizar los mismos subcontratistas de distintos proyectos con una colaboración fuerte y repetida.

En otras aplicaciones de asociación (Venselaar 2014) los resultados mostraron que los participantes no pudieron llegar a la comprensión compartida de las necesidades estratégicas, debido a aspectos sociales como el liderazgo y la confianza, entre otros. Lo que confirma la importancia de las interacciones sociales para la implementación exitosa de partnering en la cadena de suministro.

La calidad del trabajo en equipo, (Suprpto 2015) se logra a través de la eficacia de tres antecedentes - actitudes relacionales, prácticas de colaboración, la capacidad de los integrantes del equipo para mejorar el desempeño del proyecto. A lo cual hay que agregarle el seguimiento del día a día en los procesos de trabajo en equipo.

Contratos EPC (engineer-procure-construct)

Los contratos EPC también tienen su influencia en la cadena de abastecimiento, desde el punto de vista de la asociación de partes. Pocas investigaciones (Lei Du 2010) se han ocupado de las relaciones causa - efecto entre asociaciones, gestión de riesgos y la capacidad de organización y cómo las mejoras de rendimiento se pueden generar a partir de ellas en una visión holística. A través de un modelo conceptual (en empresas Chinas) se revela que la asociación puede ejercer su influencia en la gestión de riesgos a través de una mayor capacidad de organización, mejorando así el rendimiento del proyecto.

Estos contratos EPC se pueden analizar a través de la aplicación conjunta de (Yeo 2002) SCM y CCPM. Las amplias propuestas tienen tres corrientes de enfoque a saber: cultural, procesos y tecnología (IT). Culturalmente, la propuesta gira en torno a la gestión de la asociación y de relaciones de confianza con los interesados en el proyecto. En procesos a través de la Teoría de las Restricciones permite centrarse en las limitaciones o cuellos de botella, y realizar una organizada planificación y ejecución de proyectos EPC. La utilización de las tecnologías de la información y la comunicación, especialmente Internet y el comercio electrónico debe ser explotada para proyectos de colaboración. Se deben realizar mayor investigación y desarrollo en el acoplamiento de SMC y CCPM.

También, se debe estudiar la influencia de la ingeniería de valor, la gestión de la cadena de abastecimiento y la gestión de interesados en los proyectos por medio de contratos EPC.

3- Algunos casos de aplicación

- Cadena de abastecimiento de la región de Cuyo Argentina
 - Planificación de la red de abastecimiento
 - Ejecución de los procesos de gestión logística
 - Seguimiento y control de la cadena de abastecimiento
- Olimpiadas 2012 UK
 - Purchase an Supplier Engineering: enfoque estratégico que tiene en cuenta el estado del mercado de proveedores en el inicio del proceso de adquisición.
- Proyectos de construcción de Colombia
 - Aplicación de sistemas de información integrales
 - Control de inventarios
 - Planificación
 - Distribución de materiales en almacén
 - Buenas prácticas de almacenamiento
- Cadena de abastecimiento proyectos de construcción en España
 - Modelo de integración de la gestión de la cadena de suministro basado en alianzas estratégicas entre compañías y en la gestión del cliente.
- Experiencia de proyectos de ingeniería industrial
 - Objetivos estratégicos
 - Establecimientos de las reglas y procedimientos formales y tecnológicos para lograr cooperación entre organizaciones
 - Cooperación con importancia en los riesgos y los beneficios.

4- Conclusión

En conclusión se puede decir que la situación problemática de la baja performance de los indicadores de los proyectos está relacionada con el comportamiento de su cadena de abastecimiento. Generalmente se cuenta con intentos de mejorar esta situación pero de forma parcial, dentro de un eslabón o un reducido grupo de eslabones. Existen estudios y soluciones teóricas de integración de las cadenas de abastecimiento de proyectos. Aún se detecta la necesidad de hacerlo de una forma global en la cadena de abastecimiento para poder otorgarle previsibilidad y disminuir la dispersión de los resultados de los proyectos, pero desde una perspectiva más aplicada.

Cada red de abastecimiento de proyectos trabaja como un sistema vivo, necesitando una solución sistémica. Cada componente es un organismo que sufre variaciones debido a causas internas o a su entorno a lo largo del tiempo. Este estudio forma una base para plantear posibles soluciones para solucionar la situación problemática.

Por último es fundamental, considerar no sólo aspectos productivos básicos sino se deben consignar los términos de logística durable (Brun-2014), concibiendo un modelo económico donde los consumidores (en este caso de proyectos) exijan una planificación de cadenas de abastecimiento de mayor eficiencia, con justicia social y respeto al medioambiente. Por lo cual esta modelización debe tener en cuenta dentro de sus indicadores estos parámetros para la toma de decisiones.

Referencias bibliográficas

- Alarcón, L. F., & Calderón, R. (2003)- A production planning support system for construction projects - In *Proc. Eleventh Annual Conference of the International Group for Lean Construction*.
- Aloini, Davide; Riccardo Dulmin, Valeria Mininno, Simone Ponticelli (2015) - Key antecedents and practices for Supply Chain Management adoption in project contexts- Published by Elsevier LTd. (*International Journal of Project Management*)
- Arayici Y.; Coates, P; Koskela, L.; Kagioglou, M; Usher, C.; O'Reilly, K., (2011) BIM Adoption and Implementation for Architectural Practices *Structural Survey*, Vol. 29 Iss: 1, pp.7 – 25
- Arce Manrique, Santiago (Tutor Bernardo Luque Cabal). (2009). Identificación de los principales problemas en la logística de abastecimiento de las empresas constructoras bogotanas y propuesta de mejoras. - Pontificia Universidad Javeriana
- Badillo, Isai'; Tejeida, Ricardo, Morales, Oswaldo y Flores, Mauricio (2011)- *Supply Chain Management from a Systems Science Perspective*, *Supply Chain Management - New Perspectives*, Prof. Sanda Renko (Ed.), ISBN: 978-953-307-633-1-InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/supply-chain-management-new-perspectives/supply-chain-management-from-a-systems-science-perspective>
- Balloud, Ronald (2004) – “Administración de la cadena de suministro” – Ed. Pearson Prentice Hall- 5ta edición.
- Best, Rick; De Valence, Gerard (Edited by) (2002)- *Design and Construction: Building in Value*; Butterworth-Heinemann- (cap. 14-15, *The foundations of lean construction* Lauri Koskela, Greg Howell, Glenn Ballard and Iris Tommelein)
- Brun, Daniel; Guérin, Frank (Editado by) - (2014) – *La Logistique, ses métiers, ses enjeux, son avenir.* – Editions EMS Management & Societe.
- Campuzano, Francisco; Mula, Josefa (2011) – *Supply Chain Simulation (A system dynamics approach for improving performance)*- Springer.
- Capó Vicedo, Josep; Manuel Expósito Langa, José V. Tomás Miquel (2005) - La importancia de la gestión del conocimiento en la cadena de suministro de la construcción - IX Congreso de Ingeniería de Organización Gijón, 8 y 9 de septiembre de 2005
- Carbonell Ureña, Francisco (2012) – Tesis doctoral: *Propuesta de un modelo de integración para la gestión de la cadena de suministro en el sector de la construcción* – Universidad Politécnica de Valencia (Departamento de organización de empresas)

Eriksson, Per Erik (2014)- Partnering in engineering projects: Four dimensions of supply chain integration- Published by Elsevier LTd. (Journal of Purchasing & Supply Management)

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas.

Fernandez Martín, Ana Isabel; Víctor Gómez Frías, Bernardo Prida Romero (2008). La Cadena de Suministro en Proyectos de Construcción - II International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management XII Congreso de Ingeniería de Organización September 3-5, 2008, Burgos, Spain

Filev, Andrew - (2011) – Project Management 2.0 –The Ultimate Benefits of the New Approach to Project Management – www.wrike.com

Forgues, Daniel D'; Koskela, Lauri (2008) - Can procurement affect design performance? - Journal of Construction Procurement 14 (2) 2008

Frazelle, Edward H. (2002) – “Supply Chain Strategy” – Ed. Mc Graw Hill –

Hong Long Chen (2010)- An empirical examination of project contractors' supply-chain cash flow performance and owners' payment patterns- Published by Elsevier LTd. (International Journal of Project Management)

Ibem, E.O.; Laryea, S. (2014) Survey of digital technologies in procurement of construction projects – Published by Elsevier LTd. (Automation in Construction 46 (2014) 11–21)

Jianming Yao (2010)- Decision optimization analysis on supply chain resource integration in fourth party logistics- Published by Elsevier LTd. (Journal of Manufacturing Systems)

Jordi Pau Cos, Ricardo de Navascués (2001) – “Manual de Logística Integral”- Ed. Diaz de Santos.

Joslin, Robert; Ralf Müller (2015)- Relationships between a project management methodology and project success in different project governance contexts- Published by Elsevier LTd. (International Journal of Project Management)

Kerzner, Harold - (2010) – Project Management. A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling- 10 Ed Wiley

Kerzner, Harold - (2015) – Project Management 2.0 – Wiley New Jersey USA

Koskela, L.; Howell, G. (2002); The theory of project management: explanation to novel methods - Proceedings 10th Annual Conference IGLC-10, Granados Brasil - file88.persianguig.com

Koskela, Lauri; Howell, Gregory (2002) – Reforming project management: the role of lean construction - <http://laurikoskela.com/papers/>

Koskela, Lauri; Howell, Gregory (2002) – The underlying theory of project management is obsolete- Project Management Institute.

Kraemer, K.; Henrich, G.; Koskela, L.; Kagioglou, M.- (2007) How Construction Flows Have Been Understood In Lean Construction - 4th International SCRI - headsoft.com.br

Leach, Lawrence P. (2000) – Critical Chain Project Management – Artech House, Inc.- Boston-London

Lei Du, Wenzhe Tang, Chunna Liu, Shuli Wang, Tengfei Wang, Wenxin Shen, Min Huang, Yongzhi Zhou (2010). Enhancing engineer – procure – construct project performance by partnering in international markets: Perspective from Chinese construction companies- Published by Elsevier LTd. (International Journal of Project Management)

Levitt, Raymond E. - (2011) – Towards project management 2.0 – The Engineering Project Organization Journal (September 2011) 1, 197-210

Marin Aravena, Javier A.; Alarcón Cárdenas, Luis F. – (2015) - Recomendaciones para extender y sostener prácticas Lean a través del tiempo en la industria de la construcción - Universidad de Chile Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Departamento de Ingeniería Civil (Memoria para optar al título de ingeniero).

- Maturana, S. , Alarcon, L. & Vrsalovic, M. 2004, 'Achieving Collaboration in the Construction Supply Chain: An Onsite Subcontractors' Evaluation Methodology' In:, Bertelsen, S. & Formoso, C.T., *12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Helsingør, Denmark, 3-5 Aug 2004.
- Mead, John M; Gruneberg, Stephen (2013) – Programme Procurement in Construction – Wiley- Blackwell Inc.-
- Morris, Peter W. G. (2013) – Reconstructing Project Management– Wiley- Blackwell Inc.-
- Nenad C`us`-Babic`, Danijel Rebolj, Matjaz` Nekrep-Perc, Peter Podbreznik. (2013) Supply-chain transparency within industrialized construction projects - Published by Elsevier LTd. (Computers in industry)
- Pinto, Jeffrey K.; Graham Winch (2015). The unsettling of “ settled science: ” The past and future of the management of projects- Published by Elsevier LTd. (International Journal of Project Management)
- Ponce,E. – Prida, P. (2004) – “La logística de aprovisionamiento”- Ed. Prentice Hall-
- Project Management Institute (2012) – “Guide to the project management body of knowledge” – Fifth Edition.
- Ramirez F., Claudia (2007)- “Logística en la construcción”-Revista Bit- Schonherrl, I.- Alarcón, L. – Maturana, S.-(2007) “Quantifying the benefits of using e-marketplace in construction companies”- Proceedings IGLC-15, 6/2007, Michigan, USA.
- Sedita, Silvia Rita; Apa, Roberta (2015)- The impact of inter-organizational relationships on contractors' success in winning public procurement projects: The case of the construction industry in the Veneto region. - Published by Elsevier LTd. (International Journal of Project Management)
- Smallbone, David; Kitching, Rosemary Athayde; Xheneti, Mirela - (2008) – Procurement and supplier diversity in the 2012 Olympics – Kingston University london-
- Sogand Mohammad Hasanzadeh; Mujtaba Hosseinalipour , MohammadReza Hafezi (2014) - Collaborative procurement in construction projects performance measures, Case Study: Partnering in Iranian construction industry -27th IPMA World Congress – Published by Elsevier LTd.
- Suprpto, Mohammad; Bakker; Hans L.M.; Herman G. Mooi, Marcel J.C.M Hertogh (2015) - How do contract types and incentives matter to project performance?- Published by Elsevier LTd. (International Journal of Project Management)
- Suprpto, Mohammad; Hans L.M. Bakker, Herman G. Mooi (2015)- Relational factors in owner – contractor collaboration: The mediating role of teamworking- Published by Elsevier LTd. (International Journal of Project Management)
- Tapia, Hugo F. – Phillipott, Osvaldo (2012) Cadena de Abastecimiento en Proyectos (Basado en la experiencia de proyectos de construcción) – III Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Proyecto (ISBN 978-950-99787-8-2)
- Tapia, Hugo F.–(2003) “La planification et l’approvisionnement logistique des ressources dans les ouvrages de génie civil” (Thèse du Master de Logistique) – ENIM (France) – UNCuyo (Argentina).
- Venselaar, Marieke; Gruis, Vincent, Verhoeven, Fenne (2014) - Implementing supply chain partnering in the construction industry: Work floor experiences within a Dutch housing association- Published by Elsevier LTd. (Journal of Purchasing & Supply Management)
- Verzuh, Eric - (2005): The Fast forward MBA in Project Management. Wiley – John Wiley & Sons, Inc. Second edition. USA.
- Vrijhoef, Ruben; Koskela, L. (2000) - The four roles of supply chain management in construction- Published by Elsevier LTd. (European Journal of Purchasing & Supply Management 6 -169 – 178)
- Whyte, Jennifer; Angelos Stasis, Carmel Lindkvist, (2008)- Managing change in the delivery of complex projects: Con fi guration management, asset information and ‘ big data ’- Published by Elsevier LTd. (International Journal of Project Management)

Yeo, K.T.; J.H. Ning (2002) - The unsettling of “settled science:” Integrating supply chain and critical chain concepts in engineer-procure-construct (EPC) projects- Published by Elsevier LTd. (International Journal of Project Management).

Vrijhoef, Ruben (2011) - Supply chain integration in the building industry. The emergence of integrated and repetitive strategies in a fragmented and project-driven industry - Published and distributed by IOS Press under the imprint Delft University Press.

Contactos: htapia@fices.unsl.edu.ar; hftapia@gmail.com; rpalma@uncu.edu.ar

ÁREA LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO

Trabajos Completos

1TC-A9-Mejoramiento de Pronóstico de Ventas en una Empresa Textil de Punto

Soledad Altamirano (Dpto. Ing. Industrial /UNMdP)

Gina Caruso (Dpto. Ing. Industrial /UNMdP)

Claudia Zárate (Dpto. Ing. Industrial /UNMdP)

Alejandra Esteban (Dpto. Ing. Industrial /UNMdP)

Resumen

El objetivo de este trabajo fue la implementación de mecanismos que sustenten la toma de decisiones relacionadas con la predicción de la demanda en una empresa textil de la ciudad de Mar del Plata. Para ello, se plantearon diferentes estrategias a fin de mejorar el pronóstico de las ventas en busca de sustituir la carencia de datos. Se partió de la determinación del pronóstico con los datos históricos de ventas originales, con los datos ampliados mediante el método de simulación y la implementación de una técnica de análisis multicriterio. Se compararon los errores correspondientes a cada una de las distintas estrategias planteadas y se llegó a la conclusión que el ampliando el tamaño de la muestra de datos e incorporando el juicio subjetivo de expertos mejoran el pronóstico inicial.

Palabras clave: *Industria textil de punto. Pronóstico. Simulación. Proceso Analítico de Jerarquías.*

1 Introducción

El pronóstico es una herramienta vital para toda organización empresarial, constituye la base de la planificación corporativa a largo plazo. Todas las áreas de la empresa utilizan los pronósticos como base de sus propias planificaciones: el área de finanzas los utiliza para sus presupuestos; comercialización para planificar su dotación de personal y para el desarrollo de nuevos productos; producción utiliza los pronósticos para tomar decisiones que involucran desde la selección de los procesos, la planificación de la capacidad, la programación de la producción y sus inventarios.

La predicción de demanda tiene como objetivo mejorar el flujo de información en la cadena de suministro de las empresas y por lo tanto, preparar a la organización en medios técnicos, humanos y financieros para soportar las operaciones futuras de la empresa. En consecuencia, un pronóstico confiable es la base para la toma de las decisiones. La combinación adecuada de criterios sustentados por las diversas teorías de la administración de empresas, con las opiniones del gerente y de los actores intervinientes en el proceso productivo, generarán en el proceso de toma de decisiones, una base lógica y consistente que permitirá la sustentabilidad de la misma.

La industria textil enfrenta serios desafíos a la hora de generar pronósticos precisos tales como demanda volátil, fuerte estacionalidad, ciclos de vida muy cortos que se asocian a escasez de datos históricos, etc. Sumado a esto, la industria de tejido de punto característica de la ciudad de Mar del Plata está formada en general por empresas familiares muy pequeñas que, donde habitualmente todas las decisiones dependen de la experticia de quien las toma. En consecuencia se crea una dependencia muy alta de esa persona, que normalmente es el dueño o alguien muy cercano a él.

El objetivo de este trabajo es el de demostrar el beneficio y la facilidad de aplicar ciertos modelos tales como la Simulación y el Proceso Analítico de Jerarquías a efectos de mejorar los pronósticos de ventas.

Con este propósito, en la sección 2 se presenta una breve descripción de la organización y sus productos, en la sección 3 se plantean los principales elementos teóricos requeridos para desarrollar el trabajo. En la sección 4 de resultados se procede a realizar el pronóstico de ventas de los principales productos, caracterizando la salida a

través de la medida del error del pronóstico MAPE. Posteriormente, se proponen dos formas de mejorar dicha salida. Por un lado, se aumenta el tamaño de la muestra a través de la simulación. Por el otro, se utiliza el Proceso Analítico de Jerarquías realizado por dos actores del proceso (el gerente general y el jefe de producción) para afectar dicha salida. Finalmente, en la última sección se analizan y comparan los resultados, abordando sintéticamente las conclusiones del artículo.

2 Descripción de la organización

La industrial textil del partido de General Pueyrredón representa cerca del 13% de las empresa y ocupa el 10% aproximadamente de la mano de obra industrial (Gennero de Rearte et al., 2008). La mayoría son empresas de origen familiar.

Gisol es una empresa típica de la industria textil marplatense. Posee 11 empleados en el área de fabricación y su capacidad es aproximadamente de 10.000 prendas al año.

Dada la característica turística de la ciudad, que en época estival la población se triplica, la demanda posee una componente importante de estacionalidad. En consecuencia, la estrategia de fabricación se encuadra en la de Fabricación para Inventario. Es decir que el equilibrio entre la capacidad de producción y la demanda, se obtiene a través de los inventarios.

Los productos si bien son tradicionales, se renuevan casi todos los años siguiendo tendencias de la moda en lo que respecta a los colores, hilados y a los estilos.

Como la gran mayoría de las organizaciones, las empresas textiles tienen que lidiar con un ambiente competitivo y con consumidores cada vez más exigentes. Sumado a esto, el tipo de mercado relacionado con la industria textil presenta algunas particularidades tales como:

- Las ventas son claramente estacionales.

- Muchas variables exógenas podrían perturbar las ventas: final de temporada, promociones, poder adquisitivo de los consumidores, entre otras.

- Las ventas también dependen de la moda. Esto significa que el diseño y estilo son cambiantes y la mayoría de los ítems no son renovados en la siguiente colección. En consecuencia, datos de ventas históricas no siempre están disponibles puesto que los ítems son efímeros.

- Los ítems están disponibles en muchos colores, lo cual es un atributo de la moda, y en varios talles lo que debería incorporarse como otra variable a considerar.

Todas estas características hacen al sistema de pronóstico de ventas textiles un proceso muy específico y complejo. El pronóstico de las ventas emerge como un factor clave del éxito de la administración de la cadena de suministro en general y de las organizaciones en particular. La obtención de modelos que permitan disminuir el error de pronóstico contribuyen a la disminución del efecto látigo y sus indeseables efectos sobre la planificación de las actividades de la producción (Tomassey, 2010).

3 Marco Teórico

3.1 Métodos de pronóstico

Se disponen de varios métodos de pronósticos estandarizados. Estos se clasifican en dos grupos: cuantitativos y cualitativos. Cada grupo difiere en términos de la precisión relativa en el pronóstico sobre el largo y corto plazo, en el nivel de sofisticación cuantitativa utilizada y en la base lógica (datos históricos, opinión experta, encuestas) de la que se deriva el pronóstico (Ballou, 2004).

Los modelos de pronóstico de series de tiempo son métodos cuantitativos que se basan en el uso de información histórica. Existen diversos modelos que ajustan mejor a unas series u otras, en función de las características propias de cada serie, tales como el nivel; la tendencia; la estacionalidad y el ciclo.

La precisión del modelo se puede evaluar a través de diversos indicadores, entre ellos la MAPE que se obtiene a través de, Ecuación 1:

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|A_i - F_i|}{A_i} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Siendo A_i : ventas reales del período i

F_i : pronóstico de ventas para el período i

N : Cantidad de períodos considerados

3.2 Simulación

El entorno en el que las organizaciones productivas están inmersas en la actualidad está caracterizado por un gran número de productos, y al mismo tiempo su ciclo de vida se ha visto reducido sustancialmente (Hanke, 2006). El resultado inmediato de esta situación es que el departamento de producción cuenta con pocos datos para poder construir modelos de pronósticos confiables, por lo que es necesario recurrir a estrategias que hagan posible obtener, a partir de la muestra disponible, un pronóstico menos errático.

Como se desprende de la Ecuación 1, el aumento del tamaño de la muestra influye directamente en la disminución del error del pronóstico. La simulación como herramienta utilizada para reproducir un evento es ampliamente utilizada en la resolución de problemas logísticos (Berardi *et al.*, 2012, Dekker *et al.* 2004, entre otros). El proceso de simulación de Monte Carlo incluye la recolección de datos, asignación de números aleatorios, formulación del modelo y análisis.

3.3. Proceso Analítico de Jerarquías (PAJ)

A principio de los 70, Thomas Saaty desarrolló el Proceso Analítico de Jerarquías (PAJ). El PAJ constituye una técnica de cuantificación que permite lidiar ya sea con información cuantificable y como también con información intangible y ha sido aplicada a numerosas áreas como la teoría de decisión y la resolución de conflictos. Difiere de otros modelos de análisis de decisiones en que no se requiere que los tomadores de decisiones hagan adivinanzas numéricas puesto que un juicio subjetivo se incluye en el proceso y los juicios pueden ser íntegramente expresados en un modo verbal.

Originalmente se usó para resolver problemas de decisión multicriterio y generalmente no es conocido como un método de pronóstico. (Yuskel, 2007).

La aplicación del PAJ a la salida del pronóstico permite incorporar a los métodos tradicionales de series de tiempo o los causales, los juicios subjetivos de los actores que intervienen en la toma las decisiones, en el proceso de la planificación de las operaciones. De esta forma se logra un pronóstico consensuado, logrando en consecuencia, una mejor recepción por parte de quienes lo deben aplicar. (Korpela *et al.*, 1996).

El Proceso Analítico de Jerarquías se basa en 3 principios: descomposición, juicios comparativos, y síntesis de prioridades (Saaty, 2008).

La descomposición consiste en el desglose de un complejo problema multicriterio en una jerarquía en donde cada nivel consiste en un conjunto de elementos que se descomponen en otro set de elementos.

El segundo principio se basa en el uso de una metodología de medición para establecer preferencias entre los elementos de cada jerarquía. Esta metodología consiste en juicios comparativos de a pares a partir de la escala de Saaty, que indica cuantas veces más preferible es un elemento sobre otro con respecto al criterio en el cual son comparados. Dicho factor es 1 si es igualmente preferible, y llega a valor de 9 si el elemento es extremadamente preferible. Los mismos se vuelcan en matrices de comparaciones pareadas.

Los juicios pueden manifestarse a través del consenso, voto, media o promedio, o modelos separados o jugadores de expertos en el tema.

Por último, se sintetizan las prioridades de los elementos para establecer el total de las prioridades para la decisión de alternativas.

El PAJ aplicado en el caso de estudio resulta de la siguiente forma:

- 1) Identificar los niveles que componen la jerarquía
- 2) Asignar preferencias a cada nivel de la jerarquía
- 3) Sintetizar las preferencias para obtener las prioridades de cada alternativa y calcular posteriormente el factor de corrección del pronóstico.

La estructura jerárquica que se implementará es la presentada en la Figura 1 y fue obtenida del trabajo de Korpela y Touminen. De la misma se desprenden los factores que serán considerados como claros influyentes en la demanda de los productos.

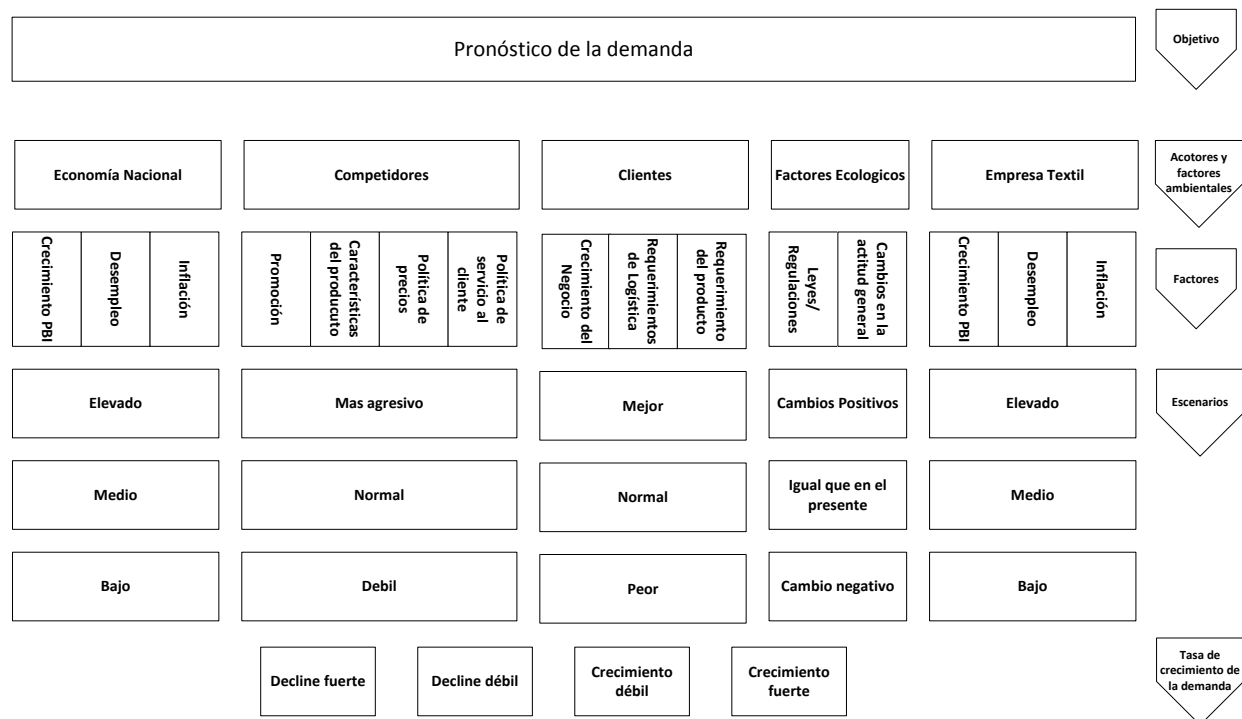


Figura 1: Estructura jerárquica para PAJ
 Fuente: Elaboración propia a partir de Korpela y Touminen.

La estructura así planteada indica que las 4 alternativas posibles de la demanda son

- Crecimiento Fuerte
- Crecimiento débil
- Decline débil
- Decline fuerte

4 Desarrollo

Para el desarrollo de este trabajo se utilizan los datos históricos de ventas de la empresa Gisol S.A. Los mismos corresponden a las ventas de 5 productos durante 9 años (2005-2013). La unidad de tiempo utilizada es el mes.

4.1 Obtención de pronóstico de ventas Muestra Original

Se pronostican las ventas de los 5 artículos para el año 2013 a partir de los datos de la muestra original, se utiliza el software Crystal Ball. El mismo selecciona automáticamente el mejor método para cada una de las series, en función de aquel que exhibe menor MAPE, en la Tabla 1 se presentan el pronóstico de ventas para 2013 de los 5 artículos como así también el método que mejor ajusta a las ventas

Pronóstico	F_{X1}	F_{X2}	F_{X3}	F_{X4}	F_{X5}
Mejor método de pronóstico	SARIMA (2,0,2)(1,0,1)	Multiplicativo estacional	Multiplicativo estacional	SARIMA (1,0,0)(1,0,0)	Multiplicativo estacional
Ene-13	60	54	4	133	31
Feb-13	86	55	8	94	41
Mar-13	98	101	12	300	75
Abr-13	77	123	11	269	60
May-13	78	115	22	331	58
Jun-13	51	90	37	285	55
Jul-13	51	79	27	280	61
Ago-13	40	31	8	121	17
Sep-13	34	21	4	71	8
Oct-13	32	13	2	61	12
Nov-13	25	7	1	58	12
Dic-13	44	22	1	66	8

Tabla 1: Pronóstico de la muestra original
Fuente: Elaboración propia

Como se desprende de la Tabla 1, para las 5 series pronosticadas, los modelos SARIMA y Suavizado Exponencial Estacional multiplicativo son los que mejor ajustaron a la series. Cabe destacar, que estos modelos consideran a la estacionalidad como un componente significativo dentro del patrón de predicción.

A partir de haber utilizado el software Crystal Ball, para la obtención de los pronósticos, que además es un complemento de Excel, se observa que su utilización es sumamente sencilla, como así también la interpretación de los resultados que arroja.

4.2 Ampliación del tamaño de muestra

Se genera por simulación lo que se denomina la Muestra Ampliada (MA) la que contiene 10 años de datos, es decir que a partir de los 8 años originales de la serie, se simulan 2 años de datos.

Se aplica un modelo de simulación Monte Carlo, en el que se simulan las ventas mensuales para los años previos: 2003 y 2004. Se utiliza el software Crystal Ball para realizar esta simulación.

Las 5 series ajustan a una distribución Gamma y la bondad del ajuste se verificó con el índice de Kolmogorov-Smirnov

En la Figura 2 se grafican los puntos simulados para el producto X_1

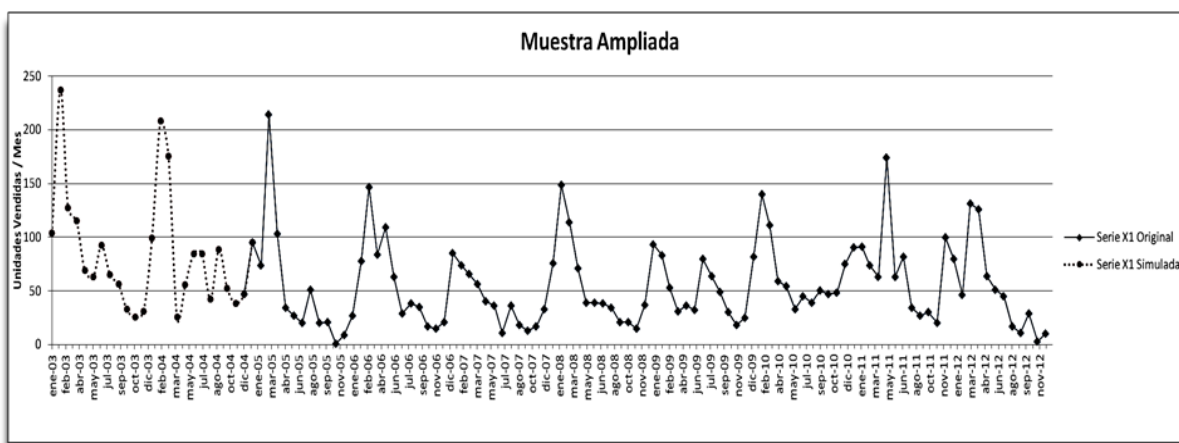


Figura 2: Muestra ampliada para X_1
Fuente: Elaboración propia

Se observa que los datos simulados “siguen” el comportamiento de los datos reales.

Se realizan los pronósticos a esta muestra ampliada. La Tabla 2 presenta los valores pronosticados para los 5 artículos, con su correspondiente método.

Producto	F_{X1}	F_{X2}	F_{X3}	F_{X4}	F_{X5}
Mejor método de pronóstico	Aditivo estacional	Multiplicativo de Holt-Winters	SARIMA (1,1,0)(1,0,0)	Multiplicativo de Holt-Winters	Multiplicativo de Holt-Winters
ene-13	52	60	30	79	33
feb-13	117	57	13	107	50
mar-13	115	92	84	174	74
abr-13	81	131	93	148	58
may-13	62	98	107	162	56
jun-13	33	47	155	102	45
jul-13	44	40	177	71	34
ago-13	30	18	28	31	10
sep-13	25	13	9	20	5
oct-13	14	8	11	13	6
nov-13	1	5	2	9	6
dic-13	13	11	1	21	5

Tabla 2: Cálculo de pronóstico con muestra ampliada.
Fuente: Elaboración propia

Se observa que cuando se utiliza la Muestra Ampliada, no son los mismos métodos de pronósticos los que mejor ajustan. No obstante, continúan siendo los mejores aquellos que consideran al componente de estacionalidad como fundamental.

Para evaluar el comportamiento de ambos métodos, en la Figura 3 se presentan las MAPE obtenidas para los 5 artículos

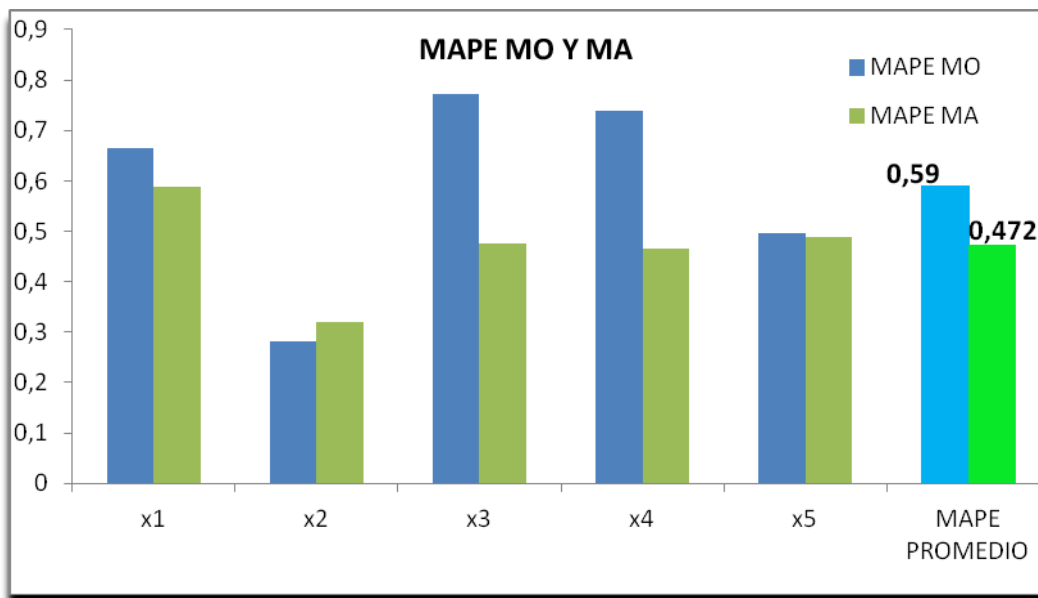


Figura 3: MAPE obtenida para la Muestra Original y para la Muestra Ampliada
Fuente: Elaboración Propia

Se observa que, salvo para X_2 , en el resto de los productos, el pronóstico para la Muestra Ampliada resulta tener menos MAPE.

El indicador general del método, calculado como el promedio de las MAPE de los 5 artículos es de 0,59 para MO y de 0,472 para MA. Esto significa que en promedio se obtiene un mejor comportamiento del pronóstico, para la muestra ampliada.

4.3 Aplicación del PAJ

Para la aplicación del PAJ se diseñó una encuesta que fue realizada a dos expertos, la misma se adjunta en Anexo1. Uno de los expertos que completó la encuesta es la directora de GISOL y el otro es el encargado de producción de otra empresa textil de Mar del Plata, de similares características a GISOL.

Los datos obtenidos de las encuestas se procesan utilizando el software Expert Choice. Este programa permite ingresar la estructura jerárquica de la decisión junto a los juicios emitidos, determinando de forma rápida y sencilla la mejor solución. Tanto la simplicidad en el ingreso de datos como en la evaluación de los resultados del Expert Choice, impulsan el agregado de niveles dentro de la estructura jerárquica que ampliarán el espectro de la decisión, sin dificultar en forma importante su manejo.

Para conciliar la opinión de ambos expertos se optó por usar la opción de agregación de juicios en cada nivel, ofrecida por el software, que efectúa una media geométrica entre ambas valoraciones. Esto significa que el agregado de las opiniones se efectúa según la modalidad AIJ (Aggregated Individual Juice) (Forman y Peniwati, 1998).

En la Figura 4 se presenta las importancias relativas de los criterios dentro del objetivo del modelo que es “Pronosticar la demanda de GISOL. S.A”.

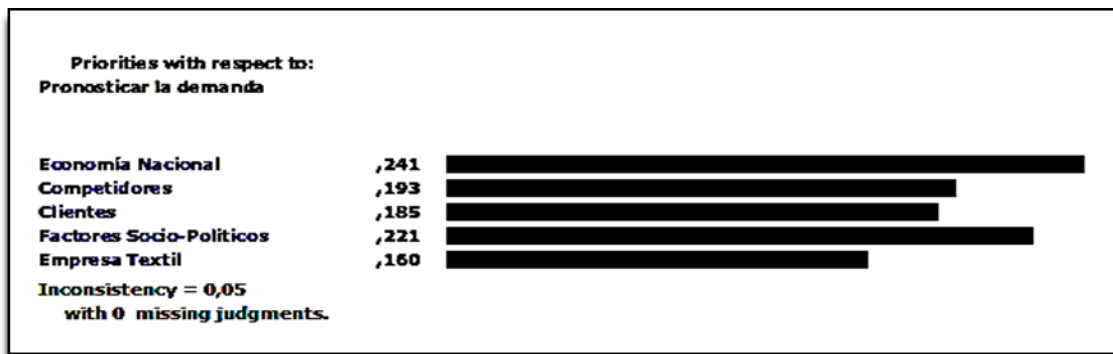


Figura 4: Importancia de los criterios para Pronosticar la Demanda
Fuente: Expert Choice

En la figura 5, se observan las ponderaciones finales arrojadas por el programa Expert Choice para cada una de las opciones finales.

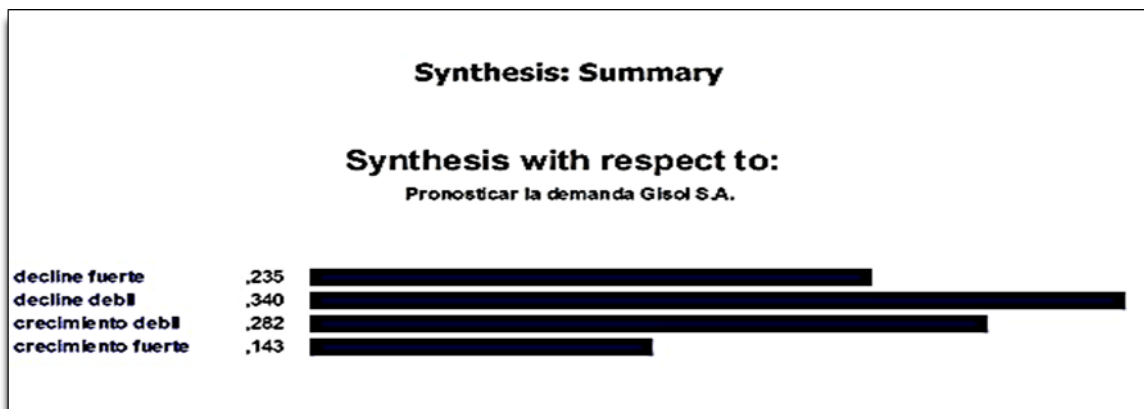


Figura 5: Síntesis Final Expert Choice
Fuente: Expert Choice

Como resultado de evaluar las prioridades de los escenarios posibles para el objetivo “Pronosticar la Demanda”, la alternativa “Decline débil” resultó ser la de mayor probabilidad.

Siguiendo el análisis propuesto, a cada una de las prioridades obtenidas se multiplica por el rango promedio obteniéndose la media ponderada, como se muestra en la Tabla 3.

Alternativa	Rango (%)	Rango Promedio	Probabilidad (P)	Rp*P (%)
Decline Fuerte	(-10;-5)	-7,5	0,235	-1,7625
Decline débil	(-5; 0)	-2,5	0,340	-0,85
Crecimiento débil	(0;5)	2,5	0,282	0,705
Crecimiento Fuerte	(5;10)	7,5	0,143	1,0725
PROMEDIO				-0,20875

Tabla 3: Factor de corrección por PAJ
Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos para la Muestra ampliada, que fueron los mejores resultados obtenidos al momento, se afectan por el factor de corrección por PAJ y se vuelve a calcular el pronóstico, el que se denomina pronóstico MA-PAJ.

Figura 5 presenta las ventas reales de X₃ y el pronóstico obtenido para la Muestra original, para la muestra ampliada y el pronóstico MA-PAJ

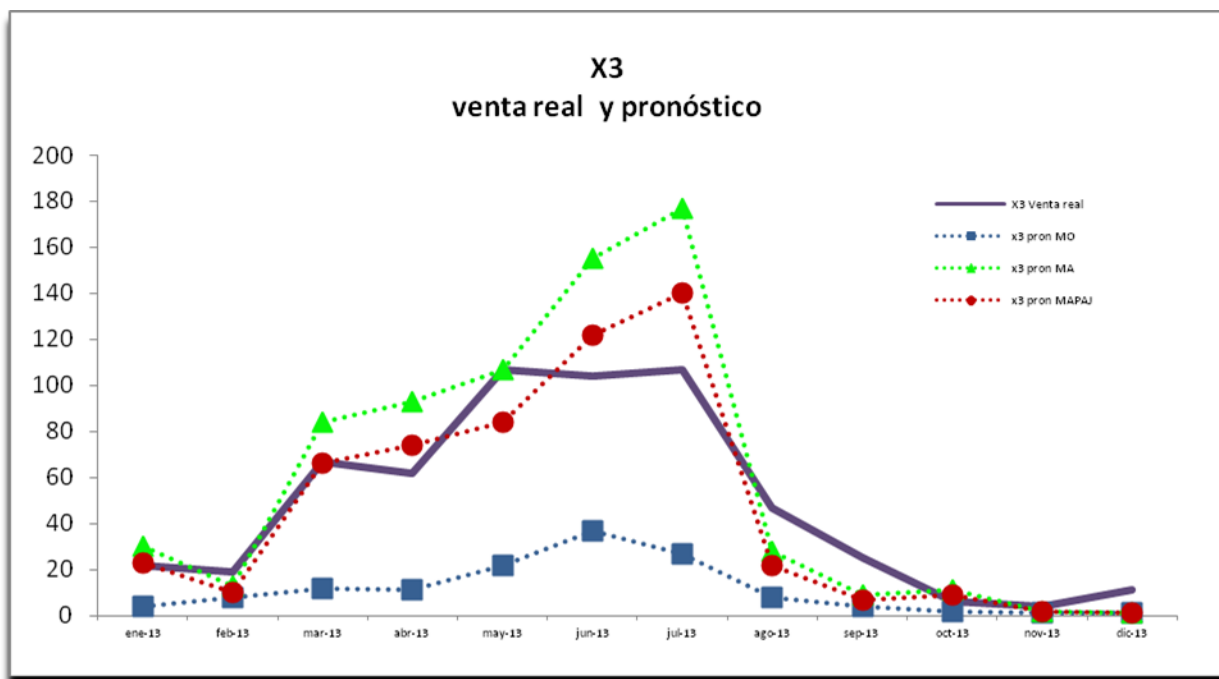


Figura 5 : ventas reales de X3 y pronóstico MO, MA y MA-PAJ
Fuente: elaboración propia

Se observa como el pronóstico original se ve afectado sensiblemente por la ampliación del tamaño de muestra y por el PAJ, siendo en estos dos últimos casos, mucho más cercanos a las ventas reales

Para corroborar la eficiencia del factor de corrección de PAJ, se calcula la MAPE del pronóstico MA-PAJ, que se presenta en Figura 6, en forma conjunta con las otras MAPE halladas.

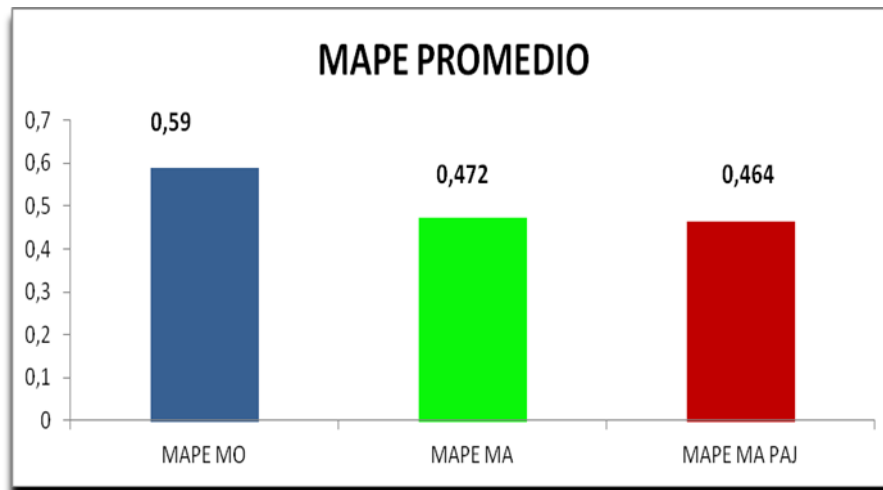


Figura 5: MAPE promedio de pronóstico MO, pronóstico MA y pronóstico MA-PAJ
Fuente: elaboración propia

Se observa una disminución del indicador MAPE cuando el pronóstico es afectado por el factor de corrección de PAJ.

5 Conclusiones

- Se pronosticaron las ventas de 5 productos, cuya principal característica es la alta estacionalidad. Los mejores métodos para las distintas series, SARIMA y Suavizado Exponencial Estacional multiplicativo, consideran a la estacionalidad como un componente significativo dentro del patrón de predicción.
- Se amplió por simulación, el tamaño de la muestra y se volvió a pronosticar. A través de la medición del error del modelo utilizado, MAPE, es posible observar una mejora respecto de los valores pronosticados.
- Finalmente se aplicó el Proceso Analítico de Jerarquías, a efectos de incluir la opinión de expertos en la construcción del pronóstico. De la aplicación de la herramienta, se concluye que lo más probable que ocurra es una disminución débil de la demanda.
- De la aplicación conjunta del coeficiente de corrección por PAJ a los resultados del pronóstico obtenido con la muestra ampliada se obtiene un pronóstico superador.
- El pronóstico MA-PAJ, además de ser el que mejor resultados arrojó cuantitativamente, posee el atributo adicional de haber considerado la opinión de los expertos, quienes tienen el conocimiento y la percepción propias de estar en el negocio.
- Las técnicas y herramientas utilizadas en este trabajo son técnicas sencillas, que para su aplicación no requieren de soporte informático demasiado sofisticado, sus resultados son fáciles de interpretar y en consecuencia, son de pronta implementación. Esto permite concluir que es posible colaborar con la tarea del gerente en forma eficiente generando resultados importantes que se traducirán en beneficios económicos en el corto y mediano plazo.

Referencias Bibliográficas

- BALLOU, R.H. 2004. *“Logística, administración de la cadena de suministro”*. México. Ed. Person Education.
- BERARDI B., ZÁRATE C., ESTEBAN A., MORTARA V., CORRES G. 2012. Impacto en el Error de Pronóstico y en la Gestión de Inventarios del Aumento del Tamaño de Muestra por Simulación. V Congreso Argentino de Ingeniería Industrial (COINI 2012). Universidad Nacional de Lomas de Zamora.

- CHU, CHIN-WU; ZHANG, GUOQIANG. 2003. A comparative study of linear and nonlinear models for aggregate retail sales forecasting. *International Journal of Production Economics*, vol.86, pp.217-231.
- DEKKER, MARK; VAN DONSELAAR, KAREL; OUWEHAND, PIM. 2004. How to use aggregation and combined forecasting to improve seasonal demand forecasts. *Int. J. production Economics*, vol. 90, pp. 151-167.
- FORMAN E., PENIWATI K. 1998. Aggregating Individual Judgments and Priorities with the Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, vol. 108, pp. 165-169.
- GENNERO DE REARTE, A., GRAÑA, F., LISERAS N. y otros. 2007. *Industria Manufacturera. Año 2006. Observatorio PyME Regional General Pueyrredón y zona de influencia de la Provincia de Buenos Aires.* Universidad Nacional de Mar del Plata.
- HANCKE JOHN., WHICHERN DEAN. 2006. *“Pronósticos en los Negocios”*. México. Octava Edición. Capítulos 8 y 9. Pearson Prentice-Hall. México.
- KORPELA, J. y TOUMINEN, M. 1996. Inventory forecasting with a multiple criteria, *International Journal of Production Economics*, pp.159-168.
- SAATY T. 2008. Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. *Int. J. Services Sciences*, vol. 1, No. 1, pp. 83-98.
- YUKSEL, S. 2007. An integrated forecasting approach to hotel demand, *International Journal of Production Economics*, pp. 1063–1070.

2TC-A9-Desarrollo de una Mejora en los Almacenes de una Automotriz

Nancy Alves (Dpto. Ing. Mecánica /UNT)

Susana Chauvet (Dpto. de Ing. de Procesos y Gestión Industrial /UNT)

Julieta Migliavacca (Dpto. Ing. Mecánica /UNT)

Florencia Silva (FaCET /UNT)

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados de una mejora en los almacenes de artículos no productivos en una empresa automotriz de la provincia de Tucumán, tendiente a reducir los tiempos de aprovisionamiento. Se analizaron los distintos artículos, las necesidades de cada uno de ellos y su criticidad, como así también las dificultades al momento de buscar un producto para las diferentes líneas de producción. Se propuso la implementación de almacenes avanzados en la línea de sincronizado, en tratamiento térmico y en el taller de herrería, con ello se logró mejorar el abastecimiento provocando un ahorro de 2000 minutos hombre en un mes, lo que representa una gran ganancia para los tiempos de producción.

Palabras clave: *logística, almacenes avanzados.*

1 Introducción

En el ámbito industrial, la logística es el proceso de planificar, implementar y controlar el flujo de materiales y de manejar la información relacionada desde el lugar de origen hasta el lugar de consumo, con el propósito de satisfacer los requerimientos de los clientes. En otras palabras, con la gestión logística se pretende proveer el producto correcto en la cantidad requerida, en el lugar indicado, en el tiempo exigido y a un costo razonable.

La gestión de almacenes es un eslabón de la cadena logística que se ha convertido en uno de los más importantes, debido a su incidencia en el servicio al cliente y en los costos operativos de las empresas. Este es el proceso que trata la recepción, almacenamiento y distribución hasta el punto de consumo de cualquier tipo de material así como el tratamiento e información de los datos generados.

Los inventarios o stocks pueden ser definidos, como una provisión de materiales, con el objeto de facilitar la continuidad del proceso productivo y la satisfacción de los pedidos de consumidores y clientes, estos se presentan prácticamente en cualquier organización, y en particular, en las empresas industriales, sean éstas pequeñas, medianas o grandes. El interés que despierta una correcta gestión del stock se debe a que es una de las facetas empresariales en las que es más factible reducir gastos.

La existencia de almacenes dentro de la industria refleja la problemática de la diferencia temporal entre la demanda de material y su reabastecimiento. Durante mucho tiempo la política común en las empresas era tener sus almacenes repletos de existencias con el fin de resolver problemas tales como demandas imprevistas, roturas, huelgas de los operarios, entre otros. La creencia era que una empresa con grandes cantidades de stocks era altamente eficiente por su capacidad de prestar un buen servicio a sus clientes. A partir de los años 70, se empezó a considerar que los stocks eran necesarios, pero que también era necesaria una gestión eficiente del inventario que determine su tamaño adecuado con el fin de optimizar costos.

La actual globalización de los mercados impone a las empresas una creciente y dinámica competencia. Este proceso exige que las empresas tengan un abanico de estrategias para que las compras, la producción y la financiación tengan costos más bajos.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos por las mejoras realizadas en la gestión de artículos críticos en el área de almacenes no productivos de una empresa automotriz de manera de reducir los tiempos de entrega de material al cliente a través de una disminución del desplazamiento del mismo a través de la planta y disminuir los faltantes de stock entre artículos críticos para la operación de la planta.

Materiales y métodos

Se efectuó una evaluación de los Almacenes de Materiales No Productivos (NAP), analizando sus características como ubicación, tipos de materiales que administran, modalidad de trabajo, organización y las tareas que se llevan a cabo. Se estudió el proceso de entrega de material y se hicieron mediciones de tiempo que le lleva retirar materiales, así como estimaciones de la cantidad promedio de operaciones que se llevan a cabo.

Para la confección de la propuesta se utilizó el concepto de Almacenes Avanzados que implica la creación espacios pequeños en los cuales se pueden almacenar artículos críticos o que tienen mucha rotación para que estén disponibles más fácilmente para los clientes internos. El nombre que recibe esta propuesta surge de la idea de “avanzar” hacia el cliente llevando un mejor servicio a su lugar de trabajo para evitar que tenga que recurrir siempre al Almacén Central a retirar los ítems que necesite. Para la elección de los almacenes avanzados se usaron distintos criterios dependiendo de la naturaleza de la operación. Se hizo estimaciones de los stocks, la cantidad de artículos que contara cada uno la frecuencia de su reposición. Se definió la metodología de trabajo en los distintos almacenes avanzados.

Para la implementación de un Almacén Avanzado se realizó un acuerdo con el líder del área en donde se ubicará el subalmacén, se seleccionaron los artículos y las cantidades que pertenecerán al stock, se montó la estantería con los artículos en el lugar de destino, se capacitó al personal del área para un correcto funcionamiento y se realizaron auditorías internas en las semanas posteriores para verificar el cumplimiento de los procedimientos.

2 Resultados y Discusión

2.1 Descripción y funcionamiento del área almacenes

El área de almacenes NAP (Not Automotive Parts), en la automotriz bajo estudio, se encarga de la administración de todo el material no productivo (todo lo que no sea materia prima) como repuestos de máquinas, herramientas de corte, aceites para máquinas, etc..

La responsabilidad del área comienza con la recepción de los bienes, luego el almacenamiento y gestión del inventario y por último la entrega de material a los sectores productivos. El personal del sector se compone de seis operarios, tres analistas, un pasante y un líder.

Los Almacenes NAP cuentan con 4 depósitos para guardar material. El primero es el Almacén Central, destinado para artículos de alta rotación y no muy voluminosos. Este almacén es el único que se encuentra dentro de la planta y también es el único en el cual se realiza la entrega de artículos a los clientes. Incluso cuando se trata de material que está guardado en alguno de los otros almacenes, los operarios de los sectores productivos se deben dirigir al Almacén Central para realizar la requisición. En este almacén se encuentran artículos de oficina, de ferretería, herramientas de corte, válvulas, algunos repuestos que requieren cuidado especial, entre otros. El segundo depósito es el Almacén de Suministros, en que se almacenan artículos de media rotación. Algunos de los ítems que se encuentran son electrodos, uniformes de trabajo, material de embalaje, cables, filtros, entre otros. El tercer depósito es el Almacén Fiscal, destinado para artículos de baja rotación y/o gran volumen. Se encuentran motores, bombas, ruedas abrasivas, ladrillos refractarios para los hornos, entre otros. El cuarto es el Almacén de Químicos que se usa para almacenar aceites, pinturas, alcoholes, etc..La mayoría de estos artículos se encuentran en tambores de 200 litros aproximadamente. Debido a que muchos de sus elementos son altamente inflamables este almacén cuenta con reglas estrictas para el ingreso al mismo y para la manipulación de tambores.

El sector administra también diferentes tanques de gases y combustibles como ser Oxígeno, Nitrógeno, Acetileno y Gasoil. Los mismos se controlan diariamente para verificar los niveles y solicitar su reposición en caso de que sea necesario. La administración y control de estos tanques es de vital importancia ya que representan insumos críticos para producción.

Para movimiento de material y pallets entre los distintos almacenes el área cuenta con dos autoelevadores, uno de combustión interna y otro eléctrico.

El área de Recepción de Almacenes NAP se encuentra anexada al Almacén Central. En este lugar se realiza la descarga de camiones que ingresan a la empresa con los insumos que llegan de los distintos proveedores. Además cuenta con un espacio físico en donde se organizan los paquetes según el día en que ingresan. Esto garantiza que se puedan procesar el material de las órdenes de compra según el método FIFO (Primero en Llegar, Primero en Salir).

Las oficinas del sector se encuentran en dos lugares de la planta; al lado del Almacén Central y en el área del Mantenimiento Técnico de Producción. En las mismas se desarrollan las tareas administrativas, de soporte o logísticas para las cuales se utiliza un sistema informático.

En este sistema quedan asentadas todas las operaciones que se realizan en el sector, como ingreso de material, consumo de artículos, cambios de ubicación, solicitudes de compra, órdenes de compra pendientes, etc. Permite también ver en detalle el comportamiento de cada ítem a lo largo del tiempo, razón por la cual la planificación de lotes de compra, del punto de pedido y del stock de seguridad entre otros parámetros se realiza usando principalmente los datos almacenados.

Las tareas que se realizan dentro del área de Almacenes NAP pueden ser divididas en tareas operativas que consiste en recepción de material de proveedores, traslado y ubicación del material, entrega de material al cliente, registro de las transacciones de artículos en el sistema, control de stock y optimización del espacio para almacenamiento, y tareas de soporte de planificación y logística, como seguimiento del comportamiento de los artículos, seguimiento de las órdenes de compra pendientes de entrega, planificación de lotes de compra, verificación y control de la necesidad de compra de los artículos, incorporación de nuevos artículos en el almacén, generación de estadísticas e indicadores de gestión.

2.2 Proceso de entrega de material

El objetivo del área de Almacenes NAP es poder brindar el mejor servicio a los clientes internos optimizando costos, espacios y tiempos.

Cuando un operario quiere retirar un artículo del almacén, debe completar una tarjeta y con la misma dirigirse a la ventanilla de atención que se encuentra en el Almacén Central. Allí, deberá entregar la tarjeta al operario del almacén para que el mismo le entregue el material. Es de vital importancia el correcto registro de las transacciones ya que sirve para imputar los costos a los distintos sectores adecuadamente quedando registrado qué Centro de Costos realizó el consumo.

El sector de Almacenes midió el tiempo que necesita un operario desde que sale de su puesto de trabajo para buscar un artículo del almacén hasta que regresa al mismo y se estimó que es entre 15 y 20 minutos en promedio. Esta medida es para el caso en que el operario no deba esperar en la ventanilla del almacén, es decir, podría requerir incluso más tiempo ya que muchas veces hay 2 o más personas esperando para ser atendidas.

Teniendo en cuenta de que por día se realizan aproximadamente entre 10 y 20 extracciones en el almacén por cada línea de producción, se puede estimar que el tiempo que se le dedica a retirar material es entre 150 y 400 minutos hombre diarios por línea de producción.

2.3 Creación de Almacenes Avanzados

Teniendo en cuenta el análisis y diagnóstico que se realizó con respecto a la tarea de entrega de material, se colocó un Almacén Avanzado en cada línea de producción para disminuir en gran medida las causas de problemas mencionados.

Este planteamiento no significaría un reemplazo total del sistema actual. Seguiría existiendo la atención por ventanilla para entrega de material en el Almacén Central pero se busca reducir el tiempo y la cantidad de veces que los clientes se dirigen hacia él.

Si cada sector que realiza un alto consumo de materiales cuenta con su propio almacén en donde se encuentran los artículos más críticos o de mayor rotación y además esto se complementa con rondas de distribución para

aquellos ítems que no son urgentes, entonces se puede reducir significativamente el tráfico en la planta relacionado a la entrega de material.

Se estimó que en cada Almacén Avanzado habrá de 15 a 30 artículos distintos. Cada uno contará con un stock definido por el consumo y la frecuencia con la cual se planea realizar su reposición. Los ítems que se encuentren en los Almacenes Avanzados, seguirán contando con parte de su stock en el Almacén Central o en alguno de los almacenes periféricos pertenecientes al sector. Al igual que en el resto de los depósitos, en estos almacenes no cualquier persona puede realizar extracción de material. Se trata de estantes cerrados con candados cuya llave estará disponible sólo para los clientes autorizados y para los operarios de Almacenes NAP. Cada artículo estará claramente identificado, siguiendo con los mismos estándares de los otros depósitos del área. La tarjeta verde de requisición de material se reemplaza en los Almacenes Avanzados por planillas o tarjetas de consumo que cumplen la misma función pero se adaptan al nuevo funcionamiento de entrega de material. El stock de los artículos presentes en los subalmacenes figura en el sistema informático al igual que el resto de los artículos administrados por Almacenes NAP.

Una vez implementado el Almacén Avanzado se definió la siguiente metodología según:

- Extracción de material: Cuando un cliente desee retirar algún ítem del stock se dirigirá al coordinador de su línea u otra persona autorizada, la cual le entrega el artículo solicitado. El consumo se registrará en una planilla, cuyos campos se deben completar.

- Reposición y descarga de material en el Sistema: según la tasa de consumo que tengan los artículos del Almacén Avanzado se definirá la frecuencia de abastecimiento. Para las líneas de producción se estima que la reposición de material debe realizarse todos los días o cada dos días.

Un operario del almacén realizará las rondas de reposición de los Almacenes Avanzados según se indica en un instructivo. En una primera ronda retira las planillas de consumo y toma nota de los artículos faltantes.

Se dirige al Almacén Central en donde prepara todos los ítems que se deben reponer y en una segunda ronda los lleva a todos los Almacenes Avanzados. En caso de que sea necesario, debe llevar también nuevas planillas de consumo.

Es importante remarcar que todas las transacciones de material deben quedar registradas en el sistema informático. El sistema permite la posibilidad de detallar la ubicación de cada lote del stock. Cuando se realiza la reposición a los Almacenes Avanzados se debe cambiar la ubicación de los artículos. Es de vital importancia realizar esta operación en el sistema ya que en estos subalmacenes el material deja de estar custodiado por el personal del almacén y pasa a ser responsabilidad de personal externo al sector (los coordinadores o personal autorizado que posea la llave de la estantería). En el caso en que llegue a haber un inconveniente o una diferencia en el stock, si no se ha registrado el cambio de ubicación en el sistema, no es posible hacer un seguimiento correcto de la historia de los artículos y por lo tanto, detectar la causa de los problemas.

Se eligieron 3 sectores para la implementación de Almacenes Avanzados: en la Línea de Sincronizado, en Tratamiento Térmico y en el Taller de Herrería.

2.3.1 Almacén avanzado en la línea de sincronizado

La línea de Sincronizado se eligió como piloto para la implementación de un Almacén Avanzado en la planta. Esta línea es la que más horas de producción tiene en la actualidad ya que trabaja 3 turnos en vez de 2 como las otras líneas. Esto es debido a que muchos de sus productos se exportan a distintos países.

Para realizar la elección de los artículos se analizó el consumo histórico del sector durante el 2014. Con la información obtenida del Sistema se elaboró un listado preliminar de ítems que fue enviado al líder del sector para que evalúe el mismo y realice sugerencias para modificarlo si fuese necesario.

La lista definitiva de artículos quedó con aquellos con mayor frecuencia de consumo y repuestos críticos.

Una vez que se seleccionaron los artículos, personal de Almacenes NAP armó el almacén y se realizó una ~~breve~~ capacitación a los colaboradores de la línea para detallar cómo sería el nuevo procedimiento para consumo de ítems del almacén y remarcar lo importante que es la correcta gestión del stock. A partir de ese momento el Almacén Avanzado de Sincronizado quedó en funcionamiento.

Otra de las cuestiones en la que se hizo hincapié en la capacitación fue la entrega de material a través de las rondas de reposición en caso de que el artículo solicitado no se encuentre en el Almacén Avanzado, es decir, se apuntó a reducir al mínimo posible el tráfico de personal de la línea al Almacén Central.

A partir de la semana siguiente a la implementación se realizaron 3 auditorías internas en las cuales se eligieron 6 o 7 ítems presentes en el Almacén Avanzado y se hizo un control del stock que figuraba en el Sistema Informático versus cantidad física. Con esta verificación se buscaba constatar que los consumos estaban siendo registrados correctamente y que además el stock de un artículo determinado se encontraba efectivamente en la ubicación que indicaba el Sistema.

Los resultados de las auditorías mostraron 3 casos de diferencias de una o dos unidades en elementos de protección personal. A pesar de esto se pudo ver que el Almacén funcionaba satisfactoriamente y que los clientes de la Línea se encontraban familiarizados con su uso.

2.3.2 Almacén avanzado en tratamiento térmico

Tratamiento térmico es el único sector cuya continuidad en la operación es altamente crítica ya que los hornos funcionan todos los días del año, las 24 horas, excepto por dos semanas en Diciembre y en Julio en donde se apagan para realizar tareas de mantenimiento. Además de esto, debido a las condiciones de trabajo (muy altas temperaturas) requiere una especial atención por parte del personal de Mantenimiento para garantizar siempre la seguridad de los operarios del sector.

Por estos motivos Tratamiento Térmico fue elegido también para la creación de un Almacén Avanzado en el lugar.

Para la selección de artículos en este caso se utilizó el criterio de repuestos o dispositivos de seguridad críticos. En este caso el listado de ítems fue provisto desde el área de Mantenimiento y en todos los casos se trata de artículos con baja rotación pero cuya disponibilidad debe estar garantizada en todo momento para evitar consecuencias graves en la operación de los hornos.

2.3.3 Almacén avanzado en el taller de herrería

El Taller de herrería forma parte del área de Infraestructura y Mantenimiento de Servicios y se encarga de realizar tareas diversas de mantenimiento para los sectores de la planta que lo soliciten como por ejemplo soldaduras, cambios de cañerías, etc. El personal de este taller utiliza entonces muchos insumos de ferretería, como electrodos, válvulas, tubos, discos de corte, entre otros.

Además de ser un sector que utiliza muchos insumos diariamente, queda muy alejado del Almacén Central por lo cual el líder del sector solicitó que se implemente un Almacén Avanzado en el mismo taller.

El criterio adoptado para la selección de artículos fue el de artículos de ferretería con mayor frecuencia de consumo. Por la naturaleza del taller, los ítems que se utilizan no son muy costosos pero sí son usados en grandes cantidades.

2.4 Análisis de Información

Para el procesamiento de información y el análisis de resultados se tuvo en cuenta solamente el Almacén Avanzado de la Línea de Sincronizado debido a que el Almacén Avanzado de Tratamiento Térmico tiene muy baja rotación de material por lo que la información obtenida en un lapso de tiempo corto no sería muy representativa para realizar evaluaciones y diagnósticos y es muy difícil obtener información de los movimientos realizados en el Almacén Avanzado del Taller de Herrería ya que los consumos que se realizan en el sector se imputan a los diferentes centros de costos para los cuales se realicen los trabajos de mantenimiento.

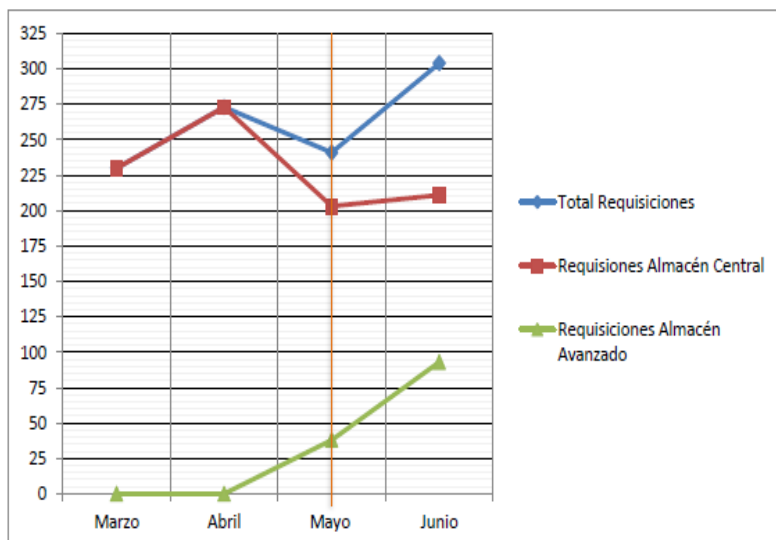


Gráfico 1. Requisición de material por ubicación

El Gráfico 1 muestra las requisiciones o extracciones de artículos que realizó el Centro de Costos correspondiente a la Línea de Sincronizado desde Marzo hasta Junio. Se contabilizan las cantidades de transacciones realizadas, sin importar la cantidad de artículos que se consumió en cada extracción. La línea roja vertical muestra en el gráfico el momento en que se implementó el Almacén Avanzado.

Se puede observar que casi un tercio de los movimientos correspondientes a Junio fueron hechos en el Almacén Avanzado del sector. Este porcentaje es altamente satisfactorio si se tiene en cuenta que con la reubicación de 25 artículos de los 17 mil que gestiona el Almacén se logró disminuir un 30% de la presencia de personal de Sincronizado en la ventanilla del Almacén Central.

Si se considera además que cada extracción realizada en el Almacén Central lleva aproximadamente 20 minutos a un operario de la línea se puede decir que sólo durante el mes de Junio hubo un **ahorro de 2000 minutos hombre**, lo que representa una gran ganancia para los tiempos de producción.

3 Conclusiones

La gestión logística ayuda a proveer el producto correcto en la cantidad requerida, en el lugar indicado, en el tiempo exigido y a un costo razonable, siendo un eslabón fundamental la gestión de almacenes debido a su incidencia en el servicio a sus clientes y en los costos operativos de las empresas.

En este trabajo se estudiaron los almacenes no productivos, los distintos artículos que administran, las necesidades de cada uno de ellos y su criticidad, como así también las dificultades al momento de buscar un producto para las diferentes líneas de producción. En base a ello se aplicó almacenes de avanzada para reducir los tiempos de aprovisionamiento. A partir de la implementación no solo se logró mejorar el servicio de aprovisionamiento, sino que se detectó una gran potencialidad de mejora de la productividad con respecto a los tiempos de producción, lográndose un ahorro de 2000 minutos hombre en un mes, lo que representa una gran ganancia para los tiempos de producción.

Referencias Bibliográficas

<http://www.toyota.com.mx/corporativo/toyota-en-el-mundo/sistema-de-produccion/>

<http://salvadorcobian.com/index.php/miblog/74-herramientas/81-5-fundamentos-del-sistema-de-produccion-toyota>

<http://www.monografias.com/trabajos82/gestion-inventarios/gestion-inventarios2.shtml#ixzz3f918luFs>

http://gio.uniovi.es/documentos/asignaturas/descargas/MADE_Inventarios_y_Almacenes_Teoria.pdf

<https://logispyme.files.wordpress.com/2012/10/manual-de-gestic3b3n-de-almacc3a9n.pdf>

3TC-A9-Desarrollo de una Herramienta de Costeo para Presupuestar la Tarifa del Transporte de Combustibles Livianos

Rodriguez, Ma. Analía (IDTQ-PLAPIQUI -CONICET-UNC).

Rodriguez, Ma. Elvira (Depto. Ing. Industrial UTN FRSF)

Tucci, Víctor (Depto. Ing. Industrial UTN FRSF)

Resumen

El mercado mundial es complejo y se encuentra en constante cambio, con la presencia de un acelerado crecimiento de actividades de investigación y desarrollo que tiene como objeto otorgar métodos adecuados para la gestión de empresas. Herramientas de control efectivas son requeridas para obtener información precisa, en la cual la referida a los costos es una de las más relevantes. El propósito de este trabajo es presentar una metodología y una herramienta de estimación de costos para el transporte de combustibles livianos desde la refinería hasta las estaciones de combustibles. Basada en la estimación de costos propuesta, la compañía podrá en forma certera, determinar y negociar los precios de transporte y distribución con sus proveedores.

Palabras clave: *herramienta de costeo, tarifa, distribución, combustibles livianos*

1. Introducción

La importancia del costo del combustible en la economía del país es bien reconocida. Una parte significativa del mismo está dada por el transporte requerido para distribuir el combustible desde la etapa de producción hacia los consumidores finales. Una gestión de distribución eficiente es crucial para minimizar costos y nuevas tecnologías de gestión deben ser implementadas a fin de determinar claros objetivos y medir resultados. Solo aquellas empresas capaces de manejar eficientemente sus actividades y las técnicas de control de gestión serán competitivas y sobrevivirán en el mercado.

A pesar de que los costos logísticos son información clave para la gestión de la cadena de suministro (Askarany, Yazdifar, y Askary 2010; Hansen, Hovi, y Veisten 2014), muchas compañías son deficientes en la estimación precisa de sus costos. En particular, los sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*) no ofrecen mediciones apropiadas sobre costos de transporte. Sin embargo, los costos de distribución son indispensables para evaluar la performance de los sistemas logísticos (Jane 2011; Niu, Lam, y Gao 2014) y juegan un rol relevante en las actuales economías. Por ejemplo, en Estados Unidos, un porcentaje importante del producto bruto interno es representado por actividades de almacenamiento y transporte (Tsao y Lu 2012).

Diferentes técnicas pueden ser aplicadas para estimar los costos de transporte. El método reconocido costeo basado en actividades (ABC) ha sido aplicado por Baykasoğlu y Kaplanoğlu (2008) para una compañía de transporte terrestre. Además ha sido aplicado en pequeñas y medianas empresas (Gunasekaran y Singh 1999; Gunasekaran, Marri, y Grieve 1999), y exitosamente implementado en organizaciones de países en desarrollo (Liu y Pan 2007), en industrias manufactureras (Gunasekaran y Sarhadi 1998), para procesos de ensambles (Tsai 1996). Sumado a esto, ha sido usado para asignar costos de ventas y mejorar la función de marketing (Dickinson y Lere 2003). Algunos autores han utilizado el *ABC Time Driven* (basado en el tiempo) a fin de simplificar el proceso de implementación y disminuir los costos asociados (Somapa, Cools, y Dullaert 2012). Aplicando un alcance diferente, Ozbay et al. (2007) analizan métodos alternativos para estimar costos completos marginales del transporte por carretera. Marufuzzaman et al. (2015) comparan el costo de dos modos alternativos de transporte para lodos de aguas residuales usando un modelo de costeo completo. Bø y Hammervoll (2010) proponen una herramienta de precios basados en costos de la industria de comestibles al por mayor. Dichos autores aplican una planilla de cálculo MS Excel a fin de determinar el precio del servicio de transporte para un gran mayorista noruego.

Los destilados derivados del petróleo son indispensables para uso industrial, doméstico y de transporte. Es por esto, que dicho *commodity* es la más comercializada mundialmente (Alizadeh y Nomikos 2004). En este contexto, el transporte de combustibles livianos juega un rol significativo en la logística de la cadena de suministro. Sin embargo, un modelo de costeo para el servicio de transporte de dicho combustible no ha sido presentado en la literatura. En muchas compañías el servicio de transporte es una de las principales actividades tercerizadas en el sector de logística, mayormente debido al ahorro de costos junto con la flexibilidad que representa y los servicios dados al cliente (Solakivi, Töyli, y Ojala 2013).

Cuando un tercero provee el servicio de transporte, la empresa necesita de una herramienta de precio basada en los costos de transporte a fin de apoyar la negociación de precios con el transportista. Con este propósito, un modelo de costeo completo se desarrolla en este artículo.

Uno de los principales desafíos cuando se considera un modelo de costeo completo está dado por la estimación del volumen total del negocio a fin de distribuir los costos fijos en el costo unitario. En este artículo, se propone una técnica alternativa para determinar el costo del volumen de un viaje determinado que debe ser calculado. Esto significa que el costo unitario por kilómetro depende de la distancia recorrida dando más precisión al costo calculado. Además, considerando que este estudio está basado en la operación de un negocio real, se tiene en cuenta el consumo de recursos detallado, lo que mejora la exactitud de la determinación del costo.

En Argentina el transporte de combustibles livianos presenta características en relación a la gestión logística que restringe el consumo de recursos y su correspondiente estructura de costos. Estos aspectos son: en general, las empresas de transporte proveen el servicio de distribución a una única refinería, por lo que esta última tiene mayor poder de negociación, manteniendo una relación dispar con el proveedor. Con respecto a la ruta de distribución, el camión de combustible deja la refinería con la carga completa, descarga el mismo en el destino y regresa completamente vacío. Los tiempos de carga y descarga en refinería y destino, respectivamente, se pueden considerar constantes. Estos tiempos representan una pérdida de beneficio para la compañía de distribución que es raramente reconocida por la refinería.

Con fines de facturación, el tiempo completo se compone por el de distribución (refinería-destino-refinería) y los tiempos de carga y descarga (tiempos muertos). Se asume un tiempo promedio constante por mes para el servicio de distribución tomando este valor como medida de capacidad del negocio. Acorde con esto, los recorridos cortos permiten mayor número de viajes al mes. Como los tiempos muertos están directamente relacionados al número de entregas, una menor distancia total puede ser recorrida comparando los viajes cortos con aquellos más largos, porque el tiempo disponible es menor en este caso.

Los costos fijos son constantes por vehículo y por mes, tal que el impacto de dichos costos se asocia a la distancia total a facturar. Esto significa que distancias mayores permiten costos por kilómetro menores. Viajes cortos son más costosos ya que el tiempo muerto involucrado permite menores distancias recorridas por mes. La velocidad promedio es menor en el caso de viajes cortos, debido a la mayor incidencia de las rutas urbanas en la distancia total. Esto también lleva a una reducción en los kilómetros posibles mensuales a recorrer y facturar. Los recursos variables representan un costo constante por kilómetro. Los recursos fijos representan un costo por mes constante, y su valor por kilómetro varía acorde el total de kilómetros por mes. Teniendo en consideración todas estas características, la herramienta de gestión propuesta determina los costos de transporte y mejora la operación de la compañía.

Este trabajo cuenta con la metodología y descripción del modelo propuesto en la sección 2, luego un caso de estudio de una empresa local se presenta a fin de mostrar los resultados obtenidos en la sección 3 y finalmente las principales conclusiones se establecen en la sección 4.

2. Metodología y modelo propuesto

El modelo aplicado considera costos fijos y variables en el costo unitario. Los parámetros usados asumen un conjunto de condiciones operacionales para los vehículos que el gerente puede modificar si un diferente escenario debe tenerse en cuenta.

2.1 Costos variables (relacionados con la distancia recorrida)

Costo de combustible por kilómetro (cf): Es calculado en la Ecuación (1), considerando un consumo promedio de combustible y su precio por litro (pf). El consumo promedio se determina en litros/km, asumiendo un requerimiento de combustible por km diferente si el camión está completo (qff) que si está vacío (qfe). Una

característica a considerar es que no se permiten las descargas de combustible parciales, los camiones se cargan completamente en la planta y se descarga completamente en la estación de combustible, volviendo vacío a la planta.

$$cf = \frac{1}{2}(qfe + qff) \cdot pf \quad (1)$$

Costo de lubricación (*cl*): la Ecuación (2) determina este costo considerando el consumo de lubricante en cada lubricación (*ql*), el precio del lubricante (*pl*) y el costo de mano de obra (*llc*). Ambos costos se suman y se dividen por la distancia sugerida entre lubricaciones (*Dl*).

$$cl = (ql \cdot pl + llc) / Dl \quad (2)$$

Costo por cambios de filtros (*cfi*): la Ecuación (3) incluye 3 tipos de filtros *f*: de aceite, de combustible y de aire. Este costo tiene en cuenta el precio del filtro (*pfif*) más el costo de mano de obra requerida para el cambio del filtro (*flcf*), que es dividido por la distancia sugerida entre los cambios de filtros (*Dff*).

$$cfi = \sum_f (pfif + flcf) / Dff \quad (3)$$

Costo de recapado de neumáticos: las Ecuaciones (4) y (5) calculan dicho costo para el trailer (*pct*) y el semiremolque (*pcs*), respectivamente. El costo para el trailer en Ecuación (4) se divide en dos partes considerando las cubiertas delanteras y las traseras porque se asume que a las delanteras no se permite recapar mientras que las traseras sí. La primera se calcula teniendo en cuenta el número de cubiertas delanteras (*qd*) multiplicado por la suma del precio de la cubierta (*tp*), el de la cámara (*pa*) y del protector (*pp*), que es dividida por el tiempo de vida útil del neumático sin recapar (*uln*). La segunda parte considera el número de cubiertas traseras (*qt*) que es multiplicado por la sumatoria previamente mencionada más el número de recapados por cubierta (*qr*) por el precio de recapado (*rp*). Todos estos costos son luego divididos por el tiempo de vida útil sin recapar (*uln*) más la vida útil de recapado (*ulr*) multiplicado por el número permitido de recapados.

En la Ecuación (5), se asume que todos los neumáticos pueden recaparse en el semirremolque. Este costo se determina multiplicando el número total de neumáticos (*N*) por la suma del precio de la cubierta (*tp*), el de la cámara (*pa*), el del protector (*pp*) y el número de recapados por cubierta (*qr*) por el precio de recapado (*rp*). Luego se divide por el tiempo de vida útil sin recapado (*ulm*) y el tiempo de vida útil del recapado (*uls*) multiplicado por el número de recapados permitidos.

$$pct = qd \frac{(tp+pa+pp)}{uln} + qt \frac{(tp+pa+pp+rp \cdot qr)}{(uln+ulr \cdot qr)} \quad (4)$$

$$pcs = N \frac{(tp+pa+pp+rp \cdot qr)}{(ulm+uls \cdot qr)} \quad (5)$$

Costo de reparación del material rodante (*cr*): en Ecuación (6) es calculado tomando un costo fijo por mes (*mcr*), el cual es dividido por la distancia promedio por mes (*ral*). Este costo considera materiales y personal para operaciones de reparaciones ordinarias y extraordinarias.

$$cr = \frac{mcr}{ral} \quad (6)$$

Costo de lavado y engrase (*cc*): Se determina por la Ecuación (7) considerando el costo fijo unitario de la actividad dividido por la distancia promedio (en km) entre cada limpieza y engrase (*ad*) asumiendo que se realizan simultáneamente.

$$cc = \frac{cci}{ad} \quad (7)$$

Bonificación por kilómetro para conductores: se basa en el Convenio Colectivo de Trabajo específico que regula esta actividad. El monto por kilómetro (*ak*) se determina con un porcentaje (*p*) del sueldo básico de un chofer de primera categoría (*bs*) en Ecuación (8). La ecuación (9) calcula la bonificación por kilómetro (*dk*) con

ak multiplicado por un factor que incluye un porcentaje de cargas sociales (lp) y el porcentaje de sueldo anual complementario ($SACp$).

$$ak = \frac{bs \times p}{100} \quad (8)$$

$$dk = ak \times \left(1 + \frac{lp}{100}\right) \times \left(1 + \frac{SACp}{100}\right) \quad (9)$$

Costo variable unitario relacionado con la distancia recorrida (uvc): se lo obtiene según la Ecuación (10).

$$uvc = cf + cl + cfi + pct + pcs + cr + cc + dk \quad (10)$$

2.2 Costos fijos directos (relacionados con el equipo de transporte)

Remuneración del conductor: se considera el salario básico mensual de un chofer de primera categoría (bs) basado en el Convenio Colectivo de Trabajo. Las cargas sociales (sc) y el porcentaje de sueldo anual complementario ($SACp$) de un mes también son tenidos en cuenta. Estos ítems se suman como muestra la Ecuación (11).

$$dr = bs + sc + \left[(bs + sc) \times \frac{SACp}{100} \right] \quad (11)$$

Seguro del conductor (di): se considera una empresa con dos camiones e incluye el seguro de riesgo del trabajo (wi) y el seguro de vida obligatorio (li) como muestra la Ecuación (12). El primero se calcula en la Ecuación (13) donde se considera una tasa fija mensual (frw) y una parte variable multiplicando una tasa variable (vr) por el sueldo básico (bs). El seguro de vida obligatorio se calcula con una tasa fija mensual (fro) y un derecho de emisión anual (aer) dividido por 12 meses por año como muestra la Ecuación (14).

$$di = wi + li \quad (12)$$

$$wi = frw + \frac{vr \times bs}{100} \quad (13)$$

$$li = fro + \frac{aer}{12} \quad (14)$$

Amortización del trailer y semirremolque (eac): la pérdida de valor de las unidades de transporte reconoce dos causas: la intensidad de uso (afecta al motor, caja, diferencial) y el transcurso del tiempo (que afecta al chasis, la carrocería y las partes fijas). Dada la dificultad práctica para determinar por separado los costos mencionados, se considera una amortización fija común con excepción de los neumáticos (analizados en Ec. 4 y 5). Se deben calcular el valor amortizable y un factor de amortización para definir este costo. El valor amortizable (av) es determinado por el costo de una unidad sin neumáticos (ucw) y el porcentaje del valor residual de la unidad (rv), como muestra la Ecuación (15).

$$av = ucw \times \left(1 - \frac{rv}{100}\right) \quad (15)$$

El factor de amortización (fa) se calcula en Ecuación (16). La vida útil de una unidad es definida en meses (l) y la tasa de interés (i) es dada por la tasa de interés nominal de un depósito de plazo fijo.

$$fa = \frac{i}{(1+i)^l - 1} \quad (16)$$

El costo de amortización del equipo (eac) se define en la Ecuación (17) como el producto entre el factor de amortización y el valor amortizable.

$$eac = fa \times av \quad (17)$$

Seguro del equipamiento (ei): se considera seguro contra terceros, robos e incendio. Se calcula estimando una tasa anual (*api*) multiplicada por el valor del equipo (*ev*) y dividido por 12 meses al año, como muestra la Ecuación (18).

$$ei = (ev \times \frac{api}{100}) / 12 \quad (18)$$

Patente vehicular (ap): es función del valor de la unidad (*ev*) (incluye trailer, semirremolque y neumáticos). Como este costo decrece cuando la antigüedad de la unidad es mayor, se asume una antigüedad promedio (5 años). El valor de la unidad se multiplica por un porcentaje (*aap*) para estimar el valor promedio de un vehículo de 5 años de antigüedad. Luego se lo multiplica por la tasa del impuesto anual (*app*) y se divide por 12 meses al año. Se presenta en la Ecuación (19):

$$ap = \left[(ev \times \frac{aap}{100}) \times \frac{app}{100} \right] / 12 \quad (19)$$

Tasa anual de fiscalización (art): es un impuesto obligatorio por brindar el servicio de transporte. Se calcula dividiendo el monto anual (*aa*) por 12 meses por año, tal como muestra la Ecuación (20).

$$art = \frac{aa}{12} \quad (20)$$

Equipamiento adicional del vehículo (vec): se requieren diversos elementos adicionales por razones de seguridad tales como matafuegos, y sus recargas, bandas retrorreflectivas y calcomanías de identificación. Cada costo se divide por su respectiva vida útil (en meses). Su cálculo se muestra en la Ecuación (21).

$$vec = \frac{n \times exc}{el} + \frac{rc}{rl} + \frac{bc}{bl} + \frac{ic}{il} \quad (21)$$

Donde (*n*) es el número de extinguidores por vehículo multiplicado por el costo de los mismos (*exc*) y dividido por su vida útil (*el*), el costo de recarga (*rc*) se divide por su vida útil (*rl*). El mismo procedimiento para el costo de las (*bc*) y los costos de identificación (*ic*) divididos por sus vidas útiles, *bl* and *il*, respectivamente.

Costo fijo directo unitario: los costos fijos directos se dividen por la distancia mensual calculada (*D*). La distancia total que puede alcanzarse por mes es estimada al nodo destino. Como fue mencionado, para viajes cortos, la distancia total es menor a la de viajes largos ya que los tiempos muertos representan un mayor porcentaje del tiempo total disponible por mes y también porque se asumen velocidades diferentes. La Ecuación (22) muestra la técnica propuesta para determinar la distancia total de acuerdo a la distancia del viaje. Luego, los costos unitarios son calculados en función de la distancia del viaje. El impacto de esta metodología se detalla en la sección de Resultados.

$$D = 2 \cdot d \cdot t \quad (22)$$

Donde *d* es la distancia entre la refinera y el destino y *t* es el número de viajes por mes que pueden hacerse a dicho destino. A su vez, *t* puede plantearse como figura en la Ecuación (23).

$$t = \frac{H}{(2 \cdot d / s) + dt} \quad (23)$$

El número de viajes por mes para cada destino (*t*) se determina considerando el total de horas disponibles al mes para el servicio de distribución (*H*) y se lo divide por el tiempo total de viaje, el cual considera el tiempo de transporte más los tiempos muertos (*dt*) (tiempos de carga y descarga). Es de notar que el tiempo de transporte depende de la velocidad del viaje (*s*), que a su vez difiere acorde a la distancia recorrida. Como se ha mencionado, la velocidad promedio es menor en viajes cortos, debido a la incidencia de las rutas urbanas. La Ecuación (24) establece el cálculo del costo fijo directo unitario en \$ por kilómetro:

$$ufdc = \frac{dr+di+sac+ei+ap+art+vec}{D} \quad (24)$$

2.3 Costos fijos indirectos (relacionados con la estructura de apoyo)

Remuneración del personal administrativo (*ar*): el salario básico del personal administrativo se basa en la Ley Laboral que rige esta actividad. Además del salario básico (*bsa*) y las cargas sociales (*sca*), se considera un proporcional del salario anual complementario (*SACp*). Se considera el número de personal o fracción por unidad (*nap*). El costo del personal administrativo está dado por la Ecuación (25).

$$ar = (bsa + sca + \left[(bsa + sca) \times \frac{SACp}{100} \right]) \times nap \quad (25)$$

Seguro del personal administrativo (*ai*): se toman valores de mercado considerando una compañía con dos equipos de transporte. Incluye seguros de riesgo de trabajo administrativo (*wia*) y seguro de vida obligatorio (*li*) como se presenta en la Ecuación (26). Es multiplicado luego por el número de personal administrativo por camión (*nap*).

$$ai = (wia + li) \times nap \quad (26)$$

Una tasa fija (*frw*) y otra variable (*vr*) son consideradas para el seguro de riesgos de trabajo como muestra la Ecuación (27). La segunda se la divide por 100 a fin de contemplar el correspondiente porcentaje y multiplicada por el salario básico.

$$wia = frw + \frac{vr \times bsa}{100} \quad (27)$$

La Ecuación (28) determina costo del seguro de vida por persona considerando una tasa fija (*fro*) y el derecho de emisión anual (*aer*) dividido por 12 meses.

$$li = fro + \frac{aer}{12} \quad (28)$$

Alquiler del galpón incluyendo impuestos (*wr*): se estima un valor mensual incluyendo los impuestos (*tr*) y asumiendo valores de alquiler del mercado (*mv*). El mismo es determinado en la Ecuación (29).

$$wr = mv \times (1 + tr) \quad (29)$$

Costos generales (*gc*): diversos recursos y servicios son requeridos para la operación de la compañía. En base a a datos históricos, son asignados a cada unidad. Estos incluyen: correo y telegramas (*pc*), comunicaciones telefónicas (*tcc*), electricidad (*ec*), gas (*gasc*), papeles e insumos de oficina (*osc*), publicidad y suscripciones (*ac*), cargos bancarios (*bch*), cuotas de asociaciones empresariales (*bac*) y uniformes de choferes (*duc*). Su cálculo lo representa la Ecuación (30).

$$gc = pc + tcc + ec + gasc + osc + ac + bch + bac + duc \quad (30)$$

Es de notar que el costo de los uniformes de choferes es acorde al número de uniformes por año como se muestra en la Ecuación (31), donde *unc* determina el costo unitario de cada uniforme y *nu* el número requerido por año.

$$duc = \frac{unc \times nu}{12} \quad (31)$$

Costo fijo indirecto unitario: los costos fijos indirectos se dividen por la distancia mensual estimada (*D*). El costo unitario fijo indirecto (*ufic*) está dado en la Ecuación (32) en \$ por km.

$$ufic = \frac{ar+ai+wr+gc}{D} \quad (32)$$

2.4 Costos Variables (relacionados con el nivel de facturación)

Ingresos Brutos: es un impuesto que debe pagarse sobre el monto de ventas facturado. Por lo tanto, su cálculo tiene en consideración la tasa del impuesto (br) y se multiplica por el monto facturado. Estos valores se determinan multiplicando el costo unitario antes de impuestos (c) por 1 más la tasa de rentabilidad (pr). Este es un costo variable unitario relacionado al nivel de facturación ($uvc2$), el cual se define aplicando la Ecuación (33) en \$ por km:

$$uvc2 = \frac{c \times br \times (1 + pr)}{1 - br \times (1 + pr)} \quad (33)$$

El costo unitario antes del impuesto está dado por la Ecuación (34).

$$c = uvc + ufdc + ufic \quad (34)$$

2.5 Costo unitario

Finalmente el costo unitario (uc) en \$ por km para cada destino es determinado por la Ecuación (35).

$$uc = c + uvc2 \quad (35)$$

3. Resultados

Los resultados obtenidos surgen de un estudio de caso dado en una refinería nacional, localizada en la ciudad de San Lorenzo, provincia de Santa Fe y se consideran 31 nodos de clientes en Argentina. Una de las diferencias entre la metodología propuesta y la utilizada originalmente por la empresa es que la primera provee un costo por kilómetro diferente para cada destino, mientras que la segunda usa una función por intervalos o tramos. Con el modelo propuesto se permite analizar múltiples escenarios modificando los datos de entrada considerados como parámetros de referencia (a continuación el símbolo \$ se refiere a dólares estadounidenses).

3.1 Variación del costo de transporte según la velocidad y distancia: se asume que la velocidad promedio para distancias menores a los 30 km, es 35 km/h y para mayores recorridos, es 65 km/h. Es de destacar que la velocidad promedio impacta en el número de viajes por mes como así también en la distancia total recorrida en un período. Dicha incidencia afecta a los costos fijos directos relacionados al equipo de transporte. Para viajes de largas distancias, el impacto del tiempo de carga-descarga (tiempos muertos) decrece, y por ende, los costos fijos directos vinculados al equipo de transporte también. De la Figura 1, se concluye que para una distancia dada el costo de transporte disminuye cuando la velocidad aumenta de 30 a 75 km/h. Se observa que el costo de transporte (\$/km) es levemente afectado desde la distancia 260 km hasta los 1200 km. Sin embargo, un gran impacto se detecta en viajes cortos. La máxima diferencia en el costo es de \$0.67/km, cuando la distancia de transporte cambia de 36 km a 80 km.

Considerando por ejemplo un viaje de 170 km y asumiendo la velocidad de referencia del modelo, se pueden realizar 29.4 viajes por mes totalizando 9990 km/mes. En consecuencia, el costo unitario es de \$1.08/km. Si la misma distancia es considerada con una velocidad promedio de 50 km/h, el costo de transporte es de \$1.15/km, representa 25.8 viajes/mes totalizando 8766 km/mes. Es posible concluir que con velocidades más altas y viajes más largos, disminuye el costo por kilómetro.

En cada distancia estudiada, con una velocidad de 30 km/h el costo de transporte puede reducirse en 0.30 \$/km si la velocidad se aumenta a 75 km/h. Esta reducción debe ser tenida en cuenta cuando se definen los viajes ya que representa un considerable ahorro.

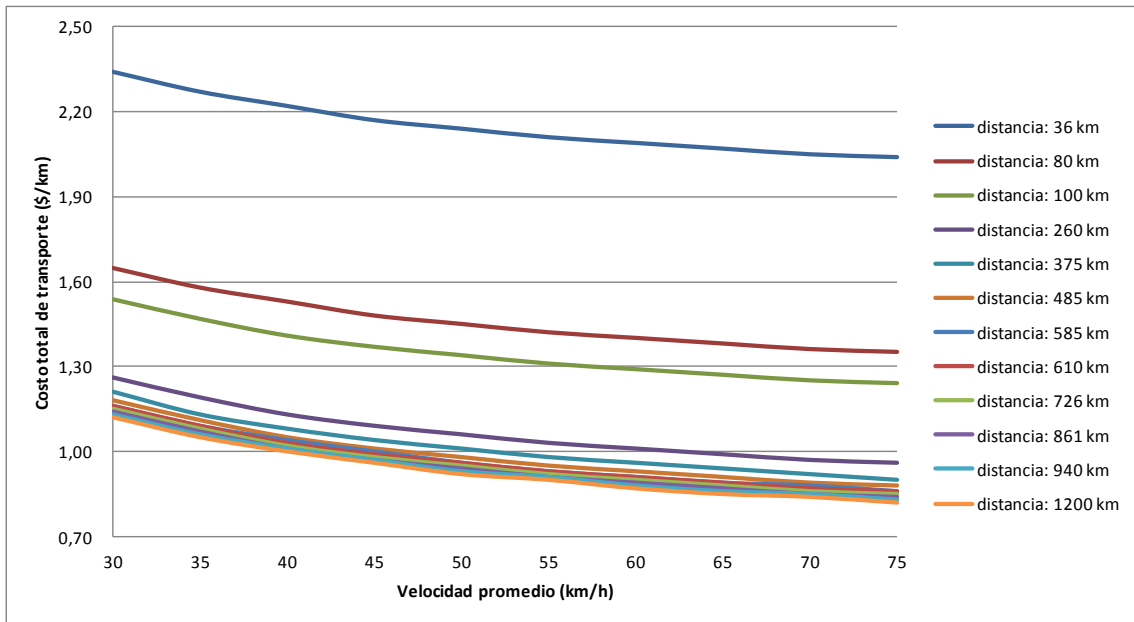


Figura 1. Costo total de transporte y velocidad promedio.

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Variación del costo de transporte en función de la distancia y del consumo de combustible: el costo de transporte se analiza para cada distancia definida, incrementando y reduciendo en un 50% el consumo de combustible (en litros/km) tomado de referencia como muestra la Figura 2. En viajes largos, el impacto de la variación del consumo de combustible es mayor, desde un 0.85% a un 22.35% aproximadamente. En viajes más cortos a los 375 km, la variación del costo no supera el 20% del costo basado en el consumo de combustible de referencia, pero para mayores distancias, éste varía más que el 20%. El más alto impacto se observa en viajes de 1200 km, ya que con una disminución del 50% del consumo de combustible, el costo de transporte es un 21.18% menor, mientras que aumenta un 22.35% cuando el consumo aumenta un 50%.

Finalmente, se debe considerar que el consumo de combustible se ve influenciado por la manera en que los choferes conducen los camiones. Por esta razón, este análisis es útil ya que permite definir cuanto puede invertir la empresa en la capacitación de los conductores y producir por lo tanto, ahorros significativos.

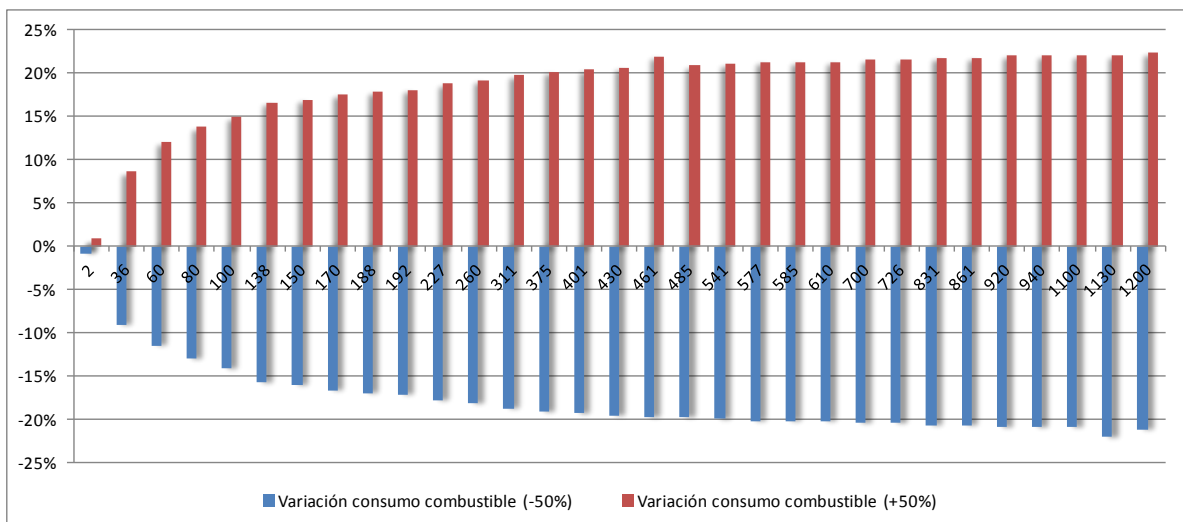


Figura 2. Variación del costo para diferentes distancias según la variación de consumo del combustible.

Fuente: Elaboración propia

3.3 Composición del costo unitario: se evalúa el porcentaje que representa cada tipo de costo en el costo unitario total como se muestra en la Figura 3, considerando las diferentes distancias estudiadas y los parámetros de referencia establecidos en el modelo.

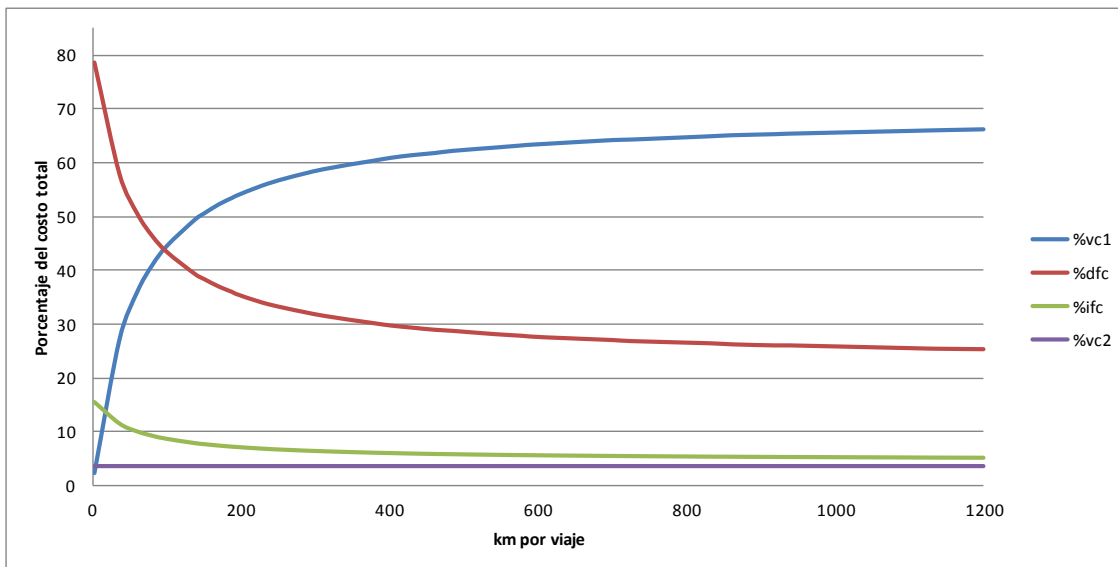


Figura 3. Composición del costo unitario

Fuente: Elaboración propia

Los costos considerados son: costo variable relacionado a los kilómetros recorridos (vc1), costo variable relacionado con el nivel de facturación (vc2), costo fijo directo vinculado al equipamiento de transporte (dfc) y costo fijo indirecto vinculado a la estructura de apoyo (ifc). De acuerdo con la Figura 3, los primeros (vc1) crecen de una manera logarítmica cuando las distancias aumentan, mientras que los costos fijos directos e indirectos (dfc y ifc, respectivamente) se reducen en forma asintótica. Los costos fijos directos representan mayores porcentajes que los fijos indirectos, mientras que los porcentajes que representan los costos variables relacionados al monto facturado se mantiene constante para todas las distancias. De la Figura 3, se puede observar que las curvas de los *vc1* se intersectan con la de los *dfc* aproximadamente en los 100km. A partir de esta distancia, el porcentaje de los costos fijos directos es menor al de los *vc1*. Se observa que para viajes más cortos que 80 km, los costos fijos unitarios (*dfc+ifc*) superan a los costos variables unitarios (*vc1+vc2*). Por otro lado, en distancias entre los 80 km y 260 km la proporción de cada tipo de costo es similar, y superando los 260km el porcentaje de costo variable es mucho mayor que el de los fijos. Considerando la mayor distancia, 1200 km, el costo variable representa un 70% de costo unitario.

3.4 Variación del costo de combustible en función de la distancia: el porcentaje que el costo de combustible representa en el costo unitario por kilómetro es considerado en la Figura 4. Se destaca que este recurso es logarítmicamente incrementado cuando las distancias aumentan. Es interesante de enfatizar que para viajes más cortos que los 36 km, la incidencia del costo de combustible en el costo de transporte es menor al 17%, decreciendo al 1.51% en un viaje de 2 km. En destinos localizados entre los 100 y 600 km, el impacto del costo del combustible varía desde un 28 al 39 % respectivamente. Para mayores recorridos, la influencia promedio de este costo es aproximadamente del 40%.

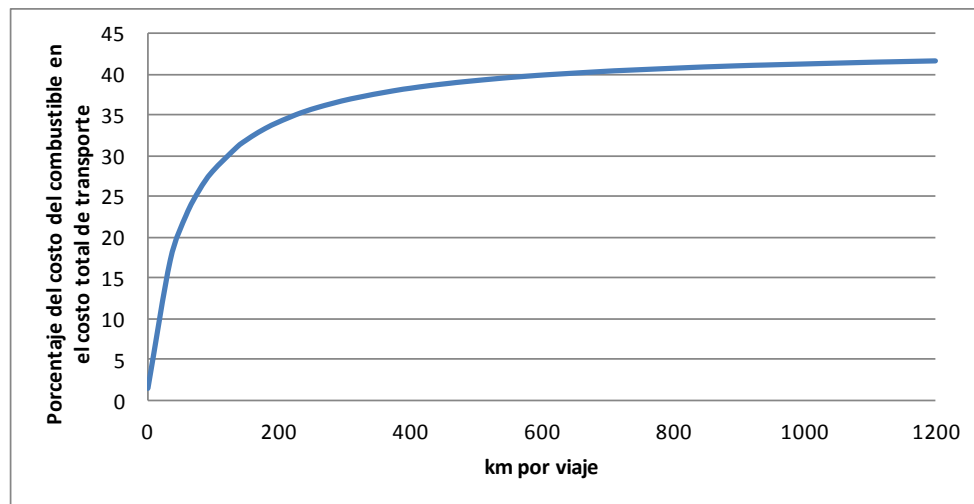


Figura 4. Variación del costo de combustible en función de la distancia recorrida

Fuente: Elaboración propia

4. Conclusiones

Se ha desarrollado un modelo de costeo completo para el servicio de distribución de combustibles livianos. A pesar que el sistema de costeo propuesto es la aplicación a un caso de estudio particular, éste puede ser usado de referencia en empresas que compartan las características de este servicio. El trabajo expuesto es una herramienta de gestión que facilita la toma de decisiones en relación al cálculo de costos de transporte y provee en forma detallada la estructura de costos logísticos involucrados. Además, se presenta un análisis de sensibilidad, considerando diferentes valores en los parámetros más representativos, a fin de evaluar su impacto en el costo del transporte. Determinando aquellos ítems de mayor influencia es posible elaborar estrategias de reducción de costos que ayuden a la gestión de costos logísticos.

Es importante destacar que en regiones como la analizada, donde se presentan grandes extensiones, las distancias y las velocidades consideradas son parámetros fundamentales a evaluar por su incidencia en el consumo de combustible, y por ende, en los costos logísticos. Por lo tanto, una medición exacta de estos parámetros es indispensable para mejorar la performance del transporte. El método presentado provee precisión calculando el costo por kilómetro de cualquier distancia considerada, mientras que las estrategias tradicionales usan una estimación de costo por tramos. Esta precisión brindada promueve acciones de reducción de costos que beneficia no solo a los transportistas sino también a toda la cadena logística en su conjunto.

Referencias bibliográficas

- Alizadeh, Amir H., and Nikos K. Nomikos. 2004. "Cost of Carry, Causality and Arbitrage between Oil Futures and Tanker Freight Markets." *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 40 (4): 297–316. doi:10.1016/j.tre.2004.02.002.
- Askarany, Davood, Hassan Yazdifar, and Saeed Askary. 2010. "Supply Chain Management, Activity-Based Costing and Organisational Factors." *International Journal of Production Economics* 127 (2): 238–48. doi:10.1016/j.ijpe.2009.08.004.
- Baykasoğlu, Adil, and Vahit Kaplanoğlu. 2008. "Application of Activity-Based Costing to a Land Transportation Company: A Case Study." *International Journal of Production Economics* 116 (2): 308–24. doi:10.1016/j.ijpe.2008.08.049.
- Bø, Eirill, and Trond Hammervoll. 2010. "Cost-Based Pricing of Transportation Services in a Wholesaler–carrier Relationship: An MS Excel Spreadsheet Decision Tool." *International Journal of Logistics: Research and Applications* 13 (3): 197–21.

- Dickinson, Victoria, and John C. Lere. 2003. "Problems Evaluating Sales Representative Performance?" *Industrial Marketing Management* 32 (4): 301–7. doi:10.1016/S0019-8501(02)00203-1.
- Gunasekaran, A., H.B. Marri, and R.J. Grieve. 1999. "Activity Based Costing in Small and Medium Enterprises." *Computers & Industrial Engineering* 37 (1-2): 407–11. doi:10.1016/S0360-8352(99)00105-9.
- Gunasekaran, A., and M. Sarhadi. 1998. "Implementation of Activity-Based Costing in Manufacturing." *International Journal of Production Economics* 56-57 (September): 231–42. doi:10.1016/S0925-5273(97)00139-4.
- Gunasekaran, A., and D. Singh. 1999. "Design of Activity-Based Costing in a Small Company: A Case Study." *Computers & Industrial Engineering* 37 (1-2): 413–16. doi:10.1016/S0360-8352(99)00106-0.
- Hansen, Wiljar, Inger Beate Hovi, and Knut Veisten. 2014. "Logistics Costs in Norway: Comparing Industry Survey Results against Calculations Based on a Freight Transport Model." *International Journal of Logistics: Research and Applications* 17 (6): 485–502.
- Jane, Chin-Chia. 2011. "Performance Evaluation of Logistics Systems under Cost and Reliability Considerations." *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 47 (2): 130–37. doi:10.1016/j.tre.2010.09.012.
- Liu, Lana Y.J., and Fei Pan. 2007. "The Implementation of Activity-Based Costing in China: An Innovation Action Research Approach." *The British Accounting Review* 39 (3): 249–64. doi:10.1016/j.bar.2007.05.003.
- Marufuzzaman, Mohammad, Sandra D. Ekşioğlu, and Rafael Hernandez. 2015. "Truck versus Pipeline Transportation Cost Analysis of Wastewater Sludge." *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 74 (April): 14–30. doi:10.1016/j.tra.2015.02.001.
- Niu, Yi-Feng, William H.K. Lam, and Ziyou Gao. 2014. "An Efficient Algorithm for Evaluating Logistics Network Reliability Subject to Distribution Cost." *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 67 (July): 175–89. doi:10.1016/j.tre.2014.04.009.
- Ozbay, Kaan, Bekir Bartın, Ozlem Yanmaz-Tuzel, and Joseph Berechman. 2007. "Alternative Methods for Estimating Full Marginal Costs of Highway Transportation." *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 41 (8): 768–86. doi:10.1016/j.tra.2006.12.004.
- Solakivi, Tomi, Juuso Töyli, and Lauri Ojala. 2013. "Logistics Outsourcing, Its Motives and the Level of Logistics Costs in Manufacturing and Trading Companies Operating in Finland." *Production Planning & Control* 24 (4-5): 388–98.
- Somapa, Sirirat, Martine Cools, and Wout Dullaert. 2012. "Unlocking the Potential of Time-Driven Activity-Based Costing for Small Logistics Companies." *International Journal of Logistics: Research and Applications* 15 (5): 303–22.
- Tsai, Wen-Hsien. 1996. "Activity-Based Costing Model for Joint Products." *Computers & Industrial Engineering* 31 (3-4): 725–29. doi:10.1016/S0360-8352(96)00246-X.



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



INTERNACIONALES
SECRETARÍA DE RELACIONES INTERNACIONALES
E INTEGRACIÓN REGIONAL UNIVERSITARIA



**“INGENIEROS DE LA PRODUCCIÓN DEL SIGLO XXI:
UNIVERSIDAD, ESTADO Y EMPRESA ARTICULADOS,
FORTALECIENDO LOS PROCESOS I+D+IE
CON RESPONSABILIDAD SOCIAL”**

**“ENGENHEIROS DA PRODUÇÃO DO SÉCULO XXI:
UNIVERSIDADE, ESTADO E EMPRESAS ARTICULADOS,
FORTALECENDO OS PROCESSOS P&D E INOVAÇÃO
COM RESPONSABILIDADE SOCIAL”**

ISBN 978-987-46333-0-9



- » Bernardo de Irigoyen 375
- » 5600. San Rafael, Mendoza, Argentina
- » Tel: +54 260 4421947 / 4436213. Fax 4430673 Int: 1508
- » Web: <http://fcai.uncuyo.edu.ar/xvi-seprosul>



XVI SEPROSUL

XVI Simposio Sudamericano de Ingeniería de la Producción