Gestão da Produção em Foco

9

VOLUME

Editora Poisson

Editora Poisson

Gestão da produção em foco

Volume 9

1ª Edição

Belo Horizonte

Poisson

2018

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais

Dra. Cacilda Nacur Lorentz – Universidade do Estado de Minas Gerais

Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia

Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC

Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G393

**Gestão da Produção em Foco- Volume 9/
Organização Editora Poisson - Belo
Horizonte - MG : Poisson, 2018
216p**

Formato: PDF

ISBN: 978-85-93729-51-5

DOI: 10.5935/978-85-93729-51-5.2018B001

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

**1. Gestão da Produção 2. Engenharia de
Produção. I. Título**

CDD-658.8

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

www.poisson.com.br

contato@poisson.com.br

SUMÁRIO

Capítulo 1: Desenvolvimento de sorbet de açaí com pitaia utilizando os princípios de baxter para projeto de produto	7
Monique Mayara Fernandes de Sousa, Marciele Leão Selia	
Capítulo 2: Emissão de dióxido de carbono: um estudo em três países utilizando combinação de previsões	16
Cleber Bisognin, Liane Werner	
Capítulo 3: Heurísticas adaptativas para a programação de horários universitários	27
Dalessandro Soares Vianna, Thiago Jéffery Barisão de Lima, Carlos Bazilio Martins, Marcilene de Fátima Dianin Vianna, Edwin Benito Mitacc Meza	
Capítulo 4: Projeto energia solidária: uma abordagem pela dinâmica de sistemas	39
Amanda Loiola De Carvalho, Tiago Alquaz Matias, William Hajime Yonenaga, Michele Rejane Coura Da Silva	
Capítulo 5: Simulação de Monte Carlo aplicada à análise de risco financeiro: revisão teórico-conceitual	45
Rafael Vaz Dias, Stella Jacyszyn Bachega	
Capítulo 6: Aplicação da simulação computacional para análise e melhoria da capacidade de uma linha de inspeção e preservação de tubos em uma empresa do ramo offshore	57
Everton Soares Costa Dos Santos, Edwin Benito Mitacc Meza, Dalessandro Soares Vianna, Marcilene de Fátima Dianin Vianna	
Capítulo 7: A influência do país de origem na avaliação de produtos: um estudo sobre os automóveis chineses no Brasil	69
Roberta Carletti, Eric Cohen	
Capítulo 8: Apreciação ergonômica de cintos de sustentação utilizados em roçadeiras laterais motorizadas: parâmetros para o design de acessórios mais confortáveis	79
Daniel Augusto Ferrari, João Eduardo Guarnetti Dos Santos, Luis Carlos Paschoarelli , Gabriel Henrique Cruz Bonfim	
Capítulo 9: Análise quantitativa da população de graduados, mestres e doutores no brasil: uma revisão de literatura	93
Érica Werneck Duarte Melo, Quézia Manuela Gonçalves Laurindo, Gustavo Henrique Naves Givisiez	

SUMÁRIO

Capítulo 10: Previsão de vendas através de métodos quantitativo e qualitativos para uma empresa de pequeno porte em Maceió: uma análise comparativa de adaptação dos métodos	105
Lays Marina Ferreira Marques, Júlia Santos Humberto, Laryssa Ramos de Holanda	
Capítulo 11: Reutilização de resíduos sólidos orgânicos em uma comunidade isolada no Amazonas	115
Francinet dos Santos Bacelar, Adriana Simas da Silva, Raimundo Kennedy Vieira	
Capítulo 12: Implantação da metodologia Quick Response To Quality Control (QRQC) para a melhoria da qualidade no processo produtivo de uma empresa do segmento automotivo	125
Juan Pablo Silva Moreira	
Capítulo 13: Delimitação e análise da potencial área de captação dos terminais de Transbordo de Açúcar no Estado de São Paulo	135
Samuel Da Silva Neto, Rodrigo Duarte Soliani	
Capítulo 14: Estratégia de produção em uma metalúrgica do Espírito Santo	145
Sara de Souza Vitor, Daniela da Gama e Silva Volpe Moreira de Moraes	
Capítulo 15: Uma análise exploratória das dificuldades dos alunos ingressantes em engenharia de produção nas disciplinas exatas	154
Leonardo Sturion, Luiz Henrique Chueire Sturion, Marcia Cristina dos Reis	
Capítulo 16: Redução de perdas em um processo produtivo através da implantação da manutenção produtiva total – TPM	163
Leonardo Sturion, Luiz Henrique Chueire Sturion, Marcia Cristina dos Reis	
Capítulo 17: Implantação do software Dotproject para apoiar a gestão de projetos em um grupo acadêmico de assessoria empresarial	170
Lucas Salotti Rodrigues dos Santos, Lucas Portilho Camargos Gomes, Francisco Rodrigues Lima Junior	

SUMÁRIO

Capítulo 18: Proposta de modelo para análise de desperdícios em manufatura Luis Henrique Rodrigues, Viviane Santiago Coelho Gomes, Leidiane Mendes Da Penha, Helen Sodré Medrado, Rafaella Gomides Andrade	181
Capítulo 19: Pesquisa de clima organizacional: um estudo com os colaboradores de uma agência dos correios Andreza Negrão Melo, Denyane da Silva Pantoja, Arthur Rocha Aquino	190
Capítulo 20: Qualidade em serviços de beleza: abordagem quantitativa a partir da percepção de estudantes universitários..... Michele Stempkoski, Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Susana Elisabeth Neumann, Maria Emilia Camargo	198
Autores	206

Capítulo 1

DESENVOLVIMENTO DE SORBET DE AÇAÍ COM PITAIA UTILIZANDO OS PRINCÍPIOS DE BAXTER PARA PROJETO DE PRODUTO

Monique Mayara Fernandes de Sousa

Marciele Leão Selia

Resumo: Este estudo teve como objetivo apresentar as etapas de desenvolvimento de um novo produto utilizando os princípios de Mike Baxter. O projeto foi realizado em uma empresa de polpas congeladas localizada no estado do Pará que buscava expandir seus produtos obtidos a partir do açaí. O primeiro passo foi realizar uma análise das tendências e necessidades de mercado para este produto e decidir qual o melhor conceito (Sorbet). Após alguns testes de formulação, onde foi possível eliminar algumas possíveis falhas, desenvolveu-se o melhor projeto. Os produtos foram submetidos a um teste de mercado através de uma análise sensorial realizada em um evento local para a escolha do melhor sabor. O produto com maior aceitação e intenção de compra foi o Sorbet de açaí com pitaia. O projeto foi proposto à empresa e o produto está aguardando lançamento no mercado.

Palavras-chave: desenvolvimento de produto; sorbet; açaí; pitaia.

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, resolução RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005, sorvetes ou gelados comestíveis "são produtos congelados obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas; ou de uma mistura de água e açúcar (es). Podem ser adicionados de outro (s) ingrediente (s) desde que não descaracterize (m) o produto."

Os gelados comestíveis podem ser classificados como: sorvetes de creme, sorvete de leite, sorvetes, Sherbets, gelados de frutas ou Sorbets, gelados e Frozen iogurte (ANVISA, 2000).

O sorvete é considerado um alimento completo e quando aliado as frutas torna-se um alimento saboroso, atrativo e altamente nutritivo (ANTUN MAIA, *et al.*, 2008).

Desde a descoberta de seu alto valor energético, em meados dos anos 90, o Açaí vem ganhando espaço na mídia nacional e internacional. A demanda do produto aumentou devido às suas propriedades nutricionais, uma vez que se trata de um alimento rico em proteínas, fibras, lipídios, vitamina E e minerais como o manganês, cobre, boro e cromo (SANTANA *et al.* 2006 e ALEXANDRE *et al.* 2004).

A Pitaia é uma espécie de *Cactaceae* que apresenta grande potencial alimentício e comercial, e que vem ganhando espaço no setor agrícola em nosso país (MIZRAHI *et al.* 1997; BASTOS *et al.* 2006). Este fruto vem atraindo cada vez mais a atenção do mercado consumidor não só por sua exótica aparência, mas também por suas características sensoriais, nutraceuticas e alto valor comercial (ESQUIVEL & AYARA-QUESADA, 2012).

A população mundial vem demonstrando crescente preocupação com a alimentação e seus constituintes, o que incentiva a indústria de alimentos a investir no desenvolvimento de produtos saudáveis, diferenciados e com valor agregado (MISSAGIA & REZENDE, 2011).

Este artigo tem como objetivo apresentar as atividades/etapas realizadas ao longo de todo o projeto do produto, Sorbet de açaí com pitaia, utilizando os princípios do desenvolvimento de novos produtos proposto por Baxter (2000).

2. METODOLOGIA

O projeto e desenvolvimento do produto foram realizados em uma indústria de polpas de frutas congeladas.

O primeiro passo foi realizar uma análise das tendências e necessidades do mercado em relação ao consumo de produtos naturais feitos com açaí, onde, através de visitas a locais de vendas e degustação de produtos tais como: doces, cremes e sorvetes, constatou-se uma elevada procura por sorvetes feitos com açaí.

O segundo passo foi especificar o projeto, determinando quais frutas seriam adicionadas ao açaí; e determinar o conceito (Sorvete de leite ou Sorbet) e sua composição através de testes de bancada, realizando variações de concentração dos insumos, a fim de obter um produto sensorialmente aceitável.

Por fim, realizou-se um teste sensorial para escolha do sabor definitivo, através de um formulário entregue a provadores não treinados em um evento local, para avaliação dos atributos: cor, aroma, textura, sabor e intenção de compra.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Para uma melhor compreensão acerca do tipo de produto escolhido, as matérias-primas e a importância de se desenvolver novos produtos, foi realizado um estudo teórico.

3.1 SORVETE

O sorvete é um alimento obtido pelo congelamento, sob contínua agitação, de uma mistura pasteurizada de produtos lácteos ou não, açúcares, corantes, aromatizantes, estabilizantes e emulsificantes, em diversas proporções, visando atender aos padrões recomendados (MATHIAS *et al.*, 2005).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, resolução RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005, sorvetes ou gelados comestíveis "são produtos congelados obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas; ou de uma mistura de água e açúcar(es). Podem ser adicionados de outro(s) ingrediente(s) desde que não descaracterize(m) o produto."

Os gelados comestíveis podem ser classificados como: sorvetes de creme, sorvete de leite, sorvetes, Sherbets, gelados

de frutas ou Sorbets, gelados e Frozen iogurte. Os gelados de frutas, ou Sorbets, são produtos elaborados basicamente com polpas, sucos ou pedaços de frutas e açúcares, podendo ou não ser adicionados de outros ingredientes alimentares (ANVISA, 2000).

Devido a crescente preocupação da população com a saúde e a alimentação, as indústrias têm investido cada vez mais no desenvolvimento de produtos com menos gordura e açúcar, que substituam os convencionais e, ao mesmo tempo, mantenham o sabor, o aroma e a textura (NABESHIMA *et al.* 2001).

3.2 AÇAÍ

O Açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma palmeira nativa da Amazônia e o Estado do Pará é o principal centro de dispersão natural dessa palmácea (EMBRAPA, 2005).

Desde a descoberta de seu alto valor energético, em meados dos anos 90, o Açaí vem ganhando espaço na mídia nacional e internacional. A demanda do produto aumentou devido às suas propriedades nutricionais, uma vez que se trata de um alimento rico em proteínas, fibras, lipídios, vitamina E e minerais como o manganês, cobre, boro e cromo (SANTANA *et al.* 2006 e ALEXANDRE *et al.* 2004). Devido à presença de antioxidantes em sua polpa, o açaí também passou a ser considerado um alimento funcional (JANSEN *et al.* 2008).

A partir do açaí são fabricados sorvetes, licores, doces, néctares e geléias, podendo ser aproveitado também, para a extração de corantes e antocianina. As sementes do açaizeiro podem ser utilizadas no artesanato e como adubo orgânico (TINOCO, 2005).

3.3 PITAIA

Dentre as várias espécies da família *Cactaceae*, destacam-se: a pitaia amarela (*Selenicereus megalanthus* (K. Schum ex Vaupel) e a pitaia vermelha (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose) por serem mais cultivadas e comercializadas no mundo (MIZRAHI *et al.*, 1997; NERD *et al.*, 2002).

A Pitaia, também conhecida como “Fruta do Dragão”, apresenta grande potencial alimentício e comercial, e vem ganhando espaço no setor agrícola em nosso país (MIZRAHI *et al.* 1997; BASTOS *et al.* 2006).

Este fruto vem atraindo cada vez mais a atenção do mercado consumidor não só por sua exótica aparência, mas também por suas características sensoriais, nutracêuticas e alto valor comercial (ESQUIVEL & AYARA-QUESADA, 2012).

3.4 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

É de vital importância, para a sobrevivência da maioria das empresas, o desenvolvimento de novos produtos, visto que está diretamente relacionado às necessidades, novas tendências e modas de consumo da população (PENNA, 1999).

O consumidor tende a ser cada vez mais exigente na hora de optar por um produto, logo, um alimento além de oferecer valor nutricional deve produzir satisfação. Em virtude disso, as indústrias precisam inovar ou melhorar os seus produtos a fim de surpreender seus consumidores e manter-se na concorrência (ATHAYDE, 1999).

Para Baxter (2000), “o planejamento do produto inclui: identificação de uma oportunidade, pesquisa de marketing, análise dos produtos concorrentes, proposta do novo produto, elaboração das especificações da oportunidade e a especificação do projeto”. Este planejamento é uma das etapas mais exigidas do desenvolvimento de novos produtos, pois nela pode estar o sucesso ou fracasso do investimento.

4. ESTUDO DE CASO

O desenvolvimento do produto foi realizado em uma indústria, localizada no estado do Pará, que já está no mercado há mais de 20 anos no ramo de polpas de frutas, mas a empresa já existe a mais de 80 anos atuando no mercado da pimenta e amêndoas de cacau.

Todo o projeto seguiu o fluxograma proposto por Baxter (2000) contendo as etapas do desenvolvimento do produto (Figura 1).

Figura 1. Etapas do desenvolvimento do produto (Sorbet de açaí com pitaiá).

A ideia da elaboração de um novo produto surgiu após visitas e degustações feitas em estabelecimentos que comercializavam produtos feitos com açaí em um estado do nordeste. Observou-se que a procura de clientes por produtos mais naturais era grande, surgindo então a ideia para a especificação do projeto, que seria elaborar um sorvete de açaí adicionando outras frutas, dentre eles: sorvete de açaí com goiaba, açaí com guaraná e açaí com pitaiá.

Para determinar o projeto conceitual, foram realizados testes de bancada produzindo sorvetes à base d'água e de leite com formulação padrão. Após testes sensoriais internos, decidiu-se por sorvetes à base d'água (melhor conceito).

Quanto à configuração do projeto, foram realizadas melhorias na formulação dos

sorvetes variando as concentrações de açúcar e glucose (glicose de milho), até obter uma formulação sensorialmente aceitável. Contudo, decidiu-se pela formulação de um Sorbet (melhor projeto), devido às novas tendências de mercado por produtos naturais, sem lactose e baixo teor de gordura.

As amostras de sorbets de açaí com goiaba, açaí com guaraná e açaí com pitaiá, foram distribuídas em um evento local para realização do teste sensorial e escolha do sabor definitivo, onde foram degustadas e avaliadas, através de questionários, por 150 provadores não treinados de ambos os sexos. Ao término do teste foi gerado um gráfico para identificar o produto mais aceito, chegando-se ao Sorbet de açaí com pitaiá.

A figura 2 mostra o gráfico com os resultados do teste sensorial para o Sorbet de açaí com Pitaia.

Figura 2. Gráfico do teste sensorial para o Sorbet de açaí com pitaia.

Para os atributos: cor, odor e sabor, o produto obteve valores acima de 70% para o requisito “ótimo”, apenas a “consistência” ficou com 67% em ótimo e 28% bom, isto ocorreu devido à demora da entrega das amostras aos provadores o que ocasionou um leve derretimento. Porém, estes valores ainda representam um bom resultado levando em consideração que a aceitabilidade do produto em questão está baseada na análise do conjunto destes atributos.

Foi realizado ainda um teste de intenção de compra, onde dos 150 julgadores avaliados, 97% comprariam o produto.

4.1 MATÉRIA-PRIMA

Para a produção do sorbet de açaí com pitaia foram utilizados, polpas de açaí médio (11% de sólidos) e pitaia, sacarose (açúcar), emulsificante, liga neutra, glicose de milho em pó e corante.

4.2 ELABORAÇÃO DO SORBET DE AÇAÍ COM PITAIA

As polpas utilizadas na elaboração do sorbet de açaí com pitaia foram previamente descongeladas, as mesmas ficaram imersas em bacias de água em temperatura ambiente.

Após a etapa de descongelamento das polpas, os insumos sacarose (açúcar), liga

neutra (estabilizante), emulsificante, glicose em pó e corante foram pesados separadamente. Todos os insumos e as polpas foram submetidos à etapa de homogeneização em liquidificador industrial por 10 à 20 minutos, tempo necessário para que os ingredientes fiquem uniformes formando a calda base para a fabricação do sorbet.

A mistura é aquecida a uma temperatura entre 69 e 71°C por 30 minutos, conhecida como pasteurização lenta, sendo resfriada rapidamente a uma temperatura média de 4°C.

A mistura é adicionada em tanque de aço inox passando pela etapa de maturação onde a mistura é homogeneizada por 2 horas com temperatura média de 4°C, nessa etapa a calda irá ganhar mais consistência e agregar mais rendimento ao produto final.

A calda, após ser submetida à maturação, é transferida por tubulação para a máquina de emulsão para incorporação de ar e para dar consistência de Sorbet, saindo da máquina com temperatura em torno de -25°C.

O produto é envasado em máquina contínua em embalagem de 250 g. O armazenamento do produto no ponto de venda é de -12 a -18°C.

O processo de elaboração do Sorbet de açaí com pitaia está representado na Figura 3.

Figura 3. Fluxograma da elaboração do Sorbet de açaí com pitaia.

4.3 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E NUTRICIONAL

O produto foi submetido a análises físico-químicas e nutricionais conforme tabelas a seguir.

Tabela 1. Caracterização Físico-Química do Sorbet de açaí com pitaia.

Análise	Sorbet
Acidez g/100 g	0,18
pH	4,58
Sólidos Totais (g%)	28,08
Teor de Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	27

A acidez e o pH do sorbet são valores influenciados pelas polpas utilizadas na formulação, já que não se utiliza leite, logo, obteve-se valores baixos por se tratar de frutas com baixo teor de acidez e pH. A análise de acidez foi realizada através de titulação, segundo o método titulométrico acidimétrico. Para a determinação do pH utilizou-se um pHmetro digital.

De acordo com a consulta pública nº 28, de 01 de junho de 2000 da ANVISA, a quantidade mínima de sólidos totais para

sorbets deve ser de 20g/100g, os índices de sólidos totais encontrados no presente trabalho foram de 28,08 g e estão de acordo com o limite estabelecido.

Quanto à análise de teor de sólidos solúveis totais (SST), expresso em °Brix, foi feita através do equipamento refratômetro e apresentou o valor de 27 °Brix, mostrando que a quantidade de açúcar foi elevada, expressando coerência com a formulação elaborada.

Tabela 2. Informação Nutricional do Sorbet de açaí com pitaiá.

Informação Nutricional		
Porção para 100 g (10 colheres de sopa)		
Quantidade		VD (%)
Valor energético	103,82 kcal	5
Carboidrato	20,20 g	6
Proteína	0,51 g	0
Gorduras Totais	2,23 g	4
Gorduras Saturadas	0,08 g	0
Gorduras Trans.	0 g	*
Fibra Alimentar	0,97 g	3
Sódio	16,95 mg	0

* Valor diário não estabelecido

O valor energético do produto encontra-se satisfatório (103,82 kcal), pois segundo a RDC nº 360 de 23 de dezembro de 2003 do Ministério da Saúde, é recomendada ingestão

diária de 2000 kcal. O produto não apresenta gordura trans e possui baixo teor de gorduras totais (Figura 4)

Figura 4. Sorbet de açaí com pitaia.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho alcançou seu objetivo, pois conseguiu apresentar todas as etapas realizadas ao longo de todo o projeto do produto baseado nos princípios de Baxter (2000).

As etapas de desenvolvimento de produtos proposto por Baxter (2000) foi de grande auxílio, pois foi possível elaborar um plano estruturado e organizado onde no decorrer de

cada etapa foram sendo executadas melhorias de conceito e projeto, evitando falhas e obtendo um produto promissor, pois apresentou significativa aceitação sensorial e valores nutricionais e físico-químicos atrativos.

Foi proposto ao setor de desenvolvimento de produtos da empresa, a utilização deste procedimento como melhoria. O procedimento foi aprovado e o produto, Sorbet de açaí com pitaia, está aguardando lançamento no mercado.

REFERÊNCIAS

- [1]. ALEXANDRE, D.; CUNHA, R.L.; HUBINGER, M.D.; *Conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos*. Rev Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas, 24(1): 114-119, 2004.
- [2]. ANTUN MAIA, M, C. et al. *Avaliação sensorial de sorvetes à base de xilitol*. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 28, n. 1, 2008.
- [3]. ANVISA. *Consulta pública nº 28*, de 01 de junho de 2000. Disponível em: <[http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP\[3217-1-0\].PDF](http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP[3217-1-0].PDF)> Acesso em: 04 jul 2017.
- [4]. ATHAYDE, A. *Indústrias agregam conveniências aos novos produtos*. Engenharia de Alimentos, São Paulo, n. 24, p. 39-41, 1999.
- [5]. BASTOS D.C, PIO D., FILHO J.A.S., LIBARDI M.N, ALMEIDA L.F.P., GALUCHI T.P.D., BAKKER S.T. *Propagação da pitaya vermelha por estaquia*. Ciência e Agrotecnologia, 30(6):1106-1109. 2006.
- [6]. BAXTER, M. *Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos*. Edgard Blucher, 2000.
- [7]. BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 266, de 22 de setembro de 2005. *Regulamento Técnico para Gelados Comestíveis e Preparados para Gelados Comestíveis*. Diário Oficial da União, Brasília, 23 set 2005. Disponível em: <<http://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjlxMw%2C%2C>> Acesso em: 03 mai 2017.
- [8]. EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. *Sistemas de Produção 04*, versão eletrônica, 2005. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/408196/acai>> Acesso em: 25 mai 2017.

- [9]. ESQUIVEL P, AYARA QUESADA Y. 2012. *Características del fruto de la pitahaya (Hylocereus sp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria*. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos, 3(1):113-129.
- [10]. JANSEN, G.S.; WU, S.; PATTERSON, Km.; BARNES, J.; CARTER, S.G.; SCHERWITZ, L.; BEAMAN, R.; ENDRES, Jr.; SCHAUSS, A.D. *In vitro and in vivo antioxidant and anti-inflammatory capacities of an antioxidant-rich fruit and berry juice blend*. Results of a pilot and randomized, double-blinded, placebo-controlled, crossover study. J. Agric. Food Chem., v.56, p.326-333, 2008.
- [11]. MATHIAS, D.E.; WILDMOSER, H.; WINDHAB, J.E. *Air cell microstructuring in a high viscous ice cream matrix*. Colloids and surfaces a: physicochemistry engineering aspects. 2005.
- [12]. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC n. 360, de 23 de dezembro de 2003. *Aprova regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, n. 251, 26 de dezembro de 2003, Seção 1, p. 33.
- [13]. MISSAGIA, S.V.; REZENDE, D.C. *A Alimentação Saudável Sob a Ótica do Consumidor: Identificando Segmentos de Mercado*. XXXV Encontro da ANPAD. Rio de Janeiro. 2011.
- [14]. MIZRAHI, Y.; NERD, A.; NOBEL, P. S. *Cacti as crops*. Horticultural Review, New York, v. 18, p. 291-320, 1997.
- [15]. NABESHIMA, E.H.; OLIVEIRA, E.S.; HASHIMOTO, J.M.; JACKIX, M.N.H.; *Propriedades físicas do sorvete de baunilha elaborado com substitutos de gordura e lactose*. Boletim Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, Curitiba, v.19, n. 2, p. 169-182, 2001.
- [16]. NERD, A.; TEL-ZUR, N.; MIZRAHI, Y. *Fruit of vine and columnar cacti*. In: NOBEL, P. S. (Ed.). *Cacti: biology and uses*. Los Angeles: UCLA, 2002. p. 254-262.
- [17]. SANTANA, A.C.; CARVALHO, D.F.; MENDES, F.A. T. *Organização e competitividade das empresas de polpas de frutas no Estado do Pará: 1995 a 2004*. Unama, 2006.
- [18]. TINOCO, A. C. *Açaí amazônico: novas perspectivas de negócio*. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 1 CD-ROM. Trabalho apresentado no Workshop Regional do Açaizeiro: pesquisa, produção e comercialização, Belém, PA, 2005.

Capítulo 2

EMIÇÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO: UM ESTUDO EM TRÊS PAÍSES UTILIZANDO COMBINAÇÃO DE PREVISÕES

Cleber Bisognin

Liane Werner

Resumo: O processo de mudanças climáticas é resultado da crescente concentração de gases que contribuem na aceleração do efeito estufa, sendo o principal deles o dióxido de carbono (CO_2). Para avaliar ações a serem implementadas que reduzam a emissão destes, é necessário investigar os níveis destas emissões. Sendo assim, o objetivo é prever o nível de emissões de dióxido de carbono per capita para China e EUA (maiores poluidores), e para o Brasil, utilizando combinações de previsões. As séries históricas da emissão de dióxido de carbono per capita dos três países são provenientes da base do World Bank Group. Foram analisadas as 54 observações anuais disponíveis para cada país, de 1960 a 2013. Usando o software R obteve-se os modelos ARIMA e de suavização exponencial de cada série. Após, com base nas previsões destes modelos foram aplicadas as técnicas de combinação (variância mínima, média e regressão). A verificação da acurácia da técnica/ modelo a ser escolhido para realizar as previsões, ocorreu por meio do MAPE e RMSE. Para a série brasileira as previsões foram obtidas pela combinação das médias das previsões dos modelos previamente citados, para China para o modelo ARIMA e para a série dos Estados Unidos pela combinação via regressão.

1. INTRODUÇÃO

A comunidade internacional no Acordo de Copenhague pactou que "a mudança climática é um dos maiores desafios do nosso tempo" (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2014). O processo de mudanças climáticas, principalmente o aumento da temperatura média da terra, é resultado da crescente concentração de gases que contribuem na aceleração do efeito estufa na atmosfera. O gás predominante responsável por estas mudanças é o dióxido de carbono (CO_2), emitido, principalmente, pelo uso de combustíveis fósseis, nos países industrializados (SILVA et al, 2015).

A capa formada pelo dióxido de carbono ao redor da terra ajuda a manter a temperatura do planeta adequada para a manutenção da vida (inclusive a humana). O problema não é o mecanismo natural em si, mas a interferência humana. O volume extra de CO_2 engrossou a capa, de forma que a temperatura passou a subir, desequilibrando o sistema climático. Como consequência, o gelo dos polos derrete e eleva o nível dos oceanos, ameaçando populações costeiras; tempestades se tornam mais frequentes, intensas e perigosas, assim como frio intenso ou calor extremo. Além disto, o CO_2 produzido pela queima de combustíveis fósseis, como o carvão e o petróleo são danosos à camada de ozônio. Para evitar tais consequências soluções tem sido propostas: utilizar energia limpa, controlar o desmatamento, conservar os oceanos e aplicar ações que reduzam a frota que usa combustíveis fósseis (GREENPEACE, 2017).

O estudo de emissões de CO_2 levou a uma grande quantidade de publicações em diversas revistas internacionais segundo a revisão bibliográfica realizada por Zhou e Wang (2016). Ainda conforme os autores, mesmo que todos os países tenham acordado em assumir responsabilidades na redução das emissões globais de CO_2 , um passo necessário é chegar a um consenso sobre a partilha de responsabilidade nas reduções de emissões de CO_2 entre diferentes países.

Segundo EMPRABA (2017) os maiores emissores de gases responsáveis pelo efeito estufa são: Estados Unidos (EUA), União Europeia, China, Rússia, Japão e Índia. Entre estes, os Estados Unidos lideram as emissões per capita, ou seja, por habitante. Já a China ultrapassou os norte-americanos em termos

de emissões absolutas no ano de 2006. Tais dados são corroborados pela UOL notícias que divulgou em 2015 uma alteração na ordem dos países maiores emissores de gases de dióxido de carbono, a saber: China (1º), Estados Unidos (2º), Índia (3º), Rússia (4º).

Para avaliar ações a serem implementadas que reduzam a emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa, principalmente o CO_2 , primeiramente se faz necessário investigar os níveis destas emissões. Com base nisto, o objetivo do artigo é prever o nível de emissões de dióxido de carbono per capita para os dois países (China e EUA) considerados os maiores poluidores, bem como para o Brasil, utilizando combinações de previsões.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO_2)

O dióxido de carbono (CO_2) é essencial à vida no planeta por ser um dos compostos principais para a fotossíntese. O que tem sido preocupante não é a presença do dióxido de carbono na atmosfera e sim a alta concentração em que se encontra, sendo considerado o gás que mais contribui pelo efeito estufa gerando assim o aquecimento global. Grande parte das emissões de CO_2 provém da queima de combustíveis fósseis, enquanto o restante é devido principalmente ao desmatamento de florestas e à produção de cimento, isto acontece acentuadamente, nos países de intensa industrialização e urbanização (MASTERS, 1997; SILVA et al, 2015).

Corroborando com esta ideia, Behera e Dash (2017) destacam que as inter-relações da indústria com meio urbano traz como consequências a degradação ambiental e são encontradas em muitas economias desenvolvidas, e ultimamente esta degradação tem prevalecido em economias em desenvolvimento. Além disso, de acordo autores, metade da população mundial que vive em áreas urbanas consome mais de 50% do total energia produzida, sendo responsável por mais de 60% de emissão de dióxido de carbono.

Estudos dos impactos da mudança de clima em diversos setores socioeconômicos

(agrícola, energético, saúde, recursos hídricos, etc.), indicam consequências que trazem perdas sociais, econômicas e financeiras. O setor agrícola, por exemplo, quando afetado pelas secas ou excesso de chuvas, aumenta os riscos de ocorrência de falta de alimento, levando a alta dos preços. Já na saúde pública a mudança do clima pode resultar diretamente em ondas de calor ocasionando perdas humanas. Além da transmissão de várias doenças infecciosas, que são particularmente sensíveis a estas alterações climáticas, especialmente aquelas transmitidas por insetos, podendo gerar epidemias. Têm-se também as zonas costeiras vulneráveis a elevação do nível do mar com o derretimento acelerado das calotas polares (CONCEIÇÃO et al, 2015).

Buscando uma solução destes impactos, na RIO92, 193 países assinaram a convenção da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre mudança do clima. Já em 1997, 194 países aderiram ao Protocolo de Kyoto – para redução e controle das causas que aumentam o efeito estufa – porém a muitos dos países não demonstraram resultados práticos e efetivos para os objetivos discriminados, entre eles o Brasil. Além das resistências notórias dos EUA e China - os dois países com maior índice de emissões. Agora a recente saída dos Estados Unidos do Acordo de Paris - que substitui o protocolo de Kyoto para tratar de mudanças climáticas que geram o efeito estufa – ocasionou grande agitação no meio político mundial (ELPAÍS, 2017). A China mesmo sendo o maior poluidor do mundo, também é o país que mais investe em energias renováveis, e se comprometeu a reduzir sua dependência em petróleo e carvão para diminuir a contaminação que asfixia a sua metrópole (ISTO É, 2017). Já o Brasil se comprometeu a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% até 2025 combatendo o desmatamento na Amazônia, uma vez que o desmatamento e as queimadas são responsáveis por 75% das emissões de gases causadores do efeito estufa no país (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

2.2 TÉCNICAS DE PREVISÃO

Nesta seção serão apresentados dois modelos de previsão, suavização exponencial

e modelo ARIMA, além de três métodos para realizar combinações de previsões, a saber: variância mínima, por regressão e média aritmética.

Os modelos de suavização exponencial são os mais utilizados frente a outras técnicas de previsão devido a sua simplicidade e facilidade de ajustes além da boa acurácia (PELLEGRINI, 2000). Assumindo que os valores extremos da série são flutuações aleatórias, o propósito destes modelos é identificar um padrão básico (MORETTIN e TOLOI, 2006). Estes modelos valorizam mais os últimos valores observados na série temporal através da ponderação exponencial dos mesmos, de acordo com a proximidade ao período da previsão h . Os métodos mais tradicionais de suavização exponencial são: (i) a suavização exponencial simples, para séries que apresentam apenas variações em torno de um nível; (ii) o modelo linear de *Holt*, para as séries que apresentam a componente de tendência e (iii) os modelos de *Holt-Winters*, quando a série apresenta tanto o componente de tendência quanto o componente sazonal (MAKRIDAKIS et al., 1998).

A suavização exponencial simples é um método estatístico que parte de uma equação de médias móveis, ponderadas exponencialmente, com o objetivo de produzir ajustes nas variações aleatórias dos dados de uma série temporal.

A Suavização Exponencial de *Holt* expande a Suavização Exponencial Simples para previsões com dados que apresentam tendência linear, mas não apresentam sazonalidade. Considerando uma série histórica que apresente um componente de tendência linear de crescimento ou decrescimento, podendo desprezar características como sazonalidade e ciclo, o método linear de *Holt* pode ser empregado para obter previsões satisfatórias. Sua previsão é obtida com o uso de duas constantes de suavização, α para o nível da série temporal e β para a tendência da série temporal. As equações de (1) a (3) descrevem o nível, tendência, bem como a previsão de um modelo *Holt*, respectivamente (MAKRIDAKIS et al., 1998).

$$L_t = \alpha \cdot Y_t + (1 - \alpha) \cdot (L_t - T_{t-1}) \quad 0 < \alpha < 1 \quad (1)$$

$$T_t = \beta \cdot (L_t - L_{t-1}) + Y_t + (1 - \beta) \cdot T_{t-1} \quad 0 < \beta < 1 \quad (2)$$

$$F_{t+h} = L_t + b_t \cdot h \quad (3)$$

onde: L_t : estimativa do nível da série no período t ; T_t : estimativa de tendência da série no período t ; α : coeficiente de ponderação exponencial do nível ($0 \leq \alpha \leq 1$); β : coeficiente de ponderação exponencial da tendência ($0 \leq \beta \leq 1$); Y_t : valor real observado no período t ; h : número de períodos a serem previstos; F_{t+h} : previsão para o período $t+h$.

Para séries temporais que, além de uma tendência linear, apresentam a componente de sazonalidade, os modelos de Holt-Winters podem ser aplicados apropriadamente. Como o estudo de caso a ser apresentado não contém esta componente, estes não serão abordados.

A metodologia de Box-Jenkins é a mais difundida e utilizada para realização de previsões através de séries temporais em praticamente todas as áreas do conhecimento. Morettin e Tolo (2006) salientam que, embora popular, esta metodologia exige experiência por parte do

pesquisador para escolha dos modelos, além de um pacote computacional adequado.

A escolha dos modelos ARIMA utilizados para modelar uma série temporal depende muito das características da série, sendo que os modelos podem ter apenas componentes autorregressivos (AR) de ordem p , componentes de média móvel (MA) de ordem q ou ambos (ARMA) de ordem (p, q) . Para a correta aplicação dos modelos descritos, é necessário que a condição de estacionariedade seja satisfeita. Para que estas séries possam ser modeladas corretamente, pode-se recorrer ao recurso de diferenciação de modo a torná-las estacionárias, resultando na modelagem através de modelos ARIMA. A inclusão do termo de ordem de integração d permite que sejam utilizados os modelos ARIMA (p, d, q) dados pela equação (4).

$$w_t = \phi_1 w_{t-1} + \dots + \phi_p w_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (4)$$

onde: ϕ_n é o coeficiente do componente autoregressivo de ordem p ; θ_n é o coeficiente do componente de médias móveis de ordem q ; $w_t = \Delta^d Z_t$ sendo que Z_t é o valor da série temporal.

O modelo ARIMA (p, d, q) dado pela equação (4) pode ser reescrito como em (5), utilizando o operador de defasagem L .

$$(1 - \phi_1 L - \dots - \phi_p L^p) w_t = (1 - \theta_1 L - \dots - \theta_q L^q) \varepsilon_t \quad \text{sendo: } w_t = (1 - L)^d Z_t \quad (5)$$

onde: $(1 - \phi_1 L - \dots - \phi_p L^p)$ é a parte autoregressiva de ordem p ; $(1 - L)^d$ é parte de integração de ordem d ; $(1 - \theta_1 L - \dots - \theta_q L^q)$ é a parte de médias móveis de ordem q .

Um método comumente utilizado para melhorar a acurácia das previsões é a combinação de previsões, segundo Costantini e Pappalardo (2010), este método consiste em utilizar um mecanismo para captar os diversos fatores que afetam cada técnica de

previsão individual usada como base de obtenção da previsão combinada.

O método da variância mínima, proposto por Bates e Granger (1969) consiste em realizar a combinação linear de duas previsões com diferentes pesos. Neste método a combinação das previsões é obtida

atribuindo-se um peso para cada uma das previsões individuais que serão combinadas.

Sua estrutura é apresentada conforme equação (6).

$$F_c = wF_1 + (1-w)F_2 \quad (6)$$

onde: w é o peso atribuído a previsão de menor variância e F_1 e F_2 são as previsões individuais a serem combinadas.

Para a obtenção dos pesos descritos na equação (6) é interessante atribuir menor

peso às previsões de maior variabilidade nos erros e considerar a correlação existente entre os erros das duas previsões individuais realizadas. Os pesos são obtidos conforme equação (7).

$$w = \frac{\sigma_2^2 - \rho\sigma_1\sigma_2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\rho\sigma_1\sigma_2} \quad (7)$$

onde: ρ é o valor da correlação linear entre os erros das previsões obtidas em F_1 e F_2 , σ_1^2 é a variância dos erros de previsão de F_1 e σ_2^2 a variância dos erros de previsão de F_2 .

O método mais popular de combinação de previsões individuais é a média aritmética, pois além de ser um dos métodos mais conhecidos é fácil de calcular. Segundo Menezes et al. (2000), uma possível resposta para o sucesso da média pode estar associada à instabilidade dos pesos ao longo do tempo na matriz de covariância dos erros das previsões individuais.

Um fato que chamou a atenção de Granger e Ramanathan (1984) é que a combinação de previsões poderia ser uma forma estruturada de regressão, utilizando o Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), tendo a previsão combinada como variável resposta e as previsões individuais como variáveis explicativas.

De acordo com Madridakis et al. (1998), a palavra acurácia refere-se a habilidade do modelo ou da combinação em reproduzir os dados que já são conhecidos (qualidade do ajuste). Porém para optar qual técnica de previsão - individual ou combinação - é a melhor, faz-se necessário obter medidas de acurácia. Dentre as existentes, as mais utilizadas são: o MAPE (erro percentual absoluto médio) que é uma medida relativa e a RMSE (a raiz quadrada do erro quadrático médio).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa em questão é de natureza aplicada, pois busca à solução de problemas específicos e foi realizada para gerar

conhecimentos sobre a emissão de dióxido de carbono. A abordagem da pesquisa foi quantitativa, uma vez que os dados coletados são analisados por meio de modelagem estatística. Neste trabalho é realizado um estudo de caso, que de acordo com Gil (2007), consiste no profundo e exaustivo estudo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento.

A etapa da obtenção de dados neste artigo, consistiu em resgatar dados históricos da emissão de dióxido de carbono per capita para três países: China, Estados Unidos e Brasil provenientes da base do World Bank Group (2013). Serão utilizadas as 54 observações anuais disponíveis para cada série, de 1960 a 2013. O uso deste período se deve ao fato de o período de dados mais completo disponíveis na internet e que foram encontrados pelos autores.

Na etapa de análise preliminar, os dados históricos serão representados graficamente, auxiliando assim na identificação do comportamento da série temporal. Nesta etapa também se busca identificar padrões, tendências nas séries temporais estudada, para assim fornecer informações mais confiáveis para a escolha do modelo quantitativo a ser adotado (MAKRIDAKIS et al., 1998). Para o artigo, será utilizado o software livre R versão 3.4.1 como pacote computacional que modelará as três séries obtendo previsões para dois modelos, ARIMA e de suavização exponencial. As séries temporais foram divididas em duas partes,

sendo 49 anos para ajuste do modelo e 5 anos para sua validação.

Uma vez que os modelos a ser utilizados foram definidos e os seus parâmetros foram estimados, serão aplicadas as técnicas de combinação de variância mínima, média aritmética e por regressão, como base nos dois modelos individuais previamente obtidos.

A verificação da acurácia da técnica ou modelo a ser escolhido para realizar as previsões para 2020, 2025 e 2030, se dará através do método da média dos erros percentuais absolutos (MAPE), e pelo RMSE (raiz quadrado da média dos erros quadráticos).

4. ESTUDO DE CASO

Em busca de conhecer o comportamento das emissões de dióxido de carbono no futuro,

este estudo de caso se propõe a relizar previsões dos dois maiores emissores de gases e também do Brasil com base nos dados desde 1960 até 2013. Por serem séries anuais, as componentes de tendência e nível, juntamente com o componente aleatório podem explicar o comportamento da série.

A Figura 1 apresenta o gráfico com as três séries do estudo, e nele se percebe que os Estados Unidos tiveram níveis muito mais altos nas décadas de 1960 e 1970 e vem tomando ações que diminuíram os níveis de emissões. Já a China, após o início do século XXI apresentou um crescimento visível. Por fim, o Brasil, mesmo que em um patamar inferior também apresenta um crescimento nas emissões de dióxido de carbono.

Figura 1 – Quantidade emissões de CO₂ em toneladas métricas per capita.

Fonte: os autores.

Com a realização da análise preliminar, verificou-se a estrutura comportamental de cada série em estudo, fundamentando-se, assim, para a modelagem de cada série. Foram obtidos os modelos de suavização exponencial e os modelos ARIMA, para tanto

foram utilizados os períodos de 1960 a 2009 para validação dos modelos os quatro últimos períodos disponíveis. Na Tabela 1 encontram-se os modelos e as estimativas dos seus respectivos parâmetros.

Tabela 1 – Modelos e as estimativas dos parâmetros

Brasil		China		Estados Unidos	
Modelo	Estimativa dos parâmetros	Modelo	Estimativa dos parâmetros	Modelo	Estimativa dos parâmetros
ARIMA (0,1,0)	-	ARIMA (0,2,2)	$\hat{\theta}_1 = -0,145$ $\hat{\theta}_2 = -0,483$	ARIMA (1,0,1)	$\hat{\phi}_1 = 0,905$ $\hat{\theta}_1 = 0,568$
Suavização de Holt	$\hat{\alpha} = 1$ $\hat{\beta} = 0,277$	Suavização de Holt	$\hat{\alpha} = 1$ $\hat{\beta} = 1$	Suavização de Holt	$\hat{\alpha} = 1$ $\hat{\beta} = 0,274$

Fonte: os autores.

Após a obtenção dos modelos descritos acima para cada país do estudo, foram obtidas previsões para os seguintes métodos de combinação de previsões: variância mínima, média simples (aritmética), e

regressão. Na Tabela 2 são apresentados os pesos para utilizados nas combinações por variância mínima e os coeficientes da regressão para as séries do Brasil, China e Estados Unidos.

Tabela 2 – Estimativa dos pesos e coeficientes das combinações para os três países.

País	Peso Variância Mínima	Regressão Múltipla*	
		$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$
Brasil	0,5542	0,5640	0,4378
China	1,0879	1,0137	-0,0095
Estados Unidos	0,8864	0,8920	0,1106
* R^2 ajustado > 0,99			

Fonte: Os autores

Uma vez obtidos os modelos ARIMA e suavização exponencial (previsões individuais) e também as estimativas dos pesos para as combinações de variância mínima e os coeficientes para as combinações por regressão múltipla. Após foram calculadas as predições (previsões

dentro do período observado) e assim obter as medidas de acurácia visando escolher a melhor técnica de previsão para realizar as previsões futuras. Na Tabela 3 encontram-se as medidas MAPE e RMSE para as cinco técnicas de previsão em cada um dos três países do estudo.

Tabela 3 – Medidas de acurácia.

País	Brasil		China		Estados Unidos	
Técnica de Previsão	MAPE	RMSE	MAPE	RMSE	MAPE	RMSE
ARIMA	3,688	0,069	5,578	0,136	2,119	0,506
Suavização exponencial	3,709	0,071	5,829	0,152	2,397	0,586
Variância Mínima	3,657	0,069	5,838	0,139	2,095	0,502
Média	3,650	0,069	5,690	0,142	2,196	0,518
Regressão	3,651	0,069	5,779	0,138	2,061	0,499

. Fonte: os autores.

Observa-se realçado na cor cinza na Tabela 3 as técnicas que apresentaram as melhores medidas de acurácia. Para a série de emissões de dióxido de carbono do Brasil, a técnica mais acurada foi a combinação via média das previsões (do modelo ARIMA e do modelo de suavização de Holt). Para a série de emissões de CO₂ da China o modelo ARIMA foi apresentou o melhor MAPE e RMSE e por fim, para a série de emissões dos Estados Unidos a técnica de combinação

utilizando regressão apresentou-se mais acurada. Desta forma estas técnicas serão utilizadas para obtenção das previsões.

As Figuras 2 a 4 apresentam as previsões do Brasil, da China e dos Estados Unidos até o ano de 2030 e na Tabela 4 são apresentados os valores para as previsões de 2020, 2025 e 2030, indicando o que ocorrerá se estes países mantiverem o mesmo comportamento que tem empregado até o momento, com relação à emissão deste gás.

Figura 2 – Quantidade emissões de CO₂ (tons/ capita) para o Brasil e previsões até 2030.

. Fonte: os autores.

Conforme o Ministério do meio Ambiente (2017), o Brasil desenvolve uma série de ações a nível nacional, sendo o foco principal de atuação o combate ao desmatamento e, tem atuado também na eliminação de substâncias destruidoras da camada de ozônio. Caso estas ações não forem eficazes, os patamares estimados neste estudo serão atingidos. O desejado é que sejam alcançados os objetivos apresentados governo brasileiro, reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% até 2025 e de 43% até 2030.

A eletricidade consumida pelas residências chinesas vem em grande parte de usinas movidas a carvão (metade de todo o carvão consumido no planeta), a meta prevista da China é de que o consumo do carvão caia para 58% até 2020, alterando a matriz energética e tem como objetivo que a fatia do gás na composição da matriz energética tenha uma redução que chegue a 20% até 2030 (BBC, 2017). Espera-se que o governo chinês implante estas ações, pois caso contrário o país tenderá a alcançar as estimativas aqui projetadas.

FIGURA 3 – Quantidade emissões de CO₂ (t ons/ capita) para o China e previsões até 2030

. Fonte: os autores.

As previsões apresentadas na Figura 4 flutuam no patamar de 17 toneladas métricas per capita para os norte-americanos. A assinatura do decreto-executivo da Independência Energética, realizada recentemente pelo atual presidente dos Estados Unidos, revê medidas do governo

anterior que tinha como objetivo diminuir as emissões de gases de efeito estufa (ECODEBATE, 2017). Tal informação reforça as previsões aqui apresentadas que se os Estados Unidos não realizarem ações para reduzir as emissões que vão continuar em um patamar per capita muito alto.

Figura 4 – Quantidade emissões de CO₂ (tons/ capita) para o Estados Unidos e previsões até 2030.

Fonte: os autores.

Na Tabela 4 encontram-se as previsões referentes aos anos de 2020, 2025 e 2030, uma vez que os acordos firmados

estabelecem metas com horizontes de 5 anos. Se os países aqui estudados não seguirem com as ações propostas, os valores das

emissões serão altos (dentro do nível de cada país) e consequentemente não irão auxiliar para que a meta do Acordo de Paris seja

atingida, que é manter o aumento da temperatura média global abaixo de 2°C.

Tabela 4 – Previsões das Quantidades de emissões de CO₂ (tons/ capita).

Ano	Brasil	China	Estados Unidos
2020	2,9445	9,8083	17,1416
2025	3,2863	11,4649	17,3194
2030	3,6282	13,1214	17,3613

Fonte: Os autores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista a necessidade de controle do clima, estudos relacionados à emissão de dióxido de carbono têm sido realizados, principalmente para a China que é o maior produtor de gases do efeito estufa. Muitos acordos são firmados para reduzir a emissão dos diversos gases, principalmente o CO₂, maior causador do referido efeito. Visando auxiliar este estudo apresenta um estudo das emissões per capita do dióxido de carbono para os dois países mais poluidores e também o Brasil. Para que se possam desenvolver planos de ação é preciso que os tomadores de decisão possam dimensionar suas previsões em medidas confiáveis e acuradas. Combinações de previsões também têm sido utilizadas como alternativa para melhora da acurácia uma vez que tem apresentado desempenho satisfatório na maioria dos estudos analisados.

Neste artigo foram utilizadas técnicas individuais de previsões, os modelos ARIMA e

os modelos de suavização exponencial, além de três técnicas de combinação de previsões de onde se verificou, com base no MAPE e no RMSE, que para a série de emissões do Brasil a técnica que se apresentou mais acurada foi a combinação pela média aritmética, já para a série da China foi o modelo ARIMA encontrado e, para a série dos Estados Unidos, foi a combinação por regressão, sendo estas técnicas de previsões utilizadas para obtenção das previsões futuras.

As previsões obtidas indicam que se os governos dos países estudados não tomarem ações efetivas para a redução da emissão do dióxido de carbono, o planeta terá aumento da temperatura média, pois para o Brasil e China as previsões estão aumentando e, mesmo tendo previsto que as emissões dos Estados Unidos não cresçam, seu patamar é muito elevado.

REFERÊNCIAS

- [1]. BATES, J.M.; GRANGER, C.W.J. The Combining of Forecasts. *Operat. Res. Quart.*, v.20, n.4,1969, p.451-468.
- [2]. BBC. China anuncia satélites e muitas pesadas contra poluição. Disponível em: <http://www.bbc.com/portuguese/internacional-38411561>. Acesso em: 08 de julho de 2017.
- [3]. BEHERA, S. R. DASH, D. P. The effect of urbanization, energy consumption, and foreign direct investment on the carbon dioxide emission in the SSEA (South and Southeast Asian) region. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 70 p. 96–106. April, 2017.
- [4]. CONCEIÇÃO, M. S.; MENDES, T. A.; MUNIZ, E. Conceitos básicos sobre mudança do clima: causas, mitigação e adaptação. Disponível em: <https://publications.iadb.org/handle/11319/7191> Acesso em: 28/06/2017
- [5]. COSTANTINI, C.; PAPPALARDO, C. A hierarchical procedure for combination of forecasts. *International Journal of Forecasting*, v. 26, p. 725-743, 2010.
- [6]. ECODEBATE. Trump revoga medidas de redução de emissores de gases de efeito estufa dos EUA. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2017/03/29/trump-revoga-medidas-de-reducao-de-emissoes-de->

gases-de-efeito-estufa-dos-eua/ . Acesso em: 08 de julho de 2017.

[7]. ELPAÍS. Putin não entra na onda de críticas a Trump pela saída do Acordo de Paris. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2017/06/01/internacional/1496350760_788673.html Acesso em: 03/07/2017

[8]. EMBRAPA. Quais são os países que mais emitem gases do efeito estufa?, 2017. Disponível em: http://www.aquecimento.cnpemembrapa.br/conteudo/historico_aq_paises.htm Acesso em: 27/06/2017

[9]. GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

[10]. GRANGER, C.W.J. & RAMANATHAN, R. Improved Methods of Forecasting. Journal of Forecasting, v.3, 1984, p.197-204.

[11]. GREENPEACE. Energias renováveis contra o aquecimento global. Disponível em: <http://www.greenpeace.org/brasil/pt/O-que-fazemos/Clima-e-Energia/> Acesso em: 27/06/2017

[12]. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. The IPCC Fifth Assessment Report, 2014. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/> Acesso em: 27/06/2017

[13]. ISTO É. Retirada dos EUA do Acordo de Paris é um presente para a China. Disponível em: <http://istoe.com.br/retirada-dos-eua-do-acordo-de-paris-e-um-presente-para-a-china/> Acesso em: 03/07/2017

[14]. MAKRIDAKIS, S. WHEELWRIGHT, S. C. & HYNDMAN, R. J. Forecasting. Methods and

Applications. Thrid Edition. New York: John Wiley & Sons, 1998.

[15]. MASTERS, G. M. Introduction to Environmental Engineering and Science. New Jersey: Prentice Hall. 1997.

[16]. MENEZES, L. M., BUNN, D. W. & TAYLOR, J. W. Review of Guidelines for the Use of Combined Forecasts. European Journal of Operational Research, v.120, 2000, p. 190-204.

[17]. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Mudança do Clima. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima>. Acesso em: 03/07/2017

[18]. MORETTIN, P. A. ; TOLOI, C. M. de C. Análise de Séries Temporais. São Paulo: Edgard Blucher, 2006, 538 p.

[19]. PELLEGRINI, F. R., Metodologia para implementação de sistemas de previsão de demanda. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

[20]. SILVA, F.F. ; RODRIGUES, L. A. ; MOREIRA, R. B. ; COELHO, A.B. Determinantes da emissão de CO₂ por uso de combustíveis fósseis para países sul-americanos. Rev. de Economia, v. 41, n. 1 (ano 39), p.77-94, 2015.

[21]. WORLD BANK GROUP. Washington, DC. © World Bank, 2013. Disponível em: <http://data.worldbank.org/> (<http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E>. PC) Acesso: 27/06/2017

[22]. ZHOU, P., WANG, M. Carbon dioxide emissions allocation:A review. Ecol. Economics, v.125 p.47–59, 2016.

Capítulo 3

HEURÍSTICAS ADAPTATIVAS PARA A PROGRAMAÇÃO DE HORÁRIOS UNIVERSITÁRIOS

Dalessandro Soares Vianna

Thiago Jéffery Barisão de Lima

Carlos Bazilio Martins

Marcilene de Fátima Dianin Vianna

Edwin Benito Mitacc Meza

Resumo: A programação de horários universitários consiste no agendamento de encontros entre professores e alunos num período de tempo, respeitando um conjunto de restrições. Sendo estas características próprias de cada instituição, é improvável construir uma solução que atenda a todas universidades. Todavia, é possível usar técnicas disponíveis para definir uma solução para uma universidade que exija um menor esforço para ser adaptada a outras instituições. O objetivo deste trabalho é propor heurísticas para o problema abordado, as quais ofereçam um processo simples de inclusão e supressão de restrições, ou seja, tornem mais trivial a adaptação destas a outras instituições. Estas heurísticas, baseadas nas metaheurísticas GRASP, ILS e VNS, usaram o *framework FINESS* em seu desenvolvimento e foram aplicadas na Universidade Federal Fluminense, a qual incorporou, a partir de 2016, uma das soluções desenvolvidas em alguns dos seus cursos. O fato de serem heurísticas adaptativas é uma contribuição inovadora para a área.

Palavras-chave: Programação de horários universitários. Heurística. Metaheurística.

1. INTRODUÇÃO

A programação de horários educacionais, segundo Tripathy (1992), Schaerf (1999) e Lima (2016), pode ser definida como o agendamento de encontros entre professores e alunos em um determinado período de tempo, satisfazendo a um conjunto de restrições. Lima (2016) cita também que a programação de horários educacionais costuma demandar um tempo considerável, pois na maioria das vezes esta é feita de forma manual pelo coordenador do curso, que nesse período já está sobrecarregado com outras atividades.

Schaerf (1999) comenta que a programação de horários educacionais quando feita manualmente é uma tarefa trabalhosa e a solução obtida é geralmente insatisfatória sob algum ponto de vista. Bloomfield e McSharry (1979) e Bardadym (1996) fazem afirmações semelhantes às de Schaerf (1999) sobre a elaboração manual de horários. Bloomfield e McSharry (1979) citam que, dependendo das dimensões do problema, pode-se gastar de uma tarde a um mês de trabalho para a programação manual do horário.

Segundo Pereira e Costa (2016), existem três categorias principais de programação de horários educacionais: (i) programação de horários escolares – aloca-se professores, aulas e disciplinas por um determinado período de tempo (BIRBAS; DASKALAKI; HOUSOS, 2009); (ii) programação de horários universitários – difere-se da programação de horários escolares por permitir que algumas turmas sejam unidas para assistir aulas de uma mesma disciplina (AVELLA; VASIL'EV, 2005); e (iii) programação de horários de provas – atribui-se provas para períodos (KAHAR; KENDALL, 2010). Todas estas categorias possuem restrições que variam de acordo com as características das escolas, universidades e dos sistemas de ensino (ASRATIAN; WERRA, 2002; LIMA, 2016).

Pereira (2012) realiza um levantamento das restrições comumente presentes em problemas de elaboração de horários universitários, as quais são diferenciadas como restrições fortes (aquelas que definem a viabilidade da solução encontrada) e fracas (aquelas que não inviabilizam a solução encontrada, mas agregam qualidade à mesma). O autor cita que o conjunto de restrições varia entre universidades e mesmo aquelas que são comuns podem, em algumas

instituições, serem consideradas fortes e, em outras, serem consideradas fracas.

Nos trabalhos de Werra (1985) e Schaerf (1999), uma atenção especial é dada à automação do problema, o qual é comumente abordado através de técnicas heurísticas. Dentre as heurísticas, se destacam aquelas que seguem padrões próprios de desenvolvimento, as metaheurísticas. Pode-se citar, como exemplos de aplicações de heurísticas/metaheurísticas para a programação de horários universitários, os trabalhos de Lewis (2008), Qu e Burke (2009), Burke et al. (2010), Jat e Yang (2011), Al-Betar e Khader (2012), Abdullah et al. (2012), Bolaji et al. (2014) e Bellio et al. (2016). Estes trabalhos apresentam heurísticas eficientes para o problema de programação de horários universitários, mas, como é comumente encontrado na literatura, abordam um problema específico de um curso/universidade.

Como cita Werra (1985), parece não ser razoável desenvolver modelos genéricos de programação de horários que atendam todas as universidades, uma vez que estas apresentam problemas com características próprias.

No entanto, é possível desenvolver soluções que facilitem o processo de inserção e supressão de restrições. Essa característica não faria com que uma solução desenvolvida para uma Universidade X seja automaticamente implementada em uma outra Universidade Y , mas diminuiria consideravelmente o esforço no desenvolvimento de uma nova solução para a Universidade Y .

O objetivo deste trabalho é propor diferentes heurísticas, baseadas nas metaheurísticas GRASP, ILS e VNS, para o problema de programação de horários universitários, as quais devem tornar simples o processo de inclusão e supressão de restrições.

As heurísticas desenvolvidas serão aplicadas aos cursos de Ciência da Computação e Engenharia de Produção do Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT) da Universidade Federal Fluminense (UFF).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção aborda dois temas importantes para o bom entendimento do trabalho. Primeiramente, na Seção 2.1, o problema abordado é detalhado, destacando as restrições fortes e fracas do problema.

Em seguida, na Seção 2.2, é apresentado o *framework FINES*, o qual é utilizado no desenvolvimento das heurísticas propostas.

2.1. PROBLEMA ABORDADO

Como citado anteriormente, as heurísticas desenvolvidas neste trabalho serão utilizadas para a programação de horários dos cursos de Ciência da Computação e Engenharia de Produção do ICT/UFF. No regimento da UFF, as disciplinas devem ter carga horária semanal múltipla de 2 (dois) e suas aulas devem ser alocadas em blocos (alocações) de 2 horas. As alocações da parte da manhã (7h-13h) devem iniciar em horários ímpares e as alocações da parte da tarde (14h-18h) e da noite (18h-22h) devem iniciar em horários pares.

Para a definição das restrições, além do regimento da UFF, foram entrevistados alunos e professores da universidade¹. Tais restrições foram divididas em fortes, as quais violadas comprometem a viabilidade da solução, e fracas, as quais não comprometem a viabilidade da solução, mas quando violadas comprometem a qualidade desta. As restrições fortes definidas foram:

- Indisponibilidade de horário (turno e dia) do professor para lecionar;
- Indisponibilidade do professor em lecionar em duas ou mais turmas no mesmo dia, horário e turno;
- Não permitir conflitos de aulas de um mesmo período no mesmo horário, dia e turno;
- Restringir um período mínimo de horas no mesmo dia para uma turma, sem intervalos entre as aulas.

As restrições fracas foram divididas em três grupos. Essa divisão foi sugerida, pois cada grupo possui importâncias diferentes. O Grupo 1 contém as restrições fracas de menor importância; o Grupo 2 as de importância

intermediária; e o Grupo 3 as com maior importância.

Grupo 1

R11 – Aluno - Tentar atender um número máximo de planos de estudo dos alunos, evitando conflitos nas escolhas das turmas pelos alunos;

R12 – Professor - Quantidade máxima desejado de dias da semana que se pode alocar um professor;

R13 – Professor - Carga horária máxima desejada em um dia para o professor lecionar;

R14 – Turmas - Possibilidade de alocação das aulas de uma turma no mesmo horário, em dias diferentes.

Grupo 2

R21 – Turma - Possibilidade de criar intervalos entre dias da semana para a mesma turma;

R22 – Turma - Máximo de horas desejado no mesmo dia para uma turma;

R23 – Turma - Tentar respeitar o(s) turno(s) de preferência (manhã, tarde ou noite) de cada curso;

R24 – Turma - Quantidade máxima desejada de salas disponíveis no horário;

R25 – Professor - O professor não deseja lecionar em dias e horários específicos, porém se necessário, ele não está impossibilitado;

R26 – Professor - Reduzir os horários vagos (janelas) entre as aulas no mesmo dia do professor;

R27 – Professor - Carga horária máxima em um dia para o professor lecionar;

R28 – Turmas - Tentativa de alocação das aulas de uma turma no mesmo turno, em dias diferentes.

Grupo 3

R31 – Turma - Restringir um período mínimo de horas no mesmo dia para uma turma, sem intervalos entre as aulas;

R32 – Turma - Máximo de horas no mesmo dia para uma turma;

R33 – Turma - Quantidade máxima de salas disponíveis;

¹ Por não ser foco principal deste trabalho, detalhes sobre estas entrevistas foram suprimidos.

R34 – Turma - Reduzir os horários vagos (janelas) entre as aulas no mesmo dia da mesma disciplina;

R35 – Professor - Quantidade máxima de dias da semana que se pode alocar um professor.

Uma restrição que merece destaque é a R11, para a qual busca-se uma solução que atenda o maior número de planos de estudo (disciplinas escolhidas em período de pré-matrícula) dos alunos. Algumas dessas restrições são iguais, porém com parâmetros e pesos diferentes. Por exemplo, as restrições R35 e R12, tratam da quantidade máxima de dias da semana que se pode alocar um professor. Entretanto, a restrição R12 possui como parâmetro a quantidade de dias desejado. Já a restrição R35 é a quantidade máxima de dias que se pode alocar, sendo esta muito mais importante. Devido a essa importância, ela é mais difícil de ser violada.

2.2. FRAMEWORK FINESS

O *FINESS* (*Framework for the Implementation of metaheuristics based on Neighborhood Structure Search*) (VIANNA et al., 2014) é um *framework* para o desenvolvimento de heurísticas que usa como base metaheurísticas baseadas em busca local (GRASP, ILS, *Simulated Annealing*, VNS, Busca Tabu e GLS), levando em consideração os seguintes aspectos:

[1]. **hibridização** – possibilitar a combinação de metaheurísticas para a solução de um problema;

[2]. **usabilidade** – oferecer mecanismos para tornar mais simples e eficiente o uso do *framework*;

[3]. **paralelismo** – aproveitar as características inerentes às metaheurísticas para extrair um melhor uso do ambiente computacional disponível;

[4]. **reuso** – permitir a reutilização de funcionalidades no desenvolvimento das metaheurísticas, fazendo com que o usuário do *framework* se preocupe apenas com os detalhes de implementação que são próprios do problema abordado;

[5]. **facilidade** no desenvolvimento de diferentes metaheurísticas para o problema – uma vez desenvolvida uma metaheurística para o problema, métodos construtivos, estruturas de vizinhança e tratamento de

restrições estarão disponíveis, permitindo que novas metaheurísticas sejam desenvolvidas para o problema com menor esforço;

[6]. **escalabilidade** – pode ser visto em dois níveis: (i) nível macro – possibilitar a incorporação de novas metaheurísticas ao *framework* sem alterar o funcionamento do que já está disponível; e (ii) nível micro – permitir que novas restrições e novas estruturas de vizinhança sejam incorporadas a uma solução já desenvolvida;

[7]. **desempenho** das heurísticas desenvolvidas – minimizar a perda de desempenho das heurísticas desenvolvidas pelo *framework*, quando comparado a heurísticas desenvolvidas sem o auxílio do *framework*.

Embora todas as sete características listadas sejam de importância para o desenvolvimento de uma heurística eficiente, a Característica 6 merece destaque, pois vai de encontro ao objetivo do presente estudo: “propor diferentes heurísticas para o problema de programação de horários universitários, as quais devem tornar simples o processo de inclusão e supressão de restrições”.

3. HEURÍSTICAS PROPOSTAS

São propostas neste trabalho três heurísticas para a programação de horários universitários, as quais são aplicadas na elaboração de horários dos cursos de Ciência da Computação e Engenharia de Produção do ICT/UFF. Essas heurísticas são baseadas nas metaheurísticas GRASP, ILS e VNS, e serão apresentadas nas Seções 3.5, 3.6 e 3.7, respectivamente. Todavia, para o melhor entendimento destas heurísticas, antes é necessário ter conhecimento de como a função objetivo é calculada (Seção 3.1), qual a estratégia do algoritmo de construção utilizado (Seção 3.2), as estruturas de vizinhanças usadas (Seção 3.3) e qual o método de busca local aplicado (Seção 3.4).

Vale ressaltar que as implementações das heurísticas foram realizadas utilizando o *framework FINESS* (descrito na Seção 2.2), o que facilitou, após a implementação da heurística GRASP (primeira heurística a ser desenvolvida), implementar as outras duas, ILS e VNS, com um menor esforço. As heurísticas também incorporaram a característica da escalabilidade inerente ao *FINESS*, o que permitirá no futuro que ela seja

modificada – inserção ou supressão de restrições – para se adaptar à realidade de outras instituições.

3.1. FUNÇÃO OBJETIVO

Sejam p_i a penalidade associada a cada violação da restrição fraca i (como descrito na Seção 2.1, são abordados neste trabalho 21 tipos de restrição, as quais são divididas em fortes e fracas) e $V_i(s)$ a quantidade de violações da restrição i na solução s . A função objetivo, $f(s)$, é calculada pela Equação (1).

$$f(s) = \sum_i p_i V_i(s) \quad (1)$$

A definição dos valores de p_i , $\forall i$, foi feita através de análise multicritério à decisão, através do método AHP. O Quadro 1 apresenta os pesos associados as restrições fracas de R11 a R14 e de R21 a R28. As restrições de R31 a R35 receberam peso 10000, pois são consideradas de extrema importância para a qualidade da solução.

Quadro 1. Pesos associados as restrições fracas do Grupos 1 e 2.

	R11	R12	R13	R14		R21	R22	R23	R24	R25	R26	R27	R28
p	10	7	4	1		176	212	100	112	500	136	169	169

3.2. CONSTRUÇÃO DA SOLUÇÃO INICIAL

Na etapa de construção da solução inicial s , o *FINESS* organiza esta construção através da escolha do item (candidato) a ser inserido em cada iteração, até que a solução s seja construída. Para isto, é necessário que o desenvolvedor implemente um método que preencha a lista atual de candidatos que podem ser inseridos na solução parcial s . De posse desta lista, o desenvolvedor escolhe se a construção será gulosa (sempre se escolhe o melhor candidato da lista), aleatória (escolhe-se um candidato qualquer da lista) ou pseudoaleatória (define-se uma lista restrita de candidatos, LRC, a qual contém os melhores candidatos, e um item é selecionado aleatoriamente de LRC).

Neste trabalho, a construção da lista de candidatos prioriza os candidatos obedecendo a seguinte ordem: (1) as turmas com menor flexibilidade de horários devem ser inseridas primeiro – leva-se em consideração os possíveis horários de alocação da disciplina (dado de entrada) e a disponibilidade do professor (dado de entrada) que ministrará a turma; (2) como primeiro critério de desempate, verifica-se os turnos mais adequados para a alocação das turmas (dado de entrada); e (3) como

segundo critério de desempate, verifica-se, no turno escolhido, os horários mais adequados para a alocação das turmas (dado de entrada).

A Figura 1 apresenta um exemplo de alocação de turmas. Nesta figura é possível identificar a estrutura de dados utilizada nas heurísticas, a qual pode ser vista como um “vetor de matrizes”, onde cada matriz representa um período de um determinado curso. No exemplo citado, duas turmas são alocadas. A turma “Calc1” possui 4 tempos de hora/aula e horário fixo na segunda-feira e quarta-feira às 9 horas (ou seja, não há flexibilidade de horário). A turma “ProgComp1” possui 6 tempos de hora/aula e seu professor possui indisponibilidade de lecionar nas quartas-feiras pela manhã e nas sextas-feiras. A ordem dos turnos preferidos é tentar alocar primeiro no turno da manhã, depois no turno da tarde e por último no turno da noite. A primeira alocação é, então, a turma de “Calc1” na segunda-feira às 9 horas e após na quarta-feira às 9 horas. Após é alocada a turma “ProgComp1” na segunda-feira às 7 horas, respeitando o turno preferido. A próxima alocação é na quarta-feira às 14 horas, por não haver disponibilidade do professor pela manhã, o que fez com que não fosse respeitado o turno preferido, mas sim o

intervalo entre dias. A última alocação da turma de “ProgComp1” foi na quinta às 7 horas, o que respeitou o turno preferido,

porém não pode ser possível criar o intervalo entre dias, porque o professor não possui disponibilidade na sexta.

Figura 1 - Exemplo do método Construtivo.

3.3. ESTRUTURAS DE VIZINHANÇA

Foram utilizadas duas estruturas de vizinhança, as quais foram nomeadas de k -Realoca e k -Troca. Movimentos em ambas as estruturas de vizinhança ocorrem dentro de um mesmo período (de um mesmo curso).

Em um movimento na vizinhança k -realoca, k alocações são escolhidas aleatoriamente, as

quais são realocadas para k horários vagos (horários sem alocações de turmas do mesmo período). A Figura 2 exemplifica um movimento na vizinhança 1-Realoca ($k=1$), no qual a turma de “IntroCienComp” anteriormente alocada na quarta-feira às 7 horas é movida para segunda-feira às 14 horas, horário que se encontra vago.

Figura 2 – Exemplo de movimento dentro da vizinhança 1-Realoca.

Em um movimento na vizinhança k -troca, k pares de alocações (a_1 , a_2) são escolhidos aleatoriamente. Em seguida, cada um dos k pares (a_1 , a_2) tem suas alocações trocadas de posição, ou seja, no horário que se encontrava a alocação a_1 passará a estar a

alocação a_2 , e vice-versa. A Figura 3 exemplifica um movimento na vizinhança 1-Troca ($k=1$), no qual alocações das turmas de “GeoAnaCalcVet” e “ProgComp1” trocam de horários.

Figura 3 – Exemplo de movimento dentro da vizinhança 1-Troca.

1º período	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
7:00	ProgComp1	FundArqComp	IntroCienComp	ProgComp1	FundArqComp
9:00	Calc1		Calc1	IntroCienComp	
11:00		MatDisc		GeoAnaCalcVet	MatDisc
13:00					
14:00			ProgComp1	FundMat	
16:00	FundMat	GeoAnaCalcVet			
18:00					
20:00					

3.4. PROCEDIMENTO DE BUSCA LOCAL UTILIZADO

Neste trabalho, optou-se por utilizar, como procedimento de busca local, o método VND (*Variable Neighborhood Descent* – MLADENOVIC; HANSEN, 1997), o qual difere do método de busca local tradicional por usar mais de uma estrutura de vizinhança. Estas vizinhanças estendidas procuram por soluções aprimorantes que estão “mais distantes” da solução atual, permitindo assim

ao método escapar de ótimos locais “de baixa qualidade” com respeito a uma vizinhança menor.

A Figura 4 apresenta o pseudocódigo do método VND utilizado neste trabalho, o qual recebe como parâmetros de entrada a solução s_0 a ser refinada e as estruturas de vizinhança (nesta ordem) $N_1 = “1-Realoca”$, $N_2 = “1-Troca”$, $N_3 = “2-Realoca”$ e $N_4 = “2-Troca”$ a serem investigadas. Esta ordem foi definida empiricamente.

Figura 4 – Algoritmo VND utilizado.

```

Procedimento VND ( $s_0, N_1, N_2, N_3, N_4$ )
01.   $s \leftarrow s_0$ ;
02.   $k \leftarrow 1$ ;
03.  Enquanto  $k \leq 4$  faça
04.      Aplique uma busca local em  $s$  usando a estrutura de
          vizinhança  $N_k$ .
          Seja  $s'$  o ótimo local encontrado;
05.      Se  $f(s') < f(s)$  então
06.           $s \leftarrow s'$ ;
07.           $k \leftarrow 1$ ;
08.      Senão
09.           $k \leftarrow k+1$ ;
10.      Fim-Se
11.  Fim-Enquanto
12.  Retorne  $s$ ;
Fim-VND

```

3.5. HEURÍSTICA GRASP PROPOSTA

O GRASP (*Greedy Randomized Adaptive Search Procedure* – FEO; RESENDE, 1995) é uma estratégia composta por múltiplos inícios. Cada iteração do GRASP consiste em duas fases: construção de uma solução inicial e busca local. Na primeira fase, a construtiva, é utilizado um algoritmo construtivo pseudoaleatório para construir uma solução

inicial, a qual é refinada, na segunda fase, por um procedimento de busca local. A melhor solução encontrada ao longo das iterações GRASP é retornada como resultado.

A Figura 5 apresenta o pseudocódigo da heurística GRASP proposta, o qual recebe como parâmetros de entrada o percentual de aleatoriedade, α , que será utilizado na fase de construção e o tempo de execução, t_{max} .

Figura 5 – Heurística GRASP proposta.

```

Procedimento GRASP ( $\alpha$ ,  $t_{max}$ )
01.  $s^* \leftarrow \emptyset$ ;
02. Enquanto  $t_{max}$  não atingido faça
03.     Utilizando o framework FINESS, a lista de
    candidatos descrita na Seção
    3.2 e o percentual de aleatoriedade  $\alpha$ , construa,
    de forma
    pseudoaleatória, uma solução inicial  $s$ ;
04.      $s' \leftarrow \text{VND}(s, 1\text{-Realoca}, 1\text{-Troca}, 2\text{-Realoca}, 2\text{-Troca})$ ;
05.     Se  $f(s') < f(s^*)$  então
06.          $s^* \leftarrow s'$ ;
07.     Fim-Se
08. Fim-Enquanto
09. Retorne  $s^*$ ;
Fim-GRASP

```

3.6. HEURÍSTICA ILS PROPOSTA

O algoritmo ILS (*Iterated Local Search* – LOURENÇO; MARTIN; STÜTZLE, 2002) envolve a aplicação repetida de um algoritmo de busca local aplicada às soluções encontradas pelos candidatos de um processo mais amplo de pesquisa que envolve uma caminhada aleatória tendenciosa através do espaço de busca. O algoritmo funciona através da construção de uma solução inicial, que é refinada usando uma estratégia de busca local. O laço de repetição

do algoritmo envolve três etapas: uma perturbação da solução corrente; aplicação da busca local na solução perturbada; e um critério de aceitação que decide se a solução (ótimo local) obtida pelo processo de busca local deve ou não substituir a solução corrente.

A Figura 6 apresenta o algoritmo ILS proposto, o qual recebe como parâmetro de entrada o tempo de execução, t_{max} . A etapa de perturbação, descrita na Linha 4, utiliza a estrutura de vizinhança “3-Troca”.

Figura 6 – Heurística ILS proposta.

```

Procedimento ILS ( $t_{max}$ )
01. Utilizando o framework FINESS e a lista de candidatos
    descrita na Seção 3.2,
    construa, de forma gulosa, uma solução inicial  $s_0$ ;
02.  $s \leftarrow \text{VND}(s_0, 1\text{-Realoca}, 1\text{-Troca}, 2\text{-Realoca}, 2\text{-Troca})$ ;
03. Enquanto  $t_{max}$  não atingido faça
04.     Escolha, aleatoriamente, um vizinho  $s'$  na vizinhança
    3-Troca( $s$ );
05.      $s'' \leftarrow \text{VND}(s', 1\text{-Realoca}, 1\text{-Troca}, 2\text{-Realoca}, 2\text{-Troca})$ ;
06.     Se  $f(s'') < f(s)$  então
07.          $s \leftarrow s''$ ;
08.     Fim-Se
09. Fim-Enquanto
10. Retorne  $s$ ;
Fim-ILS

```


3.7. HEURÍSTICA VNS PROPOSTA

A metaheurística VNS (*Variable Neighborhood Search* – MLADENOVIC; HANSEN, 1997) perturba sistematicamente a solução corrente utilizando para isso diferentes estruturas de vizinhança, o que pode resultar na degradação da solução. Este processo funciona como um mecanismo de diversificação da busca. Após o processo de perturbação da solução é executado um processo de busca local que é tipicamente

um mecanismo de intensificação da busca. Sempre que a busca local não consegue melhorar a melhor solução altera-se o mecanismo de perturbação utilizando outra estrutura de vizinhança.

A Figura 7 apresenta o algoritmo da heurística VNS proposta, o qual recebe como parâmetros de entrada o tempo de execução, t_{max} , e as estruturas de vizinhança $N_1 = \text{"3-Realoca"}$ e $N_2 = \text{"3-Troca"}$ a serem analisadas.

Fig. 7 – Heurística VNS proposta.

```

Procedimento VNS ( $t_{max}$ ,  $N_1$ ,  $N_2$ )
01. Utilizando o framework FINESS e a lista de candidatos
    descrita na Seção 3.2,
        construa, de forma gulosa, uma solução inicial  $s$ ;
02. Enquanto  $t_{max}$  não atingido faça
03.      $k \leftarrow 1$ ;
04.     Enquanto  $k \leq 2$  faça
05.         Escolha, aleatoriamente, um vizinho  $s'$  na
        vizinhança  $N_k(s)$ ;
06.          $s'' \leftarrow \text{VND}(s', 1\text{-Realoca}, 1\text{-Troca}, 2\text{-Realoca},$ 
         $2\text{-Troca})$ ;
07.         Se  $f(s'') < f(s)$  então
08.              $s \leftarrow s''$ ;
09.              $k \leftarrow 1$ ;
10.         Senão
11.              $k \leftarrow k+1$ ;
12.         Fim-Se
13.     Fim-Enquanto
14. Fim-Enquanto
10. Retorne  $s$ ;
Fim-VNS

```

4. EXPERIMENTOS COMPUTACIONAIS

Os experimentos computacionais foram executados em um HP ENVY x2 com processador Intel 5Y70, CPU 1.10Ghz e 8Gb de memória RAM. As heurísticas propostas foram codificadas na linguagem de programação C++.

As instâncias usadas para teste estão descritas no Quadro 2, o qual apresenta cada instância com o respectivo número de turmas.

As instâncias “Comp2016” e “EP2016” representam o problema de programação de horários enfrentados pelos coordenadores de Ciência da Computação e Engenharia de Produção, respectivamente, no segundo semestre de 2016. As instâncias “Comp2017” e “EP2017” são referentes aos mesmos cursos no primeiro período de 2017. Para todas as instâncias, são considerados 5 dias na semana (segunda – sexta) e 7 horários de alocação por dia (3 no turno da manhã; 2 no da tarde; e 2 no da noite).

Quadro 2. Instâncias de teste.

Instância	Número de turmas
Comp2016	53
EP2016	61
Comp2017	55
EP2017	64

Cada uma das três heurísticas desenvolvidas foi executada 5 vezes, usando sementes de aleatoriedade diferentes. Para cada execução foi estabelecido como critério de parada $t_{max} = 28000$ segundos (8 horas). Foram

anotados o melhor valor e o valor médio das funções objetivo entre a 5 execuções. A Tabela 1 apresenta os resultados. São destacados em negrito os melhores resultados obtidos.

Tabela 1. Resultados das heurísticas propostas em $t_{max} = 28800$ segundos.

Instância	GRASP		ILS		VNS	
	Melhor	Média	Melhor	Média	Melhor	Média
Comp2016	8765	8766,2	8722	8722,0	8717	8717,0
EP2016	9946	9950,8	9898	9903,4	9889	9901,2
Comp2017	8821	8823,4	8806	8807,6	8806	8808,2
EP2017	10081	10092,2	10035	10053,4	10035	10046,6

Analisando os resultados da Tabela 1, é notório que a heurística GRASP foi a que obteve o resultado menos satisfatório. As heurísticas ILS e VNS apresentaram bons resultados. No entanto, a heurística VNS foi a mais eficiente obtendo o melhor custo para todas as quatro instâncias. Quando a média dos custos é avaliada, a heurística VNS obteve melhores resultados em três das quatro instâncias.

A Figura 8 apresenta um gráfico tempox“valor da função objetivo” para a instância

“Comp2016” em uma das execuções. É importante destacar que um comportamento semelhante foi identificado para nas outras execuções desta instância e nas execuções das outras três instâncias. Na Figura 8 é possível perceber que a heurística GRASP inicia melhor, mas com o tempo é ultrapassada pelas outras heurísticas. É notório também como ambas as heurísticas ILS e VNS continuam evoluindo bem ao longo do tempo.

Fig. 8 – Gráfico tempox“valor da função objetivo” para a instância “Comp2016” em uma das execuções.

5. CONCLUSÃO

Neste trabalho foram desenvolvidas três heurísticas para a programação de horários universitários, as quais foram aplicadas nos cursos de Ciência da Computação e Engenharia de Produção do ICT/UFF. Das heurísticas desenvolvidas, GRASP, ILS e VNS, as duas últimas mostraram-se superiores a primeira. A heurística VNS foi a que mais se destacou, obtendo os melhores resultados para as quatro instâncias testadas.

É importante destacar que a heurística VNS foi incorporada a um Sistema Computacional no ICT/UFF, o qual está sendo utilizado desde o segundo semestre de 2016 pelo curso de Ciência da Computação. Os quadros de horário utilizados nos dois períodos (2/2016 e 1/2017) foram gerados pela heurística VNS proposta. O mesmo Sistema Computacional

está em teste pelo curso de Engenharia de Produção, o qual atualmente usa o resultado do Sistema como ponto de partida para a elaboração do quadro de horários.

As três heurísticas foram construídas utilizando o *framework* *FINESS*, o qual permitiu que estas heurísticas fossem estruturadas de tal forma que seja muito fácil adicionar novas restrições fortes ou fracas (até mesmo alterar restrições existentes que são fortes para fracas, e vice-versa) e também de suprimir restrições que em outras instituições não são necessárias. Desta forma, exige-se pouco esforço para adaptar as soluções aqui desenvolvidas para outras universidades. Essa característica é inovadora para a área de programação de horários universitários e conseqüentemente para a área de pesquisa operacional.

REFERÊNCIAS

- [1]. Abdullah, S., Turabieh, H., McCollum, B. e McMullan, P. (2012). A hybrid metaheuristic approach to the university course timetabling problem. *Journal of Heuristics*, 18(1):1-23.
- [2]. Al-Betar, M. A. e Khader, A. T. (2012). A harmony search algorithm for university course timetabling. *Annals of Operations Research*, 194(1):3-31.
- [3]. Asratian, A. S. e Werra, D. (2002). A generalized class-teacher model for some timetabling problems. *European Journal of Operational Research*, 143:531-542.
- [4]. Avella, P. e Vasil'ev, I. (2005). A Computational Study for a Cutting Plane Algorithm For University Course Timetabling. *Journal of Scheduling*, 8:497-514.
- [5]. Bardadym, V. A. (1996). Computer-Aided School and University Timetabling: The New Wave. *Lecture Notes in Computer Science*, 1153:22-45.
- [6]. Bellio, R., Ceschia, S., Di Gaspero, L., Schaefer, A. e Urli, T. (2016). Feature-based tuning of simulated annealing applied to the curriculum-based course timetabling problem. *Computers and Operations Research*, 65:83-92.
- [7]. Birbas, T., Daskalaki, S. e Housos, E. (2009). School timetabling for quality student and teacher schedules. *Journal of Scheduling*, 12:177-197.
- [8]. Bloomfield, S. D. e McSharry, M. M. (1979). Preferential Course Scheduling System. *Interfaces*, 9(4):24-31.
- [9]. Bolaji, A. L., Khader, A. T., Al-Betar, M. A. e Awadallah, M. A. (2014). University course timetabling using hybridized artificial bee colony with hill climbing optimizer. *Journal of Computational Science*, 5(5):809-818.
- [10]. Burke, E. K., Eckersley, A. J., McCollum, B., Petrovic, S. e Qu, R. (2010). Hybrid variable neighbourhood approaches to university exam timetabling. *European Journal of Operational Research*, 206(1):46-53.
- [11]. Jat, S.N. e Yang, S. A. (2011). hybrid genetic algorithm and tabu search approach for post enrolment course timetabling. *Journal of Scheduling*, 14(6):617-637.
- [12]. Kahar, M. N. M. e Kendall, G. (2010). The examination timetabling problem at Universiti Malaysia Pahang: Comparison of a constructive heuristic with an existing software solution. *European Journal of Operational Research*, 207:557-565.
- [13]. Lewis, R. (2008). A survey of metaheuristic-based techniques for University Timetabling problems. *OR Spectrum*, 30(1):167-190.
- [14]. Lima, T. J. B. (2016). Colaborário – sistema colaborativo para geração de quadro de horários de curso universitário. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Fluminense.
- [15]. Lourenço, H. R., Martin, O. C. e Stützle, T. (2002). Iterated local search. In: Glover, F. (Ed.). *Handbook of Metaheuristics*, 321-353.
- [16]. Mladenovic, N. e Hansen, P. (1997). Variable neighborhood search. *Computer and Operations Research*, 24:1097-1100.
- [17]. Pereira, V. (2012). Modelagem linear-inteira e multicritério para a programação de horários em universidades. Tese de Doutorado. Universidade Federal Fluminense.
- [18]. Pereira, V. e Costa, H. G. (2016). Linear Integer Model for the Course Timetabling Problem of a Faculty in Rio de Janeiro. *Advances in Operations Research*, 2016:1-9.
- [19]. Qu, R. e Burke, E. K. (2009). Hybridizations within a graph-based hyper-heuristic framework for university timetabling problems. *Journal of the Operational Research Society*, 60(9):1273-1285.

[20]. Schaerf, A. (1999). A survey of automated timetabling. *Artificial Intelligence Review*, 13(2):87-127.

[21]. Tripathy, A. (1992). Computerized decision aid for timetabling - a case analysis. *Discrete Applied Mathematics*, 35(3):13-323.

[22]. Vianna, D. S., Martins, C. B., Medeiros, A. P. e Marques, E. (2014). O FINES – Framework for

the Implementation of metaheuristics based on Neighborhood Structure Search. Relatório Técnico. Universidade Federal Fluminense.

[23]. Werra, D. (1985). An introduction to timetabling. *European Journal of Operational Research*, 19(2):151-162.

Capítulo 4

PROJETO ENERGIA SOLIDÁRIA: UMA ABORDAGEM PELA DINÂMICA DE SISTEMAS

Amanda Loiola De Carvalho

Tiago Alquaz Matias

William Hajime Yonenaga

Michele Rejane Coura Da Silva

Resumo: A metodologia de Dinâmica de Sistemas e um projeto que objetiva a redução da demanda de energia elétrica são conjugados neste artigo. Analisando-se o Projeto Energia Solidária realizado no estado de Mato Grosso e utilizando-se a teoria de Dinâmica de Sistemas, foi elaborado um modelo no software Stella que representa as relações entre as variáveis presentes neste projeto. Como resultado, apresentamos uma forma alternativa de comunicar e discutir os aspectos holísticos do problema.

Palavras-Chave: Modelagem; Sistemas; Energia elétrica.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o consumo de energia elétrica tem aumentado no Brasil, seja pelo crescimento populacional, pela expansão da atividade industrial ou pelo uso de eletrodomésticos nas residências. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (2015), o consumo de energia elétrica no Brasil se elevou de 243.000 GWh em 1995 para 464.600 GWh em 2015. Neste intervalo de tempo, o Brasil foi palco de uma crise energética em 2001, onde a oferta de energia elétrica foi comprometida devido a escassez de chuvas, pois na época o país era muito dependente da matriz hidrelétrica.

Devido aos fatores expostos acima, as autoridades têm buscado formas de aumentar a oferta ou reduzir a demanda de energia. A elevação da oferta tem sido obtida por meio de matrizes alternativas, como a eólica, solar, de biomassa e térmicas. Além disso, é esperado um aumento na oferta com a conclusão da Usina Hidrelétrica Belo Monte, prevista para 2019, com capacidade instalada de 11.233,1 MW. A quarta maior hidrelétrica do mundo e a maior hidrelétrica 100% nacional gerará energia para 60 milhões de pessoas, em 17 estados brasileiros. Por outro lado, a redução da demanda pode ser obtida por meio de informes educativos ou troca de equipamentos obsoletos por outros mais novos e econômicos. (NORTE ENERGIA, 2016).

Na linha de troca de equipamentos, a concessionária de energia elétrica do estado de Mato Grosso tem adotado o projeto Energia Solidária. Tal projeto incentiva a troca de geladeiras, freezers e ar condicionados antigos por modelos mais novos. Neste caso, o consumidor tem 50% de desconto na aquisição do bem e a companhia energética arca com a outra metade, ou ainda 70% de desconto no eletrodoméstico novo para clientes cadastrados na Tarifa Social de Energia Elétrica. Este sistema, que aborda somente a questão da redução da demanda de energia elétrica no estado já interliga diversos subsistemas, como o setor industrial da linha branca, o comércio varejista, o mercado da logística reversa e a economia na conta de energia da população. Além disso, este projeto impacta na questão ambiental, pois devido às altas temperaturas, no estado de Mato Grosso o uso de ar condicionado é uma necessidade em repartições públicas e em residências. Deste modo, um programa de

subsídio na aquisição de aparelhos desta natureza conduz a uma economia de energia considerável.

Este artigo tem o objetivo de ilustrar este panorama por meio da modelagem em Dinâmica de Sistemas. Tal metodologia, criada por Jay Forrester é alicerçada em diagramas de estoque e fluxo e equações diferenciais. Através da modelagem e simulação de situações-problema, é possível analisar o comportamento de um sistema ao longo do tempo e catalisar a compreensão da situação-problema. (FORRESTER, 1961).

Este trabalho é dividido nas seguintes seções: esta introdução, que apresenta o problema; a seção 2, que descreve a metodologia de Dinâmica de Sistemas; a seção 3, que discorre acerca do estudo de caso, caracterizando os aspectos sistêmicos do projeto Energia Solidária; a seção 4 aponta os resultados e discussões, evidenciando-se o diagrama de estoque e fluxo gerado no software Stella e por fim seguem as conclusões e as referências.

2 DINÂMICA DE SISTEMAS

De um modo geral, temos dificuldade em analisar uma situação-problema de forma holística. Devido a este fato, muitas vezes visualizamos um sistema de forma fragmentada, considerando somente as variáveis que estão ao nosso alcance e desconsiderando a estrutura que rege as interações com outras variáveis. Questões como a não proporcionalidade entre as variáveis, defasagem de tempo entre causa e efeito, não linearidade e complexidade dinâmica contribuem para que os tomadores de decisão simplifiquem suas análises e, conseqüentemente, tomem decisões equivocadas. (O'CONNOR & MCDERMOTT, 2007).

Temos dificuldade em relatar nossos modelos mentais de modo compreensível e íntegro. Além disso, segundo Meadows et al. (1972), tais modelos mentais criados por nossas percepções são meras simplificações da realidade de onde foram abstraídas. Isto ocorre porque o cérebro humano é capaz de acompanhar apenas parte das variáveis e interações que compõem o mundo real. Senge (1999) afirma que a abordagem sistêmica se mostra adequada para cobrir estas lacunas e analisar as situações

complexas do ambiente em que estamos inseridos.

De acordo com O'Connor & McDermott (2007), o pensamento sistêmico considera todas as partes, e suas ligações, estudando o todo para compreender as partes. Um sistema é formado de diversas partes agindo como uma única entidade. Este pode ser composto por muitos sistemas menores ou fazer parte de um sistema mais amplo.

A metodologia de Dinâmica de Sistemas constitui-se em uma ferramenta de modelagem e simulação que contempla as questões sistêmicas. Em um ambiente computacional, capta-se o conhecimento de um especialista em um modelo e, a partir deste, são gerados cenários que auxiliam o processo de tomada de decisão. Tal metodologia foi criada por Jay Forrester na década de 1950. Por meio de diagramas de estoque e fluxo e equações diferenciais, tal abordagem gera um alicerce para análise e compreensão de fenômenos sistêmicos, relacionando a estrutura de um sistema com o seu comportamento. Sua origem remonta a estudos realizados sobre a tomada de decisões relativas a inventário e recrutamento de pessoal para a General Electric, na década de 1950. (FORRESTER, 1961).

Fernandes (2001) explica que a aplicabilidade desta metodologia se situa muito mais na

explicitação do pensamento que temos sobre a realidade do que na obtenção de respostas numéricas para problemas bem estruturados. Tal fato posiciona a Dinâmica de Sistemas como importante agente no processo de produção de *insights* e na prática da aprendizagem organizacional.

Segundo Schwartz (2006), os cenários gerados pelos simuladores não realizam previsões, mas ajudam as pessoas a aprender. O propósito dos cenários é auxiliar as pessoas a mudar a visão da realidade, para combiná-la mais intimamente com a realidade como ela é, e como ela será. Eles fazem com que os tomadores de decisão repensem e questionem suas suposições sobre a forma como o mundo funciona.

2.1 COMPONENTES DO MODELO

Na Dinâmica de Sistemas o processo de modelagem ocorre através da estruturação de ícones pertencentes à simbologia própria. Utilizando-se a abordagem de orientação a objetos, cada ícone, de acordo com sua função, encapsula uma relação matemática. Além disso, são geradas as equações diferenciais do modelo. A representação de tais ícones e sua descrição são relatadas abaixo (DEATON & WINEBRAKE, 2000).

Figura 1 - Ícones do modelo.

Fonte: Software Stella (2016).

Conforme apresentado na Figura 1, os Estoques são variáveis de estado e podem ser considerados como repositórios onde entidades são armazenadas, acumuladas e potencialmente passadas para outros componentes do sistema. Eles fornecem uma visão de como está o sistema em qualquer instante do tempo. No *software Stella*, os estoques podem também exercer a função das estruturas de fila, esteira rolante e forno.

Fluxos: são variáveis de ação, e podem alterar os estoques, elevando ou reduzindo seu volume.

3 ESTUDO DE CASO

O estado de Mato Grosso, localizado na região centro-oeste do Brasil, tem sua economia voltada para o agronegócio. Culturas como soja, milho, algodão, girassol, bem como avicultura, suinocultura e pecuária são atividades bem estruturadas na região. No estado, há 141 municípios que abrigam 3,2 milhões de habitantes (IBGE, 2016).

Em relação ao projeto estudado neste artigo, a redução do consumo de energia é orquestrada pela concessionária de energia elétrica do estado. Neste sistema, o consumidor efetua a troca do seu eletrodoméstico (geladeira, freezer ou ar-condicionado) com bônus de 50% de desconto. Tal desconto é subsidiado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). O mecanismo que rege tal projeto segue a seguinte estrutura:

O consumidor pode trocar um refrigerador, ou freezer ou ar condicionado com mais de cinco anos de uso por um aparelho equivalente novo.

É possível trocar somente um aparelho por CPF.

Auxiliares: servem para formular os dados para definir as equações dos fluxos. Eles servem para combinar, através de operações algébricas, os fluxos, estoques e outros auxiliares. São usados para modelar as informações, e não o fluxo físico, sendo capazes de se alterar instantaneamente, sem atrasos.

Conectores: representam as inter-relações entre os componentes do modelo, com o objetivo de formar expressões matemáticas com tais elementos.

No ato da transação o cliente também pode permutar quatro lâmpadas incandescentes ou fluorescentes por equivalentes do tipo LED.

Tanto o aparelho antigo como as lâmpadas devem estar funcionando. Eles serão encaminhados para descarte ou reciclagem.

O cliente deve contribuir com R\$50,00 que serão destinados a entidades sociais.

Estes cinco pontos impactam de forma sistêmica em diversas esferas, nos âmbitos social, econômico e ambiental.

Em relação ao domínio social, tal projeto dinamiza o comércio varejista e o setor industrial da linha branca, o que resulta em geração de emprego e renda a população.

Na esfera econômica, esta ação acaba por redirecionar recursos financeiros da população, que antes eram despendidos nas tarifas de energia elétrica, para outras finalidades, impulsionando outros setores da economia.

Por fim, o campo ambiental é beneficiado pela redução do consumo de energia elétrica.

A seguir é apresentado o diagrama de estoque e fluxo, feito no *software Stella*.

Figura 2: Diagrama de estoque e fluxo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

No modelo proposto, há um subsistema composto pelo estoque de aparelhos antigos que são trocados por aparelhos novos (hachurado em vermelho). Tal subsistema rege todas as outras variáveis do hólus. Cabe ressaltar que na análise em questão, a quantidade de aparelhos não se altera. Há apenas a substituição de um eletrodoméstico antigo por outro novo. No caso, o fluxo denominado troca representa a quantidade de aparelhos adquiridos mensalmente pelos consumidores que participam do projeto.

Esta variável influencia na arrecadação de R\$50,00 por produto adquirido, que são destinados a instituições sociais (subsistema em verde). Além disso, as trocas dinamizam positivamente os setores varejista, industrial e o mercado de logística reversa, gerando emprego e renda. Os estoques de aparelhos novos e aparelhos antigos atuam como vetores no subsistema de consumo de energia (representado em preto).

De acordo com o modelo, antes da implantação do projeto Energia Solidária, todos os eletrodomésticos da população estavam na condição de Aparelhos antigos. Neste cenário, o **Total de Energia Consumido** é alimentado pela derivada (taxa de variação) **fluxo consumo**. Este fluxo é alimentado pela quantidade de **aparelhos antigos**, os quais possuem uma determinada **taxa de consumo mensal antigos**. De modo análogo, o **Total de**

Energia Consumido também é alimentado pelo **Fluxo Consumo 1**.

Este fluxo representa a quantidade de Kwatt consumido pelos **aparelhos novos**. Tais aparelhos, por sua vez, têm uma **taxa de consumo mensal novos** que é menor que a **taxa de consumo mensal antigos**. À medida que os eletrodomésticos vão sendo substituídos, os estoques de **Aparelhos Novos** vai se tornando dominante sobre o estoque de **Aparelhos Antigos**. Da mesma forma, o acréscimo do estoque de **Total de Energia Consumido** será constituído predominantemente pelo **Fluxo Consumo 1**, que tem uma derivada menor que o **Fluxo Consumo**.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia de Dinâmica de Sistemas constitui-se em um alicerce útil para visualizar sistemas complexos. A apresentação da situação-problema na forma de diagramas de estoque e fluxo fornece um meio eficaz de análise e estudo da questão envolvida. Deste modo, o Projeto Energia Solidária utilizou-se deste ferramental para ilustrar as relações sistêmicas e contra intuitivas presentes no sistema, evidenciando-se os impactos ecoados nas diversas esferas da sociedade. Em 2016 já foram realizadas 15.000 trocas de eletrodomésticos neste projeto em Mato Grosso. Em um estado em que o uso de

aparelhos condicionadores de ar é uma necessidade latente, programas desta natureza são importantes para reduzir o consumo de energia elétrica e consequentemente contribui para a

preservação do meio ambiente, seja reduzindo-se a taxa de emissão de gases de efeito estufa ou reduzindo-se a demanda por energia elétrica.

REFERÊNCIAS

- [1]. DEATON, M. L.; WINEBRAKE, J. J. *Dynamic Modelling of Environmental Systems*. Springer Verlag, 1999.
- [2]. FERNANDES, A. C. *Dinâmica de Sistemas e Business Dynamics: Tratando a complexidade no ambiente de negócios*. 2001 Disponível em: <<http://biblioteca.gpi.ufrj.br/jspui/bitstream/1/25/1/Fernandes%20%20Business%20Dynamics%20-%20XXI%20ENEGEP%20-%202001.pdf>> . Acesso em 10 de fevereiro de 2012.
- [3]. FORRESTER, J. W. *Industrial Dynamics*. The MIT Press, 1961.
- [4]. MEADOWS, D.L.; MEADOWS, D.H.; RANDRES, J.; BEHRENS III, W. W. *Limites ao Crescimento*. Editora Perspectiva, 1972.
- [5]. O'CONNOR, J. ; MCDERNOTT, I. *Além da Lógica: utilizando sistemas para a criatividade e a resolução de problemas*. São Paulo: Summus Editorial, 2007.
- [6]. SCHWARTZ, Peter. *A arte da visão de longo prazo: Planejando o futuro em um mundo de incertezas*. Rio de Janeiro: Editora Best Seller, 2006.
- [7]. SENGE, Peter. *A quinta disciplina*. 10. ed. São Paulo: Editora Best Seller, 1999.

Capítulo 5

SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO APLICADA À ANÁLISE DE RISCO FINANCEIRO: REVISÃO TEÓRICO-CONCEITUAL

Rafael Vaz Dias

Stella Jacyszyn Bachega

Resumo: A simulação de Monte Carlo aplicada a análise de riscos financeiros propicia a quantificação das incertezas que podem afetar a viabilidade de empreendimentos financeiros. As informações fornecidas por esse método são utilizadas nos processos de tomada de decisão e de mitigação dos riscos inerentes a cada atividade financeira. O objetivo deste trabalho é identificar artigos de análise de risco financeiro em periódicos internacionais que se referem a quantificação de riscos por meio da simulação de Monte Carlo, no horizonte de 2000 a 2016. Para tanto, utilizou-se o procedimento de pesquisa teórico-conceitual e a análise de conteúdo como método de análise de dados. Dentre os resultados provenientes desta pesquisa, notou-se, principalmente, o direcionamento de aplicação da técnica de análise de riscos a projetos de investimentos em energias renováveis.

Palavras-chave: Análise de risco financeiro; Avaliação de investimentos; Simulação de Monte Carlo

1. INTRODUÇÃO

O Conselho da União Europeia, no que se refere ao regulamento 1083/2006, art. 40, dispõe sobre as exigências de grandes projetos financiados pela União Europeia. Dentre estas exigências, um dos requisitos da avaliação de investimentos é a inclusão da análise de risco (THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, 2006). As técnicas aplicadas na análise de risco como ferramenta de análise de investimentos podem ajudar os gestores a detectar riscos antecipadamente, tomar medidas adequadas para mitigar possíveis incertezas e corroborar no processo de tomada de decisão de investimento de capital (KOU; PENG; WANG, 2014). Tais características permitem aos gestores lidarem com as situações difíceis que invariavelmente ocorrem durante os projetos, e, por isso, a análise de risco vem se tornando cada vez mais importante (KWAK; INGALL, 2007).

No contexto da avaliação de investimento, risco é definido como a mensuração das incertezas relacionadas as variáveis de entrada envolvidas no projeto (TAYLOR; WAMUZIRI; SMITH, 2000). Os modelos tradicionais de avaliação de investimento não incorporam as incertezas relacionadas a essas variáveis, de modo que essa falha tem sido objeto de alguns estudos formais, segundo aponta Buratto (2005). Esses estudos sugerem a utilização de ferramentas estocásticas complementares para a avaliação dos riscos inerentes ao modelo de avaliação de investimentos (OLIVEIRA; NETO, 2012).

Dentre as ferramentas estocásticas utilizadas na análise de riscos, a Simulação de Monte Carlo é uma das mais amplamente utilizadas (WANG; 2012). Este método considera a incerteza no comportamento das variáveis independentes por meio de funções de distribuição de probabilidades aplicadas a um modelo matemático. Como resultado, este modelo fornece as distribuições de probabilidade para variáveis dependentes, que, por sua vez, estabelecem a probabilidade de ocorrência de determinado evento (PEREIRA et al., 2014).

Com base no exposto acima, surge a seguinte questão de pesquisa: O que é conhecido a partir dos resultados de pesquisas científicas publicadas em bases de dados internacionais entre os anos 2000 e 2016, sobre aplicações práticas de análise de risco financeiro?

Portanto, este trabalho tem por objetivo identificar artigos de análise de risco financeiro em periódicos internacionais que se referem a quantificação de riscos por meio da Simulação de Monte Carlo, no horizonte de 2000 a 2016.

Alguns estudos que abordam a temática estocástica para a avaliação do risco foram publicados recentemente, como Junkes, Tereso e Afonso (2015), Merková e Drábek (2015), Planton e Constantinescu (2014), Liu et al. (2017). Entretanto, Dziadisz e Rejment (2015) afirmam que o número de artigos que elaboram uma metodologia de quantificação do risco e procedimentos para a adoção de ações apropriadas é relativamente pequeno quando comparado aos artigos que envolvem outras abordagens sobre o tema. Logo, o presente trabalho se justifica não somente pela relevância do tema, mas também pela pequena cobertura literária dada a este tema em específico.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

ANÁLISE DE RISCO

A gestão de riscos financeiros aplica uma abordagem sistemática e lógica às incertezas relacionadas a operações, reputação, crédito, liquidez/solvência, portfólios de aplicações financeiras, mercados financeiros (TARANTINO; CERNAUSKAS, 2010). Essa abordagem visa a implementação de procedimentos para identificação, mensuração e gerenciamento de riscos financeiros (JORION, 2006), com a finalidade de mitigar e minimizar os impactos provenientes de fatores de riscos. Uma organização que é completamente omissa aos riscos não estimula os investidores e pode ser condenada ao fracasso (TARANTINO; CERNAUSKAS, 2010).

A volatilidade dos resultados é influenciada, direta ou indiretamente, por inúmeras variáveis, denominadas fatores de risco (CROUHY; GALAI; MARK, 2014), que tem diversas origens, tais como inflação, mudança nas políticas governamentais, fenômenos naturais e inovações tecnológicas (JORION, 2006). Logo, a identificação e classificação dos diversos fatores de risco que afetam o rendimento dos empreendimentos financeiros é extremamente importante, pois cada classe exige um conjunto diferente de ferramentas de gerenciamento de riscos (TARANTINO; CERNAUSKAS, 2010).

A classificação dos riscos geralmente adotada pelas organizações é a do setor bancário global, que divide o risco em três categorias principais (CROUHY; GALAI; MARK, 2014): o risco de mercado, que trata de perdas financeiras decorrentes da flutuabilidade dos fatores de risco de mercado; o risco de crédito, que se refere à possibilidade do tomador ou contraparte deixarem de cumprir suas obrigações financeiras nos termos estabelecidos; e o risco operacional, que aborda a possibilidade de falha em processos, sistemas ou pessoas, ou de eventos externos impactarem negativamente a organização (OLSON; WU, 2015).

Cada uma dessas categorias de risco abrange uma série de riscos individuais, que devem ser mensurados por meio de ferramentas analíticas próprias para cada classe. Em especial, na análise de riscos de mercado, modelos baseados na volatilidade dos fatores de risco têm sido aplicados para a mensuração e gerenciamento dentro das organizações. Dentre esses modelos, o *Value-at-Risk* se tornou a prática padrão para a mensuração de risco de mercado (OLSON; WU, 2015).

2.2 SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

A técnica da simulação compreende a elaboração de um modelo similar a realidade, o qual será replicado diversas vezes, avaliando-se então seus resultados para que ele possa ser mais bem assimilado, manipulado e controlado (MOREIRA, 2011).

Uma classe de algoritmos de simulação que servem de ferramenta para a elaboração do modelo, é denominada Simulação de Monte Carlo (CHOI; KANG, 2013). A Simulação de Monte Carlo, no contexto da análise de risco de mercado, consiste em simular repetidamente os processos aleatórios que governam os preços e as taxas de mercado. Cada simulação gera um valor possível para os resultados da simulação, como, por exemplo, indicadores financeiros. Se gerarmos um número suficiente desses cenários, a distribuição simulada dos valores desses resultados convergirá para a distribuição verdadeira, embora desconhecida. O *Value-at-Risk* pode ser facilmente deduzido a partir dessa distribuição de probabilidades, como exposto

anteriormente (CROUHY; GALAI; MARK, 2014).

No contexto da análise de risco financeiro, a análise por meio da Simulação de Monte Carlo segue os seguintes passos (ANDRADE, 2009): i) identificar as variáveis que podem influenciar nos resultados financeiros; ii) associar distribuições de probabilidades às variáveis escolhidas; iii) aplicar a Simulação de Monte Carlo para gerar distribuições de probabilidades das variáveis de saída; iv) analisar a distribuição de probabilidades de saída, que resulta de todos os experimentos realizados; v) partir dessa distribuição, calcular o *Value-at-Risk* da distribuição de probabilidades de saída e interpretar os resultados.

3. METODOLOGIA

A abordagem de pesquisa empregada neste trabalho foi a qualitativa. Segundo Van Maanen (1979), a pesquisa qualitativa comporta um conjunto de técnicas de interpretação que buscam a compreensão das variáveis de determinado fenômeno. Apesar de se tratar de uma abordagem qualitativa, este conjunto de técnicas, necessariamente, não exime a quantificação de variáveis. Conforme Bryman (1989), as características desse tipo de abordagem são: ênfase na interpretação subjetiva; delineamento do contexto do ambiente da pesquisa; abordagem não muito estruturada; várias fontes de evidências; importância da concepção da realidade organizacional; proximidade com o fenômeno estudado. Como o objetivo do presente trabalho se volta a identificação e análise de publicações científicas, a abordagem qualitativa se justifica, uma vez que, conforme Bryman (1989), este tipo de abordagem se dedica, basicamente, em interpretar o ambiente em que a problemática acontece.

O procedimento de pesquisa adotado neste trabalho foi o teórico-conceitual. Este procedimento trata de discussões conceituais a partir da literatura, revisões bibliográficas e modelagens conceituais (BERTO; NAKANO, 2000). O objetivo deste tipo de pesquisa é recolher informações ou conhecimentos prévios sobre a temática do estudo em questão (GERHARDT; SILVEIRA, 1999).

A coleta de dados se estendeu por sete meses, e os instrumentos de pesquisa utilizados foram as bases de dados de

publicações científicas Science Direct, Springer e Engineering Village, abrangendo um horizonte temporal de publicação de 2000 a 2016. Através da leitura flutuante, da consulta às referências bibliográficas das próprias publicações e por meio de palavras-chave utilizadas para a busca nas plataformas, foram selecionados uma série de referências no tema pesquisado. As palavras-chave utilizadas na busca foram: *financial risk*, *financial risk analysis*, *investment appraisal*, *investment appraisal*, *investment decision making*, *investment risk*, *investment risk analysis*, *investment risk analysis*, *monte carlo method*, *monte carlo simulation*, *risk analysis*, *risk analysis in finance*, *risk assessment*, *risk management*, *risk management*, *risk of investment* e *uncertainty*.

O método utilizado na análise de dados qualitativos por meio do procedimento de pesquisa teórico-conceitual foi a análise de conteúdo. Segundo Bardin (2006), este método abrange um conjunto de técnicas de análise de informações com o objetivo de compreender criticamente o sentido e as significações explícitas e ocultas dos dados analisados. Para isso, o processo de análise de dados é hierarquizado em três etapas, a pré-análise, exploração do material e tratamento dos dados.

Na pré-análise houve a organização do material a ser analisado com o objetivo de torná-lo operacional, sistematizando as ideias iniciais. A segunda fase da análise de conteúdo, que trata da exploração do

material, consistiu na definição de categorias e identificação das unidades de registro, realizadas com base na aplicação real ou hipotética de softwares de simulação e na utilização da Simulação de Monte Carlo relacionada à análise de decisão de investimentos.

A terceira fase diz respeito ao tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Nessa fase, os principais aspectos das publicações científicas foram discriminados e tabulados. Posteriormente, tais informações foram quantificadas, permitindo, deste modo, a identificação de padrões e possíveis correlações que apontassem algum direcionamento para a análise crítica e reflexiva.

4. RESULTADOS

Foram selecionados treze artigos que utilizam a Simulação de Monte Carlo aplicada a quantificação de riscos financeiros em casos reais ou hipotéticos, no horizonte de dezesseis anos. Foram excluídos os artigos não publicados em base de dados internacionais, devido ao escopo desta pesquisa, e artigos que não tratavam de aplicações da técnica estudada.

O Quadro 1, que lista tais artigos em ordem cronológica, apresenta: a coluna ID, que vale de referência para a identificação dos artigos expostos neste trabalho, o título do trabalho, o instrumento de veiculação e o ano de publicação.

Quadro 1 - Título, publicação e ano dos artigos.

ID	Artigo	Publicação	Ano
1	Investment Risk Analysis in Airport Parking Facility Development.	Journal of Construction Engineering and Management	2000
2	NPV-at-Risk Method in Infrastructure Project Investment Evaluation.	Journal of Construction Engineering and Management	2000
3	Risk analysis in Investment Appraisal Based on the Monte Carlo Simulation Technique.	The European Physical Journal	2001
4	Stochastic Analysis as a Risk-Assessment Technique in Mineral Projects Evaluation.	Risk Analysis III	2002
5	Risk Analysis Methodologies for Financial Evaluation of Wind Energy Power Generation Projects in the Brazilian System.	International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems	2004
6	Application of Financial Risk Analysis for Project Evaluation at a Large Coal Mine.	Coal Operators' Conference	2008
7	Application of Risk Analysis in Business Investment.	Drvna Industrija	2013
8	The Investment Risk Analysis of Wind Power Project in China.	Renewable Energy	2013
9	A Risk Analysis of Small-Hydro Power (SHP) Plants Investments.	International Journal of Sustainable Energy Planning and Management	2014
10	Methodology of Risk Analysis by Monte Carlo Method Applied to Power Generation with Renewable Energy.	Renewable Energy	2014
11	Monte Carlo Method in Risk Analysis for Investment Projects.	Procedia Economics and Finance	2014
12	Economic Risk Analysis of Decentralized Renewable Energy Infrastructures - A Monte Carlo Simulation Approach.	Renewable Energy	2015
13	Improving Risk Assessment in Financial Feasibility of International Engineering Projects - A Risk Driver Perspective.	International Journal of Project Management	2016

Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 1 traz o gráfico de frequência dos artigos citados no Quadro 1. Nota-se que em

2014 houve a maior frequência de publicações no tema verificado (três artigos).

Figura 1 - Distribuição de frequências da publicação dos artigos.

Fonte: Dados da pesquisa

A análise de risco quantitativa probabilística tem sido aplicada com sucesso nas mais variadas situações, entretanto, não conseguiu identificar riscos de eventos conhecidos como Black Swans, que são eventos financeiros raros e catastróficos como, por exemplo, a crise financeira global de 2008 (TARANTINO; CERNAUSKAS, 2010). Devido a isso, especialistas financeiros, tais como Triana (2009), fazem críticas quanto a efetividade dos métodos financeiros quantitativos probabilísticos.

Apesar das críticas, segundo Croft (2011), o método ainda tem sido amplamente utilizado nas indústrias e como norma regulamentadora de mensuração de risco financeiro. Tal fato pode ser evidenciado pelo gráfico de frequência dos artigos abordados na revisão teórico-conceitual deste trabalho, especialmente em relação aos últimos anos,

haja vista o acúmulo de aproximadamente 54% das publicações nesse período. Ainda segundo Croft (2011), por meio das crises financeiras ficou mais evidente que os métodos de análise de risco quantitativa probabilística não são a cura para todos os problemas de risco financeiro e que esta técnica deve ser utilizada como suplemento a outras diversas informações, para que seja dado um entendimento mais completo do risco financeiro.

O Quadro 2 apresenta mais informações dos artigos mencionados no quadro anterior. Neste quadro constam as seguintes informações: autores dos artigos, universidades dos autores, país, aplicação real ou hipotética dos dados, setor financeiro da aplicação e o simulador utilizado.

Quadro 2 - Autores, universidade, país, aplicação, setor da aplicação e simulador dos artigos.

ID	Autores	Universidade	País	Aplicação	Setor da aplicação	Simulador
1	JAVID, M.; SENEVIRATNE, P. N.	Utah State University	Estados Unidos	Real	Infraestrutura de estacionament o de aeroporto	@Risk
2	TIONG, R. L. K.; YE, S.	Nanyang Technological University	Singapura	Hipotética	Energia	Não cita
3	HACURA, A.; HACURA, M. J.; KOCOT, A.	Silesian University	Polônia	Hipotética	Indústria	Excel
4	SALUGA, P.; KICKI, J.	Polish Academy of Sciences	Polônia	Real	Mineração	@Risk
5	LEGEY, L. F. L.; MELO, A. C. G.; SALLES, A. C. N.	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Brasil	Hipotético	Energia Eólica	ANAFIN
6	AZIZ, N.; SERESHKI, F.; ZARE, M.	Shahrood University of Technology; University of Wollongong	Iran; Austrália	Real	Mineração	@Risk
7	DRÁBEK, J.; JELACIC, D.; MERKOVÁ, M.	Technical University in Zvolen; University of Zagreb	Eslováquia; Croácia	Real	Processament o de madeira e manufatura de móveis	Crystal Ball
8	LI, C.; LU, G.; WU, S.	North China Electric Power University	China	Real	Energia eólica	Não cita
9	CUNHA, J.; FERREIRA, P.	University of Minho	Portugal	Real	Hidroelétrico	@Risk
10	GALHARDO, M. A. B.; MACÊDO, W. N.; PEREIRA, E. J. S.; PINHO, J. T.	Universidade Federal do Pará	Brasil	Real	Energia Solar	Excel e Reno
11	PLATON, V. CONSTANTINES CU, A.	Romanian Academy of Sciences	România	Hipotética	Projetos de resíduos sólidos	Excel
12	ARNOLD, U.; YILDIZ, O.	Universitat Weimar; Technische Universitat Berlin	Alemanha	Real	Bioenergia	Desenvol vido pelo autor
13	JIN, F.; LIU, J.; SKITMORE, M.; XIE, Q.	Tianjin University; Queensland University of Technology	China; Austrália	Real	Petroquímico	@Risk

Fonte: Dados da pesquisa.

A distribuição dos países de origem das pesquisas é relativamente uniforme, com destaque para Austrália, Brasil, China e Polônia, que publicaram dois artigos cada no horizonte de pesquisa citado anteriormente. Quanto a aplicação real ou hipotética dos dados, observa-se que 70% das aplicações são voltadas a dados reais. Em relação ao setor de aplicação das pesquisas, observa-se que 53% das mesmas estão voltadas ao setor de energia. Dentro do setor de energia também se nota que 71% dos artigos estão voltados a energia renovável. Por fim, percebe-se que simulador mais utilizado é o @Risk, que corresponde a aproximadamente 40% das aplicações, sendo que todas elas são voltadas a aplicação real de dados.

Dentre as publicações utilizadas nesta pesquisa, uma parcela significativa das aplicações é voltada ao setor de energia, especialmente o setor de energia renovável. Notadamente, os países que desenvolveram estudos nesse sentido estão entre os países que mais investem em energia renovável segundo o ranking da EY (2016), com destaque para China, Alemanha e Brasil, que estão entre os dez mais bem colocados. Esse fato corrobora o posicionamento global de investimentos em energias renováveis, uma vez que a avaliação e a gestão de risco financeiro são pré-requisitos cruciais para a viabilidade financeira de projetos de energia renovável, a fim de torná-la uma atividade financeira competitiva em relação as fontes de energia convencionais.

Outra evidência da notoriedade da utilização de aspectos relacionados a quantificação de incertezas relacionadas ao setor de energia renovável é a utilização do software ANAFIN (Programa para Análise Financeira de Projetos Elétricos), abordado no artigo ID-05, desenvolvido pela Cepel (Centro de Pesquisas de Energia Elétrica), voltado à análise da viabilidade econômico-financeira de projetos de geração e transmissão de energia elétrica, em particular hidráulica, eólica e biomassa, que permitem o emprego da Simulação de Monte Carlo.

Outro aspecto relevante observado nas publicações que foram alvo deste trabalho foi a considerável utilização do software @Risk comparado aos demais softwares. Além disso, todas as aplicações que utilizaram o @Risk empregaram dados reais. Tal fato pode indicar a preferência pela utilização de tal software para a realização das análises de risco por atividades empresariais.

O Quadro 3 apresenta os fatores de risco considerados nos artigos que foram objeto deste trabalho. Estes fatores são as variáveis aleatórias, fontes de incerteza, consideradas no modelo estocástico, o qual é submetido a Simulação de Monte Carlo. Observa-se, por exemplo, que o artigo ID – 6, o qual trata de um projeto de investimento no setor da mineração, que as variáveis aleatórias que geram incerteza financeira e que são utilizadas no modelo matemático são o preço de venda do carvão e a taxa de juros assumida.

Quadro 3 – Fatores de risco considerados nos artigos

ID	Fatores de Risco
1	Demanda pelo estacionamento; Tempo de estacionamento; Custos de estacionamento; Relação de custo operacional para a receita; Relação de custo de manutenção para o custo de capital; Taxa de juros; Taxa de desconto; Relação dívida/capital próprio; Custo do projeto.
2	Tempo de conclusão; Custo de construção; Demanda de mercado; Custos de manutenção e operação; Inflação; Taxa de câmbio; Taxa de juros.
3	Vendas; Custos variáveis; Custos fixos; Depreciação; Imposto
4	Teor de Zinco; Custos de operação; Teor de Chumbo; Volume de reservas de minério; Rendimento; Taxa de câmbio do dólar; Preço do Zinco; Preço do Chumbo; Preço da Dolomita; Produção blindada; Análise do Zinco blindado; Produção de Galena; Análise de Chumbo na Galena.
5	Capacidade instalada; Fator capacidade; Energia contratada; Taxa de câmbio; Custo de instalação; Taxa de juros; Custos operacionais; Custos operacionais; Preço de venda.
6	Preço do carvão; Taxa de juros.
7	Preço de venda; Volume de produção; Custos com material; Custo com mão de obra.
8	Investimento no período de construção; Custo no período de operação; Fatores ligados a geração de energia.
9	Preço de venda; Volume de produção; Custos de material.
10	Taxa de juros; Preço de venda; Custos gerais.
11	Valor do projeto; Duração do projeto.
12	Financiamento; Investimento; Vendas; Receita; Combustível; Custos operacionais; Impostos; Parâmetros dinâmicos de preço.
13	Vendas; Preço do óleo cru; Fornecimento de materiais; Preço do óleo e gás natural; Carregamento da produção; Custos; Atraso na programação; Taxa de câmbio; Taxa de juros; Despesas de capital.

Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 2 ilustra os principais pontos observados durante a análise dos artigos. Dentre os pontos estão os problemas com os dados de entrada, as saídas, os softwares, os países dos artigos e os fatores de risco,

sendo que, para este somente foram considerados os relacionados as aplicações reais, devido a contribuição prática dos mesmos.

Figura 2 - Mapa mental da quantificação de riscos via Simulação de Monte Carlo.

Fonte: Dados da pesquisa.

Em geral, o método de quantificação de riscos via Simulação de Monte Carlo segue o mesmo roteiro para cada artigo, com exceções quanto as especificidades de cada setor de aplicação. Em alguns casos, os autores relatam a dificuldade com relação a entrada de dados, pois os mesmos, em algumas situações são escassos; enquanto que em outros, a análise de sensibilidade é utilizada para a identificação das variáveis que mais afetam o NPV (*Net Present Value*), para que as mesmas possam ser utilizadas no processo de quantificação de riscos. Quanto ao indicador de investimento utilizado na saída de dados da simulação, nota-se que o NPV é o mais utilizado, valendo-se de ferramenta para a tomada de decisão e gerenciamento dos riscos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, a revisão teórico-conceitual envolveu a identificação e a análise de artigos internacionais publicados no período de 2000 até 2016, relacionados a análise de risco financeiro que utilizam a Simulação de Monte Carlo para a quantificação das incertezas, por meio de dados reais ou hipotéticos. Por meio de bases de dados de publicações científicas, foram identificadas diversas publicações, das quais foram selecionadas treze que envolveram a aplicação da metodologia de Monte Carlo aplicada a análise de risco financeiro. Os dados fornecidos por estas publicações foram analisados qualitativamente, gerando resultados que serviram de base para a inferência e interpretação das informações.

Foi observada uma tendência para aplicação da técnica em análise de risco de investimentos em energia renovável, devido, possivelmente, a tentativa de torná-la competitiva em relação as demais fontes de energia não renováveis, haja vista o posicionamento global de investimento em projetos sustentáveis. Além disso, quanto à utilização dos softwares, notou-se que o @Risk foi o mais utilizado nos artigos mencionados neste trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1]. ANDRADE, E. L. Introdução à Pesquisa Operacional. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- [2]. ARNOLD, U.; YILDIZ, O. Economic Risk Analysis of Decentralized Renewable Energy Infrastructures: A Monte Carlo Simulation Approach. *Renewable Energy*, v. 77, p. 227-239, 2015.
- [3]. AZIZ, N.; SERESHKI, F.; ZARE, M. Application of Financial Risk Analysis for Project Evaluation at a Large Coal Mine. *Coal Operators' Conference*, 2008.
- [4]. BARDIN, L. Análise de conteúdo. 70 ed. Lisboa, 2006.
- [5]. BERTO, R.M.V.S.; NAKANO, D.N. A produção científica nos anais do Encontro nacional de Engenharia de Produção: um levantamento de métodos e tipos de pesquisa. *Produção*, v. 9, n. 2, 2000.
- [6]. BRYMAN, A. Research methods and organization studies. Londres: Unwin Hyman, 1989.
- [7]. BURATTO, M. V. Quantificação, Construção e Avaliação de um Modelo de Monte Carlo para Analisar a Capacidade de Pagamento das Empresas em Financiamentos de Longo Prazo. Porto Alegre, 2005.
- [8]. CHOI, B. K.; KANG, D. Modeling and Simulation of Discrete Event Systems. Wiley, 2013.
- [9]. CROFT, J. Value at risk: The danger of relying too much on only one tool. *Financial Times*. March. 21, 2011. Disponível em: <www.ft.com>. Acesso em 24 de fev. 2017.
- [10]. CROUHY, M.; GALAI, D.; MARK, R. The Essentials of Risk Management. 2 ed. McGraw Hill, 2014.
- [11]. CUNHA, J.; FERREIRA, P. A Risk Analysis of Small-Hydro Power (SHP) Plants Investments. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, vol. 2, 2014.
- [12]. DZIADISZ, A.; REJMENT, M. Risk Analysis in Construction Project: Chosen Methods. *Procedia Engineering*, v. 122, p. 258 – 265, 2015.
- [13]. DRÁBEK, J.; JELACIC, D.; MERKOVÁ, M. Application of Risk Analysis in Business Investment. *Drvna Industrija*, 2013.
- [14]. EY. Renewable Energy Country Attractiveness Index (RECAI), Ernst & Young, v. 48, October 2016.
- [15]. GALHARDO, M. A. B.; MACÊDO, W. N.; PEREIRA, E. J. S.; PINHO, J. T. Methodology of Risk Analysis by Monte Carlo Method Applied to Power Generation with Renewable Energy. *Renewable Energy*, v. 69, p. 347-355, 2014.
- [16]. GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. Métodos de pesquisa. Editora da UFRGS, 2009.
- [17]. HACURA, A.; HACURA, M. J.; KOCOT, A. Risk analysis in Investment Appraisal Based on the Monte Carlo Simulation Technique. *The European Physical Journal*, v. 20, p. 551-553, 2001.
- [18]. JAVID, M.; SENEVIRATNE, P. N. Investment Risk Analysis in Airport Parking Facility Development. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 126, n. 4, paper 21432, 2000.
- [19]. JIN, F.; LIU, J.; SKITMORE, M.; XIE, Q. Improving Risk Assessment in Financial Feasibility of International Engineering Projects: A Risk Driver Perspective. *International Journal of Project Management*, v. 35, p. 204-211, 2016.
- [20]. JORION, P. Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk. 3 ed. McGraw Hill, 2006.
- [21]. KOU, G.; PENG, Y.; WANG, G. Evaluation of Clustering Algorithms for Financial Risk Analysis Using MCDM Methods. *Information Sciences*, 2014.
- [22]. JUNKES, M. B.; TERESO, A. P.; AFONSO, S. L. P. P. The Importance of Risk Assessment in the Context of Investment Project Management: a Case Study. *Procedia Computer Science*, v. 64, p. 902 – 910, 2015.
- [23]. KWAK, Y. H.; INGALL, L. Exploring Monte Carlo Simulation Applications for Project Management. *Risk Management*, v. 9, p. 44-57, 2007.
- [24]. LEGEY, L. F. L.; MELO, A. C. G.; SALLES, A. C. N. Risk Analysis Methodologies for Financial Evaluation of Wind Energy Power Generation Projects in the Brazilian System. *International*

Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems, 2004.

[25]. LI, C.; LU, G.; WU, S. The Investment Risk Analysis of Wind Power Project in China. *Renewable Energy*, v. 50, 481-487, 2013.

[26]. LIU, J.; JIN, F.; XIE, Q.; SKITMORE, M. Improving Risk Assessment in Financial Feasibility of International Engineering Projects: A Risk Driver Perspective. *International Journal of Project Management*, v. 35, p. 204-211, 2017.

[27]. MERKOVÁ, M.; DRÁBEK, J. Use of Risk Analysis in Investment Measurement and Management. *Procedia Economics and Finance*, v. 34, p. 656 – 662, 2015.

[28]. MOREIRA, D. A. *Pesquisa Operacional: Um Curso Introdutório*. 2 ed. Cengage Learning, 2011.

[29]. OLIVEIRA, M. R. G.; NETO, L. B. M. Simulação de Monte Carlo e Valuation: uma Abordagem Estocástica. *REGE, São Paulo*, v. 19, n. 3, p. 493-512, 2012.

[30]. OLSON, D. L.; WU, D. D. *Enterprise Risk Management in Finance*. Palgrave Macmillan, 2015.

[31]. PEREIRA, E. J. S.; PINHO, J. T.; GALHARDO, M. A. B.; MACÊDO, W. N. Methodology of risk analysis by Monte Carlo Method applied to power generation with renewable energy. *Renewable Energy*, v. 69, p. 347-355, 2014.

[32]. PLATON, V.; CONSTANTINESCU, A. Monte Carlo Method in Risk Analysis for Investment Projects. *Procedia Economics and Finance*, v. 15, p. 393 – 400, 2014.

[33]. SALUGA, P.; KICKI, J. Stochastic Analysis as a Risk-Assessment Technique in Mineral Projects Evaluation. *Risk Analysis III*, 2002.

[34]. SOKOLOWSKI, J. A.; BANKS, C. M. *Modeling and Simulation Fundamentals: Theoretical Underpinnings and Practical Domains*. Wiley, 2010.

[35]. TARANTINO, A.; CERNAUSKAS, D. *Essentials of Risk Management in Finance*. Wiley, 2010.

[36]. TAYLOR, M. D.; WAMUZIRI, S. C.; SMITH, I. G. N. *Analysis of Risk in Construction Automation Investment*. Edinburgh UK: School of the Built Environment, 2000.

[37]. TIONG, R. L. K.; YE, S. NPV-at-Risk Method in Infrastructure Project Investment Evaluation. *Journal of Construction Engineering and Management*, v.126, n.3, paper 20186, 2000.

[38]. THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. Council Regulation 1083/2006 - Laying down general provisions on the European Regional Development Fund, the European Social Fund and the Cohesion Fund and repealing Regulation (EC) No 1260/1999.

[39]. TRIANA, P. *Lecturing Birds on Flying: Can Mathematical Theories Destroy the Financial Markets?* Wiley, 2009.

[40]. VAN MAANEN, J. Reclaiming qualitative methods for organizational research. *Administrative Science Quarterly*, v. 24, p. 520-526, dez. 1979.

[41]. WANG, H. *Monte Carlo Simulation with Applications to Finance*. CRC Press, 2012.

Capítulo 6

APLICAÇÃO DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL PARA ANÁLISE E MELHORIA DA CAPACIDADE DE UMA LINHA DE INSPEÇÃO E PRESERVAÇÃO DE TUBOS EM UMA EMPRESA DO RAMO OFFSHORE

Everton Soares Costa Dos Santos

Edwin Benito Mitacc Meza

Dalessandro Soares Vianna

Marcilene de Fátima Dianin Vianna

Resumo: No mercado de óleo e gás, onde as demandas são consideravelmente urgentes e que devem ser minuciosamente planejadas, o nível de satisfação dos clientes está diretamente ligado a confiabilidade dos prazos estipulados na prestação de serviços. Este estudo tem como objetivo promover a análise e melhoria de capacidade de uma linha de inspeção e preservação de tubos de uma empresa prestadora de serviço no ramo offshore. Para alcançar esse objetivo, realizou-se um estudo detalhado das etapas do processo e mensurou-se, com base nas variáveis de entrada, a produtividade da linha, o nível de ocupação dos recursos bem como o tempo de espera das entidades nas filas (*buffers*). O cenário atual era de desconhecimento da real capacidade produtiva da linha, já que alguns equipamentos apresentam um alto índice de *breakdown* por conta de adaptações do projeto inicial. Diante desse contexto, a simulação computacional é uma importante ferramenta de análise de fenômenos, já que, além de determinar o comportamento, pode-se propor mudanças de melhoria sem promover alterações no mundo real. Assim, após análise chegou-se à conclusão de que a atual capacidade da linha é 56% menor que o tempo utilizado pelo departamento de planejamento, comprometendo os prazos previamente estipulados. Neste contexto, foram analisadas três (3) propostas de melhoria na linha de inspeção e preservação de tubos. Os resultados foram considerados satisfatórios com base nos indicadores de desempenho utilizados para este problema.

Palavras chave: Simulação Discreta; Óleo & Gas; Processo Industrial.

1. INTRODUÇÃO

Desde que foram descobertas as expressivas reservas de Petróleo e Gás no Brasil, a indústria petrolífera tem desempenhado um papel fundamental na engrenagem da economia brasileira. No atual contexto, apesar da crise que o setor vive, a Agência Internacional de Energia (AIE) estima que o consumo de petróleo vai aumentar para 1,3 milhões de barris/dia e manterá o ritmo nos próximos anos, o que, por conseguinte, irá alavancar a demanda por serviços no setor. Assim, as empresas que possuem sua atividade fim a exploração de petróleo, têm buscado serviços que proporcionem alternativas de redução de custos para garantir a sobrevivência em meio à crise que o setor vive.

Dentre os diversos serviços, destaca-se a inspeção e preservação de tubos antes e após exploração. Este serviço, especificamente, para tubos sem costura, ou seja, tubos que não recebem solda em seu processo de fabricação, tem se mostrado rentável e eficiente para as empresas. Na maioria das vezes, os tubos retornam da exploração sem algum dano físico que comprometa sua integridade, por conseguinte, possuem plenas condições de reuso desde que seja dado o tratamento superficial adequado às características do material. Cabe ressaltar que, a aquisição de novos tubos representa um investimento considerável enquanto o serviço de inspeção e preservação constituem cerca de 10% desse valor.

Com a demanda crescente por este serviço, torna-se imprescindível conhecer a real capacidade deste processo para que se tenha maior assertividade nos prazos alinhados com os clientes. É importante salientar que a satisfação das necessidades dos clientes tem se tornado uma característica mandatória para a sobrevivência das empresas. Carvalho (1993) menciona que a competitividade era um fator de diferenciação, todavia nos últimos anos tem sido um fator de sobrevivência.

Dentre as diversas ferramentas disponíveis, Muniz *et al.* (2009) elencam a simulação computacional como uma das mais completas já que, além do poder de análise do atual cenário através de dados históricos/cronoanálise, ela também permite mudanças no modelo elaborado para simular

melhorias sem haver a necessidade de fazer alterações reais no atual processo.

Neste trabalho, será abordada a análise de capacidade de uma linha de inspeção e preservação de tubos utilizando a simulação computacional afim de compreender qual a real entrega do processo e o porquê do não atendimento das metas mensais impostas pelo planejamento da empresa LMTS (dar-se-á este nome por questões relacionadas à segurança da informação).

2. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Dentre as diversas áreas de atuação, a empresa em estudo possui um significativo *know how* na produção de tubos sem costura para a perfuração de poços, condução e extração de petróleo. Assim, focada em estreitar as relações, a "LMTS" criou uma base de operações no município de Rio das Ostras para que pudesse localizar-se geograficamente mais próxima do seu principal cliente, a Petrobrás. A base de Rio das Ostras é dividida em duas fábricas e uma linha de inspeção e preservação de tubos.

2.1 A LINHA DE INSPEÇÃO E PRESERVAÇÃO DE TUBOS

Nos últimos anos, o ramo de inspeção e preservação de tubos ganhou uma fatia do mercado considerável no setor devido a que, quando o preço do barril beirava a casa dos US\$ 100, o ato de comprar novos tubos não ecoava de forma negativa aos gestores das empresas exploradoras de petróleo. Entretanto, com um cenário diferente onde o corte nos custos se tornou um elemento fundamental para a sobrevivência das empresas, esse ramo de prestação de serviços começou a crescer.

O processo consiste em duas etapas: na primeira ocorre a inspeção e posteriormente a preservação do corpo do tubo. Na fase da inspeção, a empresa subcontratada analisa as conexões dos tubos para identificar se existem possíveis danos que comprometam a reutilização. Caso sejam identificadas alguma imperfeição, há a necessidade de se serrar a conexão e usinar uma nova. Se as avarias representarem fissuras o tubo é sucateado e considerado inapto para retornar a sua atividade fim.

Na fase de preservação, a empresa subcontratada promove uma depacagem externa, muita das vezes por jatos de água que incidem sobre o tubo com uma pressão de até 35.000 psi. Posteriormente, através de soluções químicas, há a preservação interna e externa do tubo. O processo se encerra se as conexões não forem recusadas, assim sendo, há apenas a aplicação de uma graxa protetiva nas conexões e acoplamento dos protetores para armazenagem.

Em 2013, a empresa "LMTS" resolveu, por questão de adequação contratual, modificar completamente a linha de inspeção e

preservação de tubos. Assim, o setor de inspeção foi completamente automatizado, dividido em oito postos de trabalho, conforme Figura 1. Em relação aos postos de trabalho, temos que no posto 1 o colaborador apenas retira o protetor da conexão do tubo e confere o laudo, no posto 2 há o hidrojateamento do tubo, no posto 3 há uma inspeção visual do corpo do tubo. Após estas etapas, dar-se-á o início de preservação com o posto 4, onde ocorre a preservação externa seguida da preservação interna (posto 5). Por fim, há a passagem do *drift* no posto 6 para a garantia do diâmetro interno do tubo e a inspeção das conexões nos postos 7 e 8.

Figura 1- Layout da linha de inspeção e preservação de tubos

Cada posto de trabalho possui um comando de acionamento (que permite a vinda do tubo pela banca), comando de rolagem (específico aos três postos destinados a operadores da qualidade, já que eles precisam verificar a integridade do corpo do tubo bem como sua conexão) neste comando o tubo gira em torno do próprio eixo e o comando de liberação que permite a rolagem do tubo para o próximo posto de trabalho. É importante ressaltar que, quando se trata de inspeção e preservação de tubos, as variáveis que interferem no ritmo de produção são: Condição do Material, Diâmetro do tubo e Comprimento do tubo.

Atualmente, a empresa em estudo, promoveu projetos de mudança comportamental antes de lançar os projetos de melhorias de processos. Os gestores da empresa possuem ciência de que a linha de inspeção e

preservação de tubos possui uma taxa de produtividade aquém do seu tempo de ciclo planejado já que, constantemente as metas precisam ser revistas, pelo não atingimento das mesmas.

As constantes quebras nos equipamentos, ora por falta de manutenção preventiva ora por características intrínsecas ao processo, a considerável formação de buffers entre os postos de trabalho, além do desconhecimento do funcionamento real do processo foram os motivos precursores para o entendimento da necessidade de compreender o funcionamento da linha, dos postos de trabalho que entravam o processo e as possíveis melhorias após o diagnóstico.

3. SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL E SUAS ETAPAS

Muniz *et al.* (2009) mencionam que através da simulação consegue-se ter a realidade na qual o modelo opera, permitindo a visão de todo o processo. Através dela, também é permitida análises e conclusões sem causar perturbações no sistema real, reduzindo custo ou proporcionando a viabilidade de um projeto. Conforme Chwif & Medina (2015) um estudo de simulação que retrate a realidade de forma nítida deve seguir três grandes etapas.

1. Formulação do modelo ou Concepção: É uma das partes mais importantes do projeto, nela entende-se claramente o sistema a ser simulado e seus objetivos, há também a coleta dos dados de entrada e a criação de um modelo conceitual. É importante frisar que qualquer distorção de dados ou negligência pode comprometer todo o processo de simulação já que nesta etapa todo o escopo do projeto é montado.

2. Implementação do modelo: É a parte do projeto que há a transcrição do modelo conceitual para o modelo computacional, ou seja, todos os dados de entrada são inseridos no modelo para que se possa começar a simulação. É importante frisar que nesta etapa é fundamental a avaliação e validação do modelo computacional junto aos gestores ou pessoas que possuam o *know how* do processo.

3. Análise dos resultados do modelo: Nesta etapa do projeto ocorre a realização das rodadas do modelo, a análise e documentação dos resultados. Após esta etapa o projeto possui informações suficientes para propor melhorias, analisar possíveis falhas no processo produtivo e, se possível, propor uma redefinição de atividades e layout.

4. Projeto de Simulação na linha de inspeção e preservação de tubos: O método adotado neste trabalho segue o passo a passo para a realização de um projeto de simulação computacional proposta por Chwif & Medina (2015) conforme descrita na seção anterior.

4.1 FORMULAÇÃO DO MODELO

Conforme citado anteriormente, o objetivo é mensurar o desempenho da linha de inspeção e preservação de tubos. Assim alguns indicadores foram usados na simulação:

Total de tubos processados pelos recursos (indicador principal)

Tempo que o tubo fica na fila (indicador auxiliar);

Taxa de ocupação dos recursos (indicador auxiliar).

Cabe ressaltar que, os equipamentos que possuem a maior taxa de quebra são o hidrojato, a máquina de preservação externa e o posto 8. Além disso, há uma percepção de falta de padronização quando o assunto tange à execução das tarefas. Apesar de existir um padrão operacional, nota-se que ele é obsoleto e confuso quanto ao mix de atividades.

Alguns postos de trabalho operam com dois operadores, sendo um da qualidade e um da produção, porém, as atividades muitas das vezes se confundem, por conseguinte não há distinção das funções de cada um. É importante salientar que a produção recebe um plano de produção com as características dos tubos, mas como não há um estudo claro sobre o comportamento da linha, este plano dificilmente é questionado visto que a produção possui um julgamento qualitativo (sem dados empíricos) sobre a capacidade de produção da linha. A única informação disponível é ritmo de produção teórico antes das adaptações: um tubo processado a cada 4 min independente do comprimento do diâmetro.

Após descrição do sistema iniciou-se a construção do modelo conceitual (Ver Figura 2) utilizando a metodologia IDEF-SIM proposta por Montevechi et al (2010). Um ponto importante de ser mencionado é a capacidade dos *buffers* entre os postos de trabalho. Para que o estudo possa ser compatível com a situação real, foi considerado a capacidade de até 7 entidades em cada posto.

Figura 2 - Modelo Conceitual

Após verificação do modelo conceitual, iniciou-se a coleta e análise de dados de entrada. Esta pode ser dividida em dois momentos: no primeiro instante ocorre a coleta dos tempos de ciclo de cada posto de trabalho através da cronoanálise, em seguida, trata-se os dados de entrada retirando-se os outliers, fazendo análise de correlação e ao final, far-se-á a inferência estatística. A coleta dos dados foi realizada durante o período de dois meses com a frequência de três vezes

por semana afim de dar aleatoriedade as amostras. Foram coletados, em média, 110 tempos de ciclo em cada posto de trabalho com a família de tubos que representou a maior demanda na linha de inspeção e preservação de janeiro/2016 a dezembro/2016: tubos com diâmetro de 7" e comprimento maior que 6000 mm. A Figura 3 mostra o BoxPlot com os tempos de ciclo de cada posto, com *outliers* e sem *outliers*.

Figura 3 - Box Plot dos tempos coletados nos postos de trabalho (com e sem *outliers*)

Retirados os *outliers*, foram realizadas análises de dispersão, correlação linear, quadrática e cúbica, através do software Minitab 17, sendo possível concluir que não há uma relação entre as variáveis, portanto, foi comprovada a aleatoriedade dos dados.

Segundo Chwif & Medina (2015), após o tratamento dos dados de entrada e construída

a amostra, propõe-se a identificação da distribuição de probabilidade que representam o fenômeno. Para isto, foi usada a ferramenta chamada ExpertFit que a partir de um nível de significância preestabelecido, identifica a distribuição de probabilidade que melhor se encaixa nas observações inseridas. A Tabela 1 resume a inferência dos tempos de ciclo coletados.

Tabela 1 - Distribuição de Probabilidades dos Postos de Trabalho

Distribuição de Probabilidade dos Postos de Trabalho				
Postos/Distribuição de Prob.	Distribuição de Probabilidade	Média	Mediana	Variância
Posto 1	Johnson SB	2,48	2,45	0,04
Posto 2	Johnson SB	412	4 29	0,36
Posto 3	Beta	4 46	4,45	0,46
Posto 4	Johnson SB	3,09	3,08	0,11
Posto 5	Johnson SB	2,69	2,63	0,07
Posto 6	Johnson SB	2,73	2,73	0,06
Posto 7	Beta	6,32	6,47	0,54
Posto S	Johnson SB	6,02	6,06	0,43

Outro ponto importante na análise de dados, está relacionada à frequência considerável de quebras do hidrojato, pintura externa e posto 8. Assim, os últimos dados a seres parametrizados no simulador foram o MTBF (tempo médio entre as falhas) e MTTR (tempo médio de reparo) destes postos de trabalho. As taxas de quebra foram cedidas pelo Sistema de Gestão Integrado através do setor

de manutenção no período de jan/2016 a dez/2016. Cabe ressaltar que, os mesmos passos para se obter as distribuições de probabilidade dos tempos de ciclo dos postos de trabalho também foram seguidos para determinar as distribuições de probabilidade dos MTBF's e MTTR's. A Tabela 2 resume o exposto.

Tabela 2 - Distribuição de probabilidade dos MTBF's e MTTR's

Distribuição de Probabilidade - MTBF e MTTR		
Postos Distribuição de Prob.	Distribuição de Probabilidade MTBF	Distribuição de Probabilidade MTTR
Posto 8	Exponencial	Lognormal
Hidrojato	Beta	Beta
Pintura Externa	Beta	Beta

4.2 IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO

A etapa de implementação consiste na conversão do modelo conceitual em modelo computacional por meio da utilização de alguma linguagem de simulação, neste caso foi utilizado o *software* Flexsim. É importante salientar que após uma discussão junto ao

departamento de métodos, foi adotada uma velocidade deslocamento da entidade de 2,44 m/min. Além disso, para a configuração da entidade estudada o tamanho máximo dos *buffers* é de 7 tubos, informação que também foi embutida no modelo. A Figura 4 mostra a linha de inspeção e preservação de tubos programada no Flexsim.

Figura 4 - Linha de Inspeção e Preservação de tubos no Flexsim

Para garantir que o modelo é válido, utilizou-se a uma das técnicas propostas por Chwif & Medina (2015), a validação "face a face". Assim, foi discutido com os especialistas o nível de detalhamento, o escopo do modelo, a delimitação e a decisão de simular única e exclusivamente a linha de inspeção e preservação de tubos, sem incorporar no projeto as possíveis falhas logísticas de abastecimento e desabastecimento.

Já para verificação do modelo, utilizou-se a técnica "*valores constantes ou simplificados*". Esta verificação propõe a simulação, em um mesmo período de tempo, do modelo com suas distribuições de probabilidade (valores estocásticos) e outro com a média dos tempos de ciclo (valores determinísticos). Feito isto, deve-se comparar os resultados para ver a proximidade das estatísticas. Sendo assim, o projeto simulou 3000 min (um turno de trabalho de 600 min de segunda a sexta), onde o total de *output* do modelo com as distribuições de probabilidades foi de 65 entidades já o modelo com a média determinística dos tempos de ciclo obteve 66 entidades. Como os resultados foram

expressivamente próximos, podemos concluir que foi implementado corretamente.

4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO MODELO

A última etapa consiste na definição do *warm up* e do número de replicações para que se possa simular em um tempo determinado e realizar a análise das saídas. Assim, analisando o modelo de simulação, observou-se que a partir de 360 min o sistema ficava estável com cerca de 29 entidades em processo, portanto, este tempo foi definido como o *warm up* do fenômeno em estudo. Para o cálculo do número de replicações utilizou-se a técnica proposta por Chwif & Medina (2015) chamada "*amostra - piloto*", adotando um intervalo de confiança de 95%. Assim, após aplicação da técnica obteve-se como resultado 70 replicações, número mínimo que para que se tenha um intervalo com a precisão desejada.

Após as definições de aquecimento do sistema (*warm up*), número de replicações e garantia do cumprimento das premissas estabelecidas, pode-se então simular o fenômeno e analisar seus indicadores.

Figura 5 - Quantidade de tubos processados

A Figura 5 representa o total de tubos processados pelos recursos, sendo equivalente a um ritmo de produção de 0,11 tubos por minuto ou 348,9 tubos por campanha. Analisando, conclui-se que a capacidade produtiva da linha é 56% menor do que o tempo de ciclo teórico, portanto, as metas de produção estabelecidas dificilmente serão atingidas.

Já o indicador da Figura 6 promove uma significativa quebra de paradigma. Até então,

acreditava-se que o gargalo da linha eram os postos 7 e 8 por possuírem o maior tempo de ciclo (como identificado na coleta de dados). Entretanto, as entidades ficam expressivamente mais tempo em espera para serem processadas no buffer do posto 2. Por conseguinte, conclui-se que o posto 2 é o gargalo da linha. É importante ressaltar que, os tempos de MTBF e MTTR contribuíram de forma importante para que o posto 2 (hidrojato) se tornasse o gargalo.

Figura 6 - Gráfico do tempo médio de espera x posto de trabalho

O último indicador a ser analisado, mostrado na Figura 7, ratifica o que já tinha-se deduzido no indicador de tempo de espera no buffer. O posto 2 não possui tempo ocioso e, o tempo

de quebra (breakdown) representa 26% do seu tempo disponível, aumentando assim, significativamente a espera no buffer que antecede este posto de trabalho.

Figura 7 - Percentual de processo, ociosidade e de breakdown

5. PROPOSTAS DE MELHORIA

Nesta seção são analisadas propostas de melhorias do funcionamento da linha através da identificação de fatores que podem influenciar os indicadores preestabelecidos.

5.1 CENÁRIO A

O cenário A discute a implementação de outro hidrojato na linha (duplicação do posto 2) bem como seus impactos na produtividade da mesma. Entretanto, após uma discussão com o engenheiro da manutenção, supervisor da produção e mantenedores algumas premissas foram estabelecidas antes que o novo fenômeno fosse estudado, são elas:

O equipamento a ser adquirido será exatamente do mesmo modelo do atual hidrojato da linha. Sendo assim, os tempos de ciclo serão mantidos;

O MTBF irá reduzir por conta das adaptações iniciais do projeto. Os especialistas estimam

uma redução de 20% dos tempos entre falhas.

O MTTR permanecerá o mesmo segundo os especialistas.

5.2 CENÁRIO B

A proposta do cenário B é simples mas com um alto potencial de resultados. Quando o projeto fez o fluxograma das atividades de cada posto de trabalho, notou-se que há a repetição de algumas atividades que poderiam ser eliminadas. A atividade conferir o laudo/material aparece três vezes durante o processo, sendo elas no posto 1, 7 e 8. A conferência do diâmetro é realizada nos postos 2, 4, 5 e 6. Após essa percepção, foi-se até o chão de fábrica analisar o tempo de cada uma dessas atividades.

A análise do material/laudo com o que está programado dura cerca de 1 minuto e a conferência do diâmetro, em média, dura 1,2 minutos. Com esses dados, o projeto propôs

que todas as tarefas de conferência do laudo deveriam ser feitas pelo líder de produção (que não opera nenhum recurso, somente coordena) e que o mesmo repassasse as informações do diâmetro interno e externo dos materiais na reunião de segurança do início de turno ("dds"). Essa alternativa foi validada com o engenheiro, supervisor e líder de produção, onde foi discutido abertamente sobre a possibilidade em promover essas mudanças.

5.3 CENÁRIO C

Após reunião com o departamento de manutenção, foi informado que já existe uma elaboração de um plano de manutenção preventiva e autônoma previsto para entrar em vigor em 2017. Assim sendo, os especialistas do setor de manutenção da empresa estimam que essas mudanças irão promover uma redução de 20% no tempo de

reparos (MTTR), e um aumento no tempo entre falhas (MTBF), já que a manutenção autônoma impede que problemas maiores ocorram.

5.4 ANÁLISE DOS CENÁRIOS

A Tabela 3 promove a comparação da produtividade dos cenários. É interessante ressaltar que no cenário A, a compra de outro equipamento é extremamente inapropriada já que seu custo x benefício não é expressivo. O cenário B, advém de uma oportunidade de melhoria que propôs a eliminação de atividades repetidas através do conhecimento do fluxograma das atividades. Já o cenário C comporta-se como a otimização do cenário B, onde a atuação de forma mais presente e eficaz da manutenção faz com que haja a redução dos índices de quebras por meio das manutenções preventivas e autônomas.

Tabela 3 - Comparação de produtividade dos cenários

Cenário - Produtividade				
	Cenário atual	Cenário A	Cenário B	Cenário C
Produtividade	348,9	358,9	350	359,5

Assim, o cenário C se mostrou o mais produtivo com 10,6 entidades processadas a mais. Em relação aos tempos de espera, ver Tabela 4, o cenário atual foi o que, em média, obteve o menor tempo, isso se dá por conta

do hidrojato, por conta de ser o gargalo, ficava sobrecarregado fazendo com que os outros postos de trabalho ficassem mais ociosos.

Tabela 4 - Comparação do tempo de espera nos buffers nos cenários

Tempo de espera nos buffers (min)				
	Cenário Atual	Cenário A	Cenário B	Cenário C
Buffer Posto 2	45,46	44,19	45,32	43,98
Buffer Posto 3	5,13	43,61	39,55	40,91
Buffer Posto 4	0,42	3,50	2,63	1,43
Buffer Posto 5	0,01	0,37	0,19	0,07
Buffer Posto 6	0,06	0,81	0,36	0,05
Buffer Posto 7	1,19	10,19	3,79	2,03
Buffer Posto 8	0,52	4,80	2,67	1,55
Buffer Posto 9	7,54	15,35	13,50	12,86

Sobre o último indicador, ver Tabela 5, é importante frisar que o cenário A possui a melhor média de utilização, mas está com uma das piores médias de *breakdown*. O resultado de ociosidade do cenário C é

justificado por que apesar do aumento de produtividade dos postos de trabalho, os postos 1, 2 e 3 ainda são sobrecarregados se comparados aos demais.

Tabela 5 - Comparação do % de utilização, % de ociosidade e % de breakdown dos cenários

	% de Utilização x % Ocioso X Breakdown											
	Cenário Atual			Cenário A			Cenário B			Cenário C		
	%Utilização	%Ocioso	Breakdown	%Utilização	% Ocioso	Breakdown	%Utilização	%Ocioso	Breakdown	%Utilização	%Ocioso	Breakdown
Posto 1	100,0%	0,0%	0,0%	99,6%	0,4% !	0,0%	98,6%	1,4%	0,0%	98,6%	1,4%	0,0%
Posto 2	74,0%	0,0%	26,0%	73,8%	4,8% l	21,4%	83,7%	0,2%	16,1%	88,2%	0,3%	11,5%
Posto 3	90,3%	9,7%	0,0%	99,3%	0,7% i	0,0%	98,4%	1,6%	0,0%	99,4% ;	0,6%	0,0%
Posto 4	39,6%	47,5%	12,9%	41,9%	49,1% i	9,0%	25,7%	62,6%	11,7%	25,7%	66,3%	8,0%
Posto 5	34,2%	65,8%	0,0%	36,5%	63,5% l	0,0%	20,4%	79,6%	0,0%	20,3% !	79,7%	0,0%
Posto 6	34,8%	65,2%	0,0%	36,9%	63,1% l	0,0%	21,1%	78,9% i	0,0%	21,0% l	70,0%	0,0%
Posto 7	80,3%	19,7%	0,0%	85,6%	14,4% i	0,0%	71,3%	28,7%	0,0%	72,0% :	28,0%	0,0%
Posto 8	76,3%	22,9%	0,8%	79,9%	13,6% j	6,5%	67,3%	26,0%	6,7%	67,9% l	28,8%	3,3%
Média	66,2%	28,9%	5,0%	69,2%	26,2%	4,6%	60,8%	34,9%	4,3%	61,6%	34,4%	2,9%

6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

A partir do estudo realizado, pode-se concluir que a linha de inspeção e preservação de tubos tem a capacidade de inspecionar e preservar, em média, 70 tubos por dia. Entretanto, como o setor de planejamento da LMTS não levou em conta as alterações do projeto inicial da linha estudada, tem-se que o ritmo de produção é 56% aquém do planejado, gerando filas e, consequentemente, espera por parte dos clientes.

Também é importante chamar atenção da quebra do paradigma quanto ao gargalo da linha. O elevado índice de falhas e seu respectivo tempo para solução de problemas fizeram com que o posto 2 (hidrojato) se comportasse como o entrave da linha, por isso a espera para o processamento no *buffer* que antecede esse posto de trabalho é o mais elevado.

Por fim, a última medida de desempenho que avalia o percentual de ociosidade, processo e quebra (*breakdown*) apenas elucida o que os outros indicadores já demonstraram, principalmente sobre a forte incidência de quebras no hidrojato (posto 2) e o desbalanceamento da linha provocado por esse entrave no processo, já que existem cinco postos de trabalho com percentuais de ociosidade acima de 20%.

A análise de capacidade ainda apresenta quais são os próximos passos para a otimização do processo. Para futuros trabalhos há um forte indício de necessidade de atuação do departamento de manutenção de forma mais incisiva com manutenções preventivas, autônomas e preditivas no hidrojato. Além disso, há uma oportunidade de melhoria quanto ao balanceamento das atividades distribuídas nos postos de trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1]. CARVALHO, L.R.M. Custeando para competir: custos em ambiente "Just-in-Time". In: Seminário Internacional: Qualidade E Produtividade: Avaliação E Custeio, Porto Alegre, Brasil, 1993 (Anais).
- [2]. CHWIF, LEONARDO & MEDINA, AFONSO C. Modelagem e Simulação de Eventos Discretos. 4a ed. São Paulo: ed. Elsevier Ltda. 2015.
- [3]. MUNIZ, L. R., GUIMARÃES, I. F., & CAMPOS, M. S., 2009. Aplicação da simulação computacional para análise do tráfego no cruzamento central com semáforo da cidade histórica de Mariana. In XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador/BA.
- [4]. MONTEVECHI, J. A. B.; et al., 2010 Conceptual modeling in simulation projects by mean adapted IDEF: an application in a Brazilian tech company. In: Winter Simulation Conference, Proceedings. Baltimore, MD, USA.

Capítulo 7

A INFLUÊNCIA DO PAÍS DE ORIGEM NA AVALIAÇÃO DE PRODUTOS: UM ESTUDO SOBRE OS AUTOMÓVEIS CHINESES NO BRASIL

Roberta Carletti

Eric Cohen

Resumo: O Brasil é um grande mercado consumidor e produtor de automóveis (OICA, 2016). Atraídas pelo potencial de mercado, diversas montadoras chinesas iniciaram suas operações no país à partir de 2008. Neste contexto, surge um interesse pelo estudo das percepções do consumidor brasileiro frente aos produtos oferecidos pelas empresas. Este artigo analisa os fatores determinantes da intenção de compra do automóvel, e investiga se os estereótipos negativos frequentemente associados à china e a seus produtos podem prejudicar a comercialização dos automóveis chineses no brasil. Para tal, foi replicada a escala de Chinen e Sun (2011) para dar sustentação teórica e comparar resultados. Encontrou-se uma conclusão comum: o fator que mais influencia a intenção de compra dos consumidores estadunidenses e brasileiros é a qualidade do automóvel, denotando-se assim um comportamento de compra predominantemente racional. Os resultados nos levam a concluir que as montadoras chinesas que planejam atuar no mercado brasileiro deveriam enfatizar estratégias de marketing voltadas à qualidade do produto.

1. INTRODUÇÃO

Nesta pesquisa, buscou-se analisar a influência do país de origem na avaliação dos automóveis chineses, com o intuito de compreender as percepções dos consumidores e desvendar a decisão de compra de produtos. Oferece-se, inicialmente, uma breve contextualização do setor automobilístico brasileiro.

No final da década de 50, foram instaladas as fábricas da Volkswagen, Toyota, Mercedes Benz, Scania, General Motors e Ford no estado de São Paulo (SANTOS; PINHÃO, 1999). A entrada destas montadoras se deu na esteira do direcionamento de esforços do Plano de Metas para o setor automobilístico, que visava fomentar a indústria nacional, propiciar uma rápida fabricação de veículos e diminuir as importações do país (SANTOS; BURITY, 1997).

O desenvolvimento das atividades do setor teve grande impulso nos anos 60 e 70, e outras empresas decidiram também produzir ou licenciar suas marcas no país (SANTOS; PINHÃO, 1999). De 1967 e 1974, o governo atuou na política de concessão de crédito para a aquisição de automóveis e verificou-se um considerável aumento da demanda.

Os anos 80 foram marcados pela instabilidade no setor e momentos de altos e baixos na produção e no investimento, seguidos da questão da escassez do petróleo e do desenvolvimento de tecnologias alternativas de combustíveis renováveis (GABRIEL et al, 2011). Em 1995, foi instalado o Regime Automotivo para atrair investimentos e propiciar o aumento da competitividade da produção nacional (SANTOS; BURITY, 1997).

No início do século, houve um aumento considerável na quantidade de veículos produzidos, que se explica pelo aumento na renda média da população e o acesso ao crédito (ANFAVEA, 2016). Em 2013, passa a vigorar um novo programa de incentivo para o setor que visa aumentar o investimento em engenharia, tecnologia, pesquisa & desenvolvimento e capacitação, de forma a fortalecer a base produtiva e promover avanços na segurança e eficiência dos veículos. Na esteira destes eventos, empresas europeias e asiáticas anunciaram investimentos em fábricas brasileiras (SILVA, 2012).

O interesse das montadoras estrangeiras neste mercado não é recente. O Brasil é um grande mercado consumidor, e cabe destacar o traço cultural do brasileiro em relação ao apreço pelo produto: segundo pesquisa do Ibope (2012), o automóvel está em oitavo lugar no ranking das “paixões nacionais”.

Na esteira destes eventos, intensifica-se o comércio bilateral Brasil-China, com cerca de 20% dos investimentos chineses no Brasil direcionados para a produção de automóveis, energia e máquinas. As primeiras marcas a se instalarem no país foram a Chery, JAC Motors, Lifan, Jinbei Automobile, Geely, Hafei Motor e a Changan. O bom desempenho comercial levou as duas primeiras montadoras (que venderam, respectivamente, cerca de 77 mil e 65 mil automóveis) a anunciar investimentos em novas fábricas no país.

Segundo Sarti e Borghi (2012), as empresas chinesas se tornaram importantes players no cenário global. De maneira geral, as corporações chinesas tendem a adotar estratégias de preço de curto prazo, para posteriormente fortalecer a marca, a imagem e a qualidade dos produtos no médio e longo prazo.

Com o ingresso das multinacionais chinesas nesta dinâmica de concorrência, coloca-se como principal ponto de investigação a decisão de consumo frente à nacionalidade dos automóveis produzidos. Mais especificamente, objetiva-se testar a hipótese de que o comportamento de compra dos veículos de marcas chinesas sofre influência do efeito de País de Origem, a fim de verificar se este seria um aspecto relevante da decisão de compra.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, são apresentados conceitos que fundamentam a pesquisa. Inicialmente, são abordadas as teorias gerais de comportamento de consumo, para em seguida oferecer um panorama geral do Efeito País de Origem. Por fim, apresenta-se o trabalho de Chinen e Sun (2011) utilizado para o desenvolvimento desta pesquisa.

2.1 COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR E DA DECISÃO DE COMPRA

O estudo do comportamento de consumo é relativamente recente, encontrando-se suas origens no campo da Economia. A partir dos anos 60, os pesquisadores começam a considera-lo um fenômeno complexo e multifacetado, dando impulso ao seu desenvolvimento teórico e interdisciplinar. Não surpreende o interesse pelas teorias que explicam o comportamento de consumo; afinal, a compreensão dos mecanismos inerentes à decisão de compra é crucial para o bom resultado da empresa (DIAS, 2004).

Uma das primeiras definições do termo advém das contribuições de Howard e Sheth (1969), que o associaram ao processo de escolha das marcas. Engel; Blackwell e Miniard (2000) apresentam o modelo clássico de decisão de compra, pelo qual o consumidor passa por sete principais etapas: reconhecimento da necessidade, busca de informação, avaliação de alternativas pré-compra, compra, consumo, avaliação pós-consumo e descarte.

O valor elevado e a natureza do produto levam o consumidor a analisar com cautela os riscos envolvidos na transação. Por exemplo, Solomon (1998) considera que o risco percebido está relacionado com a percepção por parte do consumidor de que a aquisição de um produto pode trazer consequências negativas.

As dimensões de risco no processo decisório incluem o risco funcional, o físico, o financeiro, o social, o tempo e o psicológico, e se estendem para o produto que é objeto desta pesquisa. Sendo um bem durável, de valor elevado e que é utilizado com frequência ao longo do tempo, o consumidor buscará minimizar os riscos da compra do automóvel, procurando informações com pessoas conhecidas e dando preferência às marcas de reputação.

Nesta linha, Jacob e Kaplan (1972) postulam que a percepção de risco influencia sobremaneira o envolvimento do consumidor. Popadiuk (1993) corrobora este conceito, ao afirmar que o alto envolvimento leva à busca de informação sobre o produto, à percepção apurada por parte do consumidor e a busca de informações em vários estágios.

Assim, o alto envolvimento demanda estratégias de Marketing sofisticadas, visto que o consumidor não está à procura de um

produto qualquer, mas sim aquele que traz benefícios hedonísticos ou utilitários superiores.

2.2 O EFEITO PAÍS DE ORIGEM

Segundo Daly (1999, p.1), as empresas que visam uma expansão para mercados externos devem se atentar aos fatores que influenciam a decisão de compra. Dentre estes, é importante conhecer o efeito do país de origem do produto na avaliação do consumidor.

Ayrosa (1998) define Efeito País de Origem como sendo o fenômeno marcado pela influência que a declaração do país de origem do produto exerce no processo de consumo.

O primeiro teste da influência da nacionalidade na aceitação dos produtos foi realizado por Schooler em 1965, a partir de produtos idênticos que mostravam distintos rótulos de “*made in*”. Encontraram-se diferenças nas avaliações dos produtos, abrindo caminho para uma densa produção científica sobre este efeito (VARLEGH; STEENKAMP, 1999).

Para Bilkey e Nes (1982), há uma série de atributos informacionais vinculados aos produtos, que funcionam como “pistas” para o consumidor avaliar, determinar interesse, ou rejeitar a compra. Estes atributos podem ser intrínsecos (aspectos tangíveis e funcionais, como gosto, design e forma) ou extrínsecos (aspectos intangíveis, como preço, marca e garantias) – incluindo-se aqui as “pistas” que trazem informações pertinentes ao país de origem.

Ao longo do processo de compra – quando todas estas “pistas” são consideradas simultaneamente pelo consumidor –, a indicação do país de origem pode impulsionar ou desestimular o interesse do consumidor frente às associações positivas ou negativas. Almeida e Drovout (2009) corroboram este conceito, ao postular que as associações relacionadas com o país de origem geram preconceitos positivos ou negativos, que favorecerão alguns países ou gerarão resistência por parte do consumidor.

Obermiller e Spangenberg (1989) desenvolveram uma estrutura teórica que estrutura a discussão relacionada à influência do país de origem, ao postular que as informações sobre o país de origem se dão no nível cognitivo, afetivo e normativo.

Han (1989) traz evolução teórica ao conceito, ao postular que há dois mecanismos através dos quais o fenômeno se manifesta: o Efeito Halo e o Efeito Summary, em função do grau de familiaridade com o produto. No caso de desconhecimento do produto do país, manifesta-se o Efeito Halo: o consumidor tende a inferir a qualidade do produto e avalia seus atributos a partir da imagem do país de origem. Assim, o relacionamento estrutural referente ao Efeito Halo é: Imagem Nacional → Crenças → Atitude (HAN, 1989).

De maneira inversa, se o consumidor está familiarizado com os produtos do país, ocorre o Efeito Summary: ele tende a utilizar todas as informações referentes ao produto conhecido (qualidade, atributos, características) para construir a imagem do país. A construção desta imagem é crucial para influenciar as decisões de compra dos produtos. O relacionamento estrutural seria então: Crenças → Imagem Nacional → Atitude (HAN, 1989).

2.3 A CHINA E O EFEITO PAÍS DE ORIGEM

Para Bilkey e Nes (1982), o estágio de desenvolvimento do país pode levar a um viés no processo de compra. Pode existir uma relação positiva entre a avaliação do produto e o grau de desenvolvimento do país ou, de maneira inversa, os produtos chineses poderiam ser avaliados de forma desfavorável frente a outros produtos semelhantes, originários de outras nações mais desenvolvidas.

Um ponto a considerar é a imagem ou o estereótipo do produto no mercado. Para Chinen e Sun (2011), a imagem do país é a somatória das crenças descritivas, inferenciais e informacionais que o indivíduo tem em relação ao país. Para Samiee (1994), os estereótipos vinculados ao país estão ancorados na experiência prévia do indivíduo com os produtos do país, na experiência pessoal, no conhecimento associado a partir de convicções políticas, no etnocentrismo, e no medo do desconhecido.

A despeito da sua industrialização tardia, a reputação chinesa está associada a produtos de baixo custo, e vinculada a estereótipos negativos de baixa qualidade e a incerteza a respeito da qualidade, segurança e confiabilidade (LAZZARI; MILAN; SLONGO, 2014). Na mesma linha, Almeida e Drovout (2009) afirmam que o rótulo *made in China* é associado a uma série de características de

produtos baratos e populares; itens de primeira necessidade; vinculados a um baixo grau de orgulho na utilização; imitações, tecnologias ultrapassadas; e uso escasso de propaganda.

Por fim, cabe mencionar que alguns produtos chineses foram alvo de Marketing negativo – muitas vezes patrocinado por concorrentes consolidados no mercado –, que potencializaram os estereótipos negativos e os problemas de imagem dos produtos chineses, como por exemplo a publicação do jornal Business Insider em relação aos maus resultados dos automóveis chineses nos testes de integridade estrutural (“Chinese Car Crash Tests”).

2.4 MODELO DE INTENÇÃO DE COMPRA

O trabalho de Chinen e Sun (2011) foi selecionado para fundamentar a presente pesquisa, por abordar a questão do Efeito País de Origem. Os autores realizaram um teste empírico da atitude dos consumidores estadunidenses, que foram questionados sobre automóveis de marcas chinesas, a fim de identificar a relação entre quatro variáveis independentes (Qualidade Percebida, Imagem do País, Etnocentrismo e Afiliação Étnica) e intenção de compra de automóveis chineses pelos consumidores estadunidenses.

Os autores elaboraram um questionário, que foi aplicado a uma amostra de 345 consumidores que frequentam um Shopping Center na cidade de Sacramento, na Califórnia. O questionário utiliza a escala de Likert, oferecendo aos entrevistados cinco possíveis alternativas de respostas, que vão desde 5=concorda fortemente, até 1=discorda fortemente.

Para mensurar o efeito das variáveis na variável de resposta, os autores empregaram a regressão logística ordinal usando o software Minitab v.15 (<http://minitab.com/>). O teste Wald foi empregado para selecionar as variáveis independentes significantes que eram consideradas preditoras da intenção de compra de veículos de marcas chinesas. Para os produtos analisados, apenas a variável Qualidade percebida afetou de maneira significativa a intenção de compra; quanto maior a qualidade percebida do produto, tanto maior será a intenção de compra. A avaliação do consumidor sobre a qualidade do produto abrange aspectos de

confiabilidade, acabamento, qualidade, design, segurança, eficiência energética, conforto e desempenho.

Os autores concluíram que as variáveis Imagem do país, Etnocentrismo e Origem étnica não são significantes, ou não influenciam a intenção de compra. Este resultado é indicativo de um comportamento racional, que prioriza a qualidade do produto. Eles sugerem a adoção de estratégias de promoção de produtos de qualidade, e a melhoria da “marca nacional” através da propaganda ativa e promoção.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

Para a presente pesquisa, foram coletados dados utilizando os procedimentos preconizados Chinen e Sun (2011), visando replicar o estudo e comparar resultados.

O questionário original foi adaptado segundo o método sugerido por Guillermin; Bombardier e Beaton (1993), que consiste de um guia para modificar um questionário previamente validado em outra língua: o questionário foi traduzido inicialmente para o português separadamente por duas professoras da língua inglesa. As duas versões foram subsequentemente encaminhadas a um brasileiro fluente em inglês, que realizou a tradução reversa. Eventuais discrepâncias entre as versões foram endereçadas pelos três tradutores, que quando necessário corrigiram o questionário.

Uma vez cumprida esta etapa, foram necessárias algumas alterações no questionário para viabilizar sua aplicação no Brasil. Por exemplo, as questões relacionadas ao nível educacional e a renda familiar do respondente foram adaptadas à realidade brasileira: optou-se por utilizar o método amplo de estratificação socioeconômica denominado Critério Brasil (ABEP, 2016), que permite realizar a estratificação social dos respondentes.

Definidas as especificidades da pesquisa, iniciou-se a coleta de dados usando os procedimentos preconizados por Chinen e Sun (2011). O questionário foi aplicado a 206 indivíduos abordados no Shopping Pátio Limeira (SP) entre Agosto e Outubro de 2016.

Diferentemente da pesquisa de Chinen e Sun (2011), que utilizou regressão logística ordinal, neste trabalho utilizou-se a regressão logística multinomial para analisar o efeito da

mudança intenção de compra frente a cada variável independente.

As variáveis explicativas Etnocentrismo, Imagem e Qualidade e as variáveis de controle (Idade, Gênero e Educação usadas para categorizar os resultados de acordo com critérios de agrupamentos de respondentes) foram coletadas e analisadas, eliminando a cada etapa as variáveis não significantes. Usando como critério o teste Wald, as variáveis que apresentam significância maior que 5% foram excluídas.

4. RESULTADOS

Nesta seção, apresenta-se a análise dos dados coletados, oferecendo um panorama do perfil dos respondentes. Inicialmente, nota-se que a amostra está bem distribuída entre homens e mulheres: aproximadamente 54% dos pesquisados correspondem ao gênero masculino, e 46% são mulheres.

A idade média dos entrevistados é de aproximadamente 36 anos, sendo que a faixa etária predominante está entre 21 e 30 anos (correspondendo a 40% dos entrevistados). Em relação aos níveis educacionais, 49% têm ensino fundamental e 30% têm ensino superior. 47% dos respondentes possuem filhos, e apenas 2% possuem raiz étnica chinesa.

Considerando a estratificação socioeconômica do Critério Brasil, tem-se que 34% dos entrevistados se enquadram na classe A, 28% na classe B1, 26% na classe B2, 9% na classe C1, e apenas 2% na classe C2. Não houve entrevistados das classes D-E. A concentração nos estratos mais elevados se justifica face à frequência deste público no Shopping Center.

Metade dos entrevistados avaliou negativamente as questões indicativas de comportamento etnocêntrico. Para 53% dos entrevistados, a imagem da China é positiva, ao considerar que o país é rico, desenvolvido e tem alto padrão de vida. Já em relação à percepção de qualidade dos automóveis chineses, 35% dos respondentes concordam que os produtos são de qualidade, ao passo que 22% discordam. É interessante ressaltar que uma parcela significativa (43%) dos participantes é indiferente – o que não causa surpresa, uma vez que o consumidor brasileiro de maneira geral não tem muito conhecimento a respeito dos veículos de

marcas chinesas. Supõe-se que grande parte dos respondentes que demonstram indiferença não possuem referências ou informações suficientes a respeito dos produtos.

Em relação à intenção de compra da marca chinesa, 30% dos entrevistados responderam afirmativamente e 43% responderam negativamente. Dentre os que responderam positivamente, apenas 5% manifestaram forte concordância, ao passo que daqueles que responderam negativamente, 17% discordam fortemente e 27% dos entrevistados mostram-se indiferentes – sugerindo que o desconhecimento das características do automóvel dificulta a formação de opinião por parte do consumidor.

Na sequência, apresenta-se o modelo preditivo que objetiva estimar o efeito de cada variável independente (Etnocentrismo, Imagem, Qualidade, Gênero, Idade e Educação) na intenção de compra dos automóveis chineses. Definiu-se arbitrariamente o nível “discordo fortemente” da variável resposta como sendo a referência do modelo (*baseline*).

A fim de facilitar o entendimento da influência das variáveis na decisão de compra, apresenta-se na tabela 1 os coeficientes na variável resposta. Com base nestes valores, é possível calcular a probabilidade do o aumento ou diminuição na variável resposta, bem como da valência das relações entre as variáveis.

Tabela 1: Coeficientes da regressão logística

Intenção de compra	Imagem		Qualidade		Etnocentrismo	
	Coeficiente	Risco	Coeficiente	Risco	Coeficiente	Risco
Discordo fortemente (baseline)						
Discordo	-0,777	0,459	2,264	9,624	-0,154	0,857
Indiferente	-0,925	0,396	3,915	50,153	-0,700	0,496
Concordo	-0,869	0,418	4,500	90,100	-0,666	0,513
Concordo fortemente	-0,905	0,404	5,547	256,579	-1,183	0,306

Intenção de compra	Gênero		Idade		Educação	
	Coeficiente	Risco	Coeficiente	Risco	Coeficiente	Risco
Discordo fortemente (baseline)						
Discordo	-0,939	0,390	-0,011	0,989	-0,320	0,755
Indiferente	-1,291	0,274	-0,040	0,960	-0,859	0,423
Concordo	-1,655	0,191	-0,062	0,939	-1,290	0,275
Concordo fortemente	-2,927	0,053	-0,037	0,963	-2,632	0,071

Fonte: elaboração dos autores, com base nos dados coletados

Iniciando pela variável Imagem, seus coeficientes frente à Intenção de compra são negativos; assim, o aumento na percepção da Imagem leva à diminuição da probabilidade de uma resposta favorável na Intenção de compra.

Já o aumento da percepção da Imagem do país está relacionado à menor probabilidade de escolha (opções “indiferente”, “concordo” e “concordo fortemente”), por conta dos coeficientes negativos. Vale notar que este resultado não era inesperado: a literatura do Efeito País de Origem preconiza uma relação

positiva entre a Imagem e a Intenção de compra.

Por sua vez, a variável Etnocentrismo apresenta coeficientes negativos. Conclui-se que ela possui uma relação negativa com a variável resposta. A concordância em relação às afirmações etnocêntricas se reflete na diminuição da intenção de compra. Na direção oposta, a probabilidade de intenção de compra aumenta em 70% quando se passa de “discordo fortemente” para “concordo fortemente”. Estes resultados são esperados, uma vez que pode-se esperar que

indivíduos com comportamento etnocêntrico valorizam as marcas nacionais.

Quanto à variável Qualidade Percebida, os resultados corroboram o estudo de Chinen e Sun (2011), sendo um eficiente preditor da Intenção de compra. Quando as percepções em relação à qualidade do produto forem negativas, haverá uma diminuição da intenção de compra. De todas as variáveis independentes do modelo, a Qualidade percebida influencia de maneira mais intensa a intenção de compra.

Em relação à variável Gênero, de maneira geral o sexo feminino apresenta menor

Intenção de compra, em comparação ao gênero masculino. Já a variável Idade apresenta coeficientes negativos: um incremento na idade resultará na diminuição da intenção de compra. Por fim, observa-se uma relação inversa da variável Educação: quanto mais instruído o respondente, menor será a probabilidade de compra.

Para melhor entendimento, elaborou-se a análise de sensibilidade, por meio da qual é possível estimar as probabilidades de cada nível de Intenção de compra de acordo com as variáveis explicativas.

As equações utilizadas são:

Probabilidade do evento = $1 / (1 + e^{-z})$, onde z é a combinação linear:

$$z = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p$$

Para cada nível de Intenção de compra, elabora-se um cálculo da probabilidade. Por exemplo, para “concordo fortemente”:

$$z = -1,183 \text{ (A)} -0,905 \text{ (B)} +5,547 \text{ (C)} -2,927 \text{ (D)} -0,037 \text{ (E)} -2,632 \text{ (F)}$$

Aplicando estas equações à Intenção de compra, passando de “discordo fortemente” para “concordo fortemente” para o caso de um homem de 30 anos, com Ensino superior,

indiferente em relação ao etnocentrismo e em relação à imagem do país, e que demonstra concordância em relação à qualidade do produto:

$$z = -1,183(3) -0,905(3) +5,547(5) -2,927(1) -0,037(30) -2,632(3) = -3,55 -2,72 +27,74 -2,93 -1,12 -7,90 = 9,52$$

$$P = 1 / 1 + e^{(-9,52)} = 0,9999$$

Neste exemplo, a probabilidade da variável resposta passar de “discordo fortemente” para “concordo fortemente” é de quase 100%.

Num segundo exemplo, suponhamos que as variáveis sejam mantidas, exceto a qualidade do automóvel que agora é “discordo fortemente”.

$$\begin{aligned} z &= -1,183(3) - 0,905(3) + 5,547(1) - 2,927(1) - 0,037(30) - 2,632(3) \\ &= -3,55 - 2,72 + 5,55 - 2,93 - 1,12 - 7,90 = -12,67 \\ P &= 1 / 1 + e^{-(-12,67)} = 0,000003144 \end{aligned}$$

Neste segundo exemplo, a probabilidade da variável resposta passar de “discordo fortemente” para “concordo fortemente” é quase nula.

Estas equações permitem estimar o impacto das variáveis preditoras na Intenção de compra, e podem ser utilizados de forma a monitorar a resposta do consumidor.

5. Conclusões e considerações finais

Nos últimos anos, vem aumentando o interesse pelos produtos chineses no Brasil, especialmente depois do anúncio de grandes investimentos das montadoras. Estes novos players competem com empresas consolidadas e enfrentam barreiras de entrada importantes.

A pesquisa analisou as variáveis relacionadas à compra de veículos chineses, e discutiu os principais desafios enfrentados pelas montadoras. Em especial, analisou-se se os estereótipos negativos poderiam influenciar negativamente o comportamento de compra.

A pesquisa avaliou as interações entre as variáveis Imagem do País, Qualidade, Etnocentrismo e Raiz Étnica, e as variáveis relacionadas ao perfil dos participantes: Gênero, Idade, Escolaridade, Classe socioeconômica e quantidade de filhos. Seis variáveis apresentaram influência na intenção de compra: Etnocentrismo, Idade, Educação, Gênero, Imagem do país e Qualidade.

Já as variáveis Etnocentrismo, Idade, Educação e Gênero apresentam relações leves ou moderadas com a variável resposta, encontrando-se indícios de que elas podem influenciar de maneira inversa a intenção de compra. Este resultado indicaria, por exemplo, que um indivíduo com

comportamento etnocêntrico, bem como o consumidor mais velho e mais instruído, têm menor intenção de compra.

Curiosamente, os dados coletados revelam uma relação levemente inversa entre a Imagem do país e a Intenção de compra. Uma melhor Imagem do país resulta na menor Intenção de compra. Este resultado contraria a teoria básica do Efeito País de Origem, bem como os achados de Almeida e Drovout (2009) e Lazzari, Milan e Slongo (2014), que indicam que os estereótipos negativos são capazes de prejudicar a decisão de compra.

Foram corroborados os resultados de Chinen e Sun (2011) em relação à variável Qualidade, que tem forte influência positiva na Intenção do compra, o que indica um comportamento racional por parte do consumidor brasileiro frente à percepção de qualidade.

Vale lembrar, ainda, que a qualidade não abrange unicamente o automóvel, mas também todos os serviços vinculados ao produto. De maneira particular ao setor, o fornecimento de bons serviços de reposição de peças e revisões é crucial para que o cliente avalie de forma positiva o produto. Vale notar que alguns respondentes confirmaram esta percepção, ao notar que existe um certo desconforto em relação a estes serviços. Esta é uma preocupação genuína, principalmente quando se considera que muitos consumidores utilizam seu automóvel diariamente. De qualquer forma, os resultados do presente estudo indicam a necessidade de envidar esforços para conhecer as necessidades do cliente e desenvolver estratégias voltadas à sua satisfação.

Vale lembrar que desenvolver um produto com desempenho excepcional, por si só, pode não ser suficiente. É preciso desenvolver, paralelamente, ações de Marketing para que o consumidor se familiarize com as marcas e valorize os

atributos dos produtos. O feedback mais frequente dos participantes neste estudo foi em relação à falta de familiaridade com os automóveis chineses, que com frequência impediu a avaliação da qualidade dos produtos.

REFERÊNCIAS

- [1]. AHMED, S.; D'ASTOUS, A. Antecedents, moderators and dimensions of country-of-origin evaluations. *International Marketing Review*, v.25, n.1, p. 75-106, 2008.
- [2]. ALMEIDA, F.; DROVOUT, H. O efeito país de origem de produtos na percepção de executivos franceses e brasileiros. *Gestão & Regionalidade*, v.25, n.73, p. 48-98, 2009.
- [3]. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE PESQUISA (ABEP). Critério Brasil 2015 e atualização da distribuição de classes para 2016. Disponível em: <<http://www.abep.org/criterio-brasil>>. Acesso em: 6 ago. 2016.
- [4]. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (ANFAVEA). Anuário da Indústria Automobilística Brasileira, 2016.
- [5]. AYROSA, E. Imagem de país: uma escala para avaliar atitudes relativas a países. *Revista Universidade Rural: Série Ciências Humanas*. Rio de Janeiro, 1998.
- [6]. BILKEY, W.; NES, E. Country-of-origin effects on product evaluations. *Journal of International Business Studies*, vol.13, p.89-100, 1982.
- [7]. CHINEN, K.; SUN, Y. The effects of country-of-origin on buying behavior: a study of the attitudes of United States consumers to Chinese-brand automobiles. *International Journal of Management*, v.28, n.2, p. 553-563, 2011.
- [8]. DALY, H. Globalization Versus Internationalization: Some Implications. *Global Policy Forum*, 1999. Disponível em: <<http://www.globalpolicy.org/globaliz/econ/herman2.htm>>. Acesso em: 17 mai. 2016.
- [9]. DIAS, S. *Gestão de Marketing*. São Paulo: Editora Saraiva, 2004.
- [10]. ENGEL, J.; BLACKWELL, R.; MINIARD, P. *Comportamento do Consumidor*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.
- [11]. GABRIEL, L. et al. Uma análise da indústria automobilística no Brasil e a demanda de veículos automotores: algumas evidências para o período recente. IV Encontro Internacional da Associação Keynesiana Brasileira (AKB), Rio de Janeiro, ago. 2011.
- [12]. GUILLERMIN, F.; BOMBARDIER, C.; BEATON, D. Cross-cultural adaptation of health-related quality of life measures: literature review and proposed guidelines. *J. Clin Epidemiol*, vol. 46, nº. 12, p. 1417-1432, 1993.
- [13]. HAN, C. Country image: halo or summary construct? *Journal of Marketing Research*, v. 26, p. 222-229, 1989.
- [14]. HOWARD, J.; SHETH, J. *The theory of buyer behavior*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1969.
- [15]. IBOPE. Futebol é 'maior paixão' para 77% dos brasileiros, aponta pesquisa Ibope. *Jornal da Globo*, 2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com/brasil/noticia/2012/12/futebol-e-maior-paixao-para-77-dos-brasileiros-aponta-pesquisa-ibope.html>>. Acesso em: 21 abr. de 2016.
- [16]. JACOB, J.; KAPLAN, L. The components of perceived risks. *Third Annual Conference of the Association for Consumer Research*, 1972.
- [17]. LAZZARI, F.; MILAN, G.; SLONGO, L. Efeito país de origem: um estudo sobre a percepção de profissionais de comércio internacional sobre a China. *Desenvolvimento em questão*, n.26, p. 293-319, Editora Unijuí, 2014.
- [18]. OBERMILLER, C.; SPANGENBERG, E. Exploring the effects of country-of-origin labels: An information processing framework. *Advances in Consumer Research*, vol. 16, p. 454-459, 1989.
- [19]. POPADIUK, S. O processo de envolvimento na compra de um produto. São Paulo: *Revista de Administração* v.28, n.2, 1993.
- [20]. SAMIEE, S. Customer evaluation of products in a global market. *Journal of International Business Studies*, v.25, n.3, p. 579-604, 1994.
- [21]. SANTOS, A.; PINHÃO, C. Polos automotivos brasileiros. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n.10, p.173-200, set. 1999.
- [22]. SANTOS, A.; BURITY, P. Complexo automotivo. BNDES Setorial: Edição Especial, nov. 1997.
- [23]. SARTI, F.; BORGHIL, R. Características econômicas e tendências competitivas do setor automobilístico no Brasil. *Agendas tecnológicas setoriais (ATS): Automotivo*, São Paulo, 2012.
- [24]. SILVA, C. Brasil pode receber mais nove fábricas de automóveis. *O Estado de S. Paulo*,

2012. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,brasil-pode-receber-mais-nove-fabricas-de-automoveis-imp-,949947>>. Acesso em 21 abr. 2016.

[25]. SOLOMON, M. Consumer behavior: buying, having and being. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

[26]. ORGANISATION INTERNACIONALE DES CONSTRUCTEURS D'AUTOMOBILES (OICA). Website oficial, Economic Contributions. Disponível em: <<http://www.oica.net/category/economic-contributions/>>. Acesso em: 31 mar. 2016.

Capítulo 8

APRECIACÃO ERGONÔMICA DE CINTOS DE SUSTENTAÇÃO UTILIZADOS EM ROÇADEIRAS LATERAIS MOTORIZADAS: PARÂMETROS PARA O DESIGN DE ACESSÓRIOS MAIS CONFORTÁVEIS

Daniel Augusto Ferrari

João Eduardo Guarnetti Dos Santos

Luis Carlos Paschoarelli

Gabriel Henrique Cruz Bonfim

Resumo: Nos últimos anos tem se notado considerável aumento no número de aquisições de equipamentos manuais portáteis destinados ao setor florestal, agrícola e paisagístico. Simultaneamente observa-se também crescimento significativo no número de pesquisas relacionadas a fatores ergonômicos envolvendo o uso desses equipamentos. Dentro desse contexto este estudo teve como objetivo investigar características de conforto em cintos de sustentação de roçadeiras laterais motorizadas. Vinte sujeitos, divididos em dois grupos, foram convidados a realizar um experimento de usabilidade simulando uma atividade com roçadeiras, utilizando dois diferentes tipos de cintos de sustentação (um convencional e outro com atributos ergonômicos). Após experimentação os participantes foram convidados a responderem sobre questões envolvendo o conforto do acessório e sucessivamente preencher um diagrama de desconforto postural. Os resultados demonstraram que o cinto com atributos ergonômicos demonstrou-se mais confortável, segundo opinião dos utilizadores. Outros experimentos, levando em conta situações reais de trabalho, serão realizados no sentido de investigar sobre prováveis influências de variáveis, vinculadas ao equipamento e ao ambiente físico, que possam interferir sobre o conforto no efetivo uso do produto.

Palavras-chave: ergonomia; conforto; postura; cintos de sustentação; roçadeiras

1. INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos, a globalização da economia somada a altas demandas produtivas tem proporcionado considerável aumento no consumo de equipamentos manuais motorizados, facilitando assim diversas atividades profissionais e amadoras.

Com relação a produtos manuais ligados a tarefas agrícolas, florestais e de jardinagem, observou-se um crescimento de 13% entre o período de abril de 2015 a abril de 2016 (ABIMAQ, 2016).

Por outro lado, crescem os problemas de ordem ergonômica, haja visto o considerável número de estudos científicos que tem relacionado a atividade laboral com esses equipamentos.

Sobretudo no ramo agrícola, setor que tem requisitado grande variedade de produtos portáteis (roçadeiras, motosserras, pulverizadores), nota-se que os distúrbios musculoesqueléticos estão entre os problemas mais frequentes dentre todas as lesões e doenças não fatais identificadas em trabalhadores, principalmente naqueles que se envolvem em práticas de trabalho intensivo (FATHALLAH, 2010; MCCURDY et al., 2003; MEYERS et al., 1997; VILLAREJO, 1998; VILLAREJO & BARON, 1999).

As roçadeiras laterais motorizadas, equipamentos utilizados em diversas áreas que carecem de manutenção agrícola,

paisagística ou florestal, estão entre os equipamentos que mais tem demandado estudos de ordem ergonômica.

Com base nesta conjuntura a pesquisa em questão buscou investigar níveis de satisfação relacionados ao conforto ou desconforto de cintos de sustentação utilizados nesta classe de equipamentos, pois o *design* destes acessórios podem influenciar diretamente na manutenção da postura nesta atividade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ATIVIDADE COM ROÇADEIRAS LATERAIS MOTORIZADAS

Uma Roçadeira lateral motorizada caracteriza-se num equipamento manual provido de um motor a combustão que transmite energia mecânica a um sistema de corte (lâminas de aço ou fios de nylon) por meio de uma haste rígida. Nesta haste estão fixados o suporte de sustentação e o suporte das empunhaduras. A interface de ligação entre corpo do operador e máquina é denominada arnês ou cinto de sustentação.

Estes equipamentos oferecerem diversos riscos, exigem resistência e habilidade dos operadores e, além de possuírem peso considerável, variando entre 6 a 13 Kg, demandam destreza na tarefa de vesti-los, balanceá-los e opera-los.

Figura 1 – Operador de roçadeira lateral motorizada, cinto de sustentação e seus componentes.

Segundo Knibbs (2014), os jardineiros profissionais americanos, utilizadores de diversos tipos de equipamentos manuais motorizados, estão expostos a uma grande variedade de perigos no local de trabalho e se enquadram entre as maiores estatísticas de lesões e mortalidade.

Bo e Shusen (2017) relatam que a falta de habilidade e a fadiga causam lesões ocupacionais ao profissional que opera roçadeiras motorizadas e classificam os danos na atividade em 2 tipos:

- - Lesões crônicas: doenças musculoesqueléticas nas costas, pescoço e ombro, causadas principalmente pela má postura, paralisia do membro superior, síndrome do túnel do carpo, doença de *Reynaud*, causada pela vibração, além da perda auditiva, ocasionada por ruído excessivo.
- - Acidentes causados pela falta de segurança: desequilíbrio do corpo, quedas causadas pelo peso da máquina e fadiga do operador, acidentes causados pelo rebote da lâmina em contato com materiais sólidos e ferimentos causados por lâminas ou ramos vegetais, também originários de fadiga ou descuido do operador.

2.2 POSTURA E DISTÚRBIOS MUSCULOESQUELÉTICOS ENVOLVENDO ARNESES E SIMILARES

Não foram encontrados, até o momento, estudos que tratam de experimentos que relatem conclusões sobre conforto ou usabilidade de cintos projetados para roçadeiras laterais motorizadas. Sendo assim pesquisas sobre experimentos com produtos e sistemas análogos foram necessários para que fosse possível obter parâmetros iniciais.

Alguns estudos realizados sobre tensões na coluna vertebral e lombar ocasionadas pela utilização de mochilas de uso militar foram evidenciados por Knapik et al., (2004); Lafiandra et al., (2004a); Lafiandra et al., (2004b); Quesada et al., (2000) e Holeyijn & Lotens, (1992). Dentre os pontos a serem considerados está a forma com que os arneses de sustentação são projetados. Southard & Mirka (2007), avaliaram propostas de melhorias em arneses de mochilas utilizadas por funcionários da NASA, onde suas atividades eram realizadas em posturas

não neutras. Os resultados possibilitaram que propusessem algumas recomendações como: manter o centro da massa da mochila junto ao corpo bem como equilibra-la, além de buscar direcionar as forças verticais para cintos ou hastes projetadas lateralmente de modo a transferir as cargas para a pélvis. Concluíram que ao transferir mais carga da mochila diretamente para a bacia as forças musculares necessárias para suportar a carga são reduzidas.

Holeyijn & Lotens (1992), também observaram que um “cinto de anca” diminui a atividade muscular na cintura escapular, uma vez que a pélvis é menos sensível à pressão de contato do que os ombros. Além disso, estes autores verificaram que um sistema de suspensão mais rígido melhora o controle da carga, pois o sistema move-se em resposta ao movimento do torso do indivíduo, que transfere mais carga vertical para os quadris.

Em um estudo realizado por Golriz et al., (2014), que avaliou a postura corporal com o uso de mochilas universitárias, concluiu que o esforço percebido medido no pescoço, ombro, parte superior e extremidade inferior das costas, diminuíram com o uso de um cinto de quadril. Certificou-se também que a pressão das alças foi reduzida nas regiões do ombro e na parte superior das costas.

Em um experimento com roçadeiras costais motorizadas Bo e Shusen (2017) relataram que a pressão das alças sobre os ombros do operador é constante. Concluindo que o aumento na área de contato nesta região pode diminuir a pressão do equipamento sobre os ombros. Sendo assim, os autores propõem que estes elementos devam possuir entre 5,5 a 6,9 centímetros de largura.

Em um estudo que relacionou postura e conforto no uso de mochilas escolares Ramadan e Al-shayea (2013) constataram que, apesar de efeitos com mochilas pesadas utilizadas em longo prazo ainda serem desconhecidos, seu peso excessivo pode causar pressão sobre os nervos da nuca, podendo assim levar a espasmos musculares. Neste mesmo estudo os autores desenvolveram um novo modelo de mochila, provido de material estofado na região dos ombros e que, ao mesmo tempo, proporcionava em seu *design* compartimentos tanto na região costal como na frontal, movimentando o centro gravitacional do

acessório para próximo do corpo. Os resultados apontaram que os participantes do experimento se demonstraram mais satisfeitos com o novo *design*, além de apresentarem diminuição do esforço nos músculos reto abdominal, musculo eretor espinhal e redução dos custos cardíacos, se comparados aos sujeitos que realizaram o experimento com uma mochila escolar convencional.

2.3 CONFORTO

Segundo a ISO 9241-11 (ISO, 1998) o conforto é definido pela presença de atitudes positivas que o usuário sente quando usa um produto e o quão é aceitável em relação ao desejo de atingir os seus objetivos.

Segundo Linden, Guimarães e Tabasnik (2005) *apud* (BERETTA, 2015), o conforto é um conceito subjetivo, dependendo em grande parte da percepção do indivíduo que está experimentando a situação, não existindo uma definição universalmente aceita. Smith, Andrews e Wawrow (2006) relatam que o conforto é uma construção subjetiva sendo complexa de se interpretar, medir e definir, devido a sua natureza psico-fisiológica.

Soltinho (2006) classifica o conforto em quatro aspectos:

- - Conforto térmico, atributo que tem com função proteger o indivíduo do frio ou calor e, simultaneamente, permitir a transferência de umidade.
- - Conforto psicológico, alcançado através de fatores estéticos, sociais e culturais.
- - Conforto sensorial, causado pelo contato mecânico e térmico entre o tecido e a pele.
- - Conforto ergonômico, ligado essencialmente a geometria do vestuário (cortes, costuras, forma de modelagem e tabelas antropométricas).

O mesmo autor salienta que o conforto sensorial é o resultado da quantidade de tensões de contato geradas no tecido e da forma como se distribuem na pele. Este contato pode ser estático ou dinâmico. Afirmar também que o atrito entre os fios usados e o peso do vestuário causa perdas de energia mecânica e este mesmo atrito, em certas condições, pode irritar a pele, podendo provocar sensações negativas descritas na

forma de adjetivos como: picante, arranhante e pegajoso.

Sendo assim, estudos sobre os tipos de materiais, bem como a mensuração de áreas de contato de cintos de sustentação de roçadeiras laterais motorizadas tornam-se indispensáveis, pois podem alterar o conceito dos usuários em relação ao conforto do acessório podendo, consequentemente, influenciar na boa postura durante seu uso.

3. OBJETIVOS

Este estudo tem como objetivo investigar níveis de conforto no uso de dois diferentes cintos de sustentação de apoio duplo nos ombros, utilizados em roçadeiras laterais motorizadas, através de breve simulação da atividade e preenchimento de questionários.

4. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 MATERIAIS

- - 01 Roçadeira lateral motorizada, motor 2 tempos, 1,62hp, pesando exatos 9 Kg (com metade da capacidade de combustível em seu tanque);
- - 01 Cinto de sustentação com apoio duplo nos ombros (Modelo A);
- - 01 Cinto de sustentação com apoio duplo nos ombros (Modelo E);
- - 01 Manequim masculino modelo nº 42;
- - 02 câmeras filmadoras da marca "Sony", modelo "Handycam DCR SX21"(com tripés);
- - *Software "Autodesk Auto-Cad 2017"* versão estudantil. (Cálculo da área de contato)
- - Diagrama de Corlett e Manenica (1980);
- - Questionário com questões específicas referentes à satisfação do usuário.

4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foram utilizados 2 diferentes tipos de cintos de sustentação direcionados a roçadeiras laterais motorizadas, um com desenho usual e outro com atributos ergonômicos.

A princípio fez-se necessário realizar uma breve investigação sobre os tipos de cintos mais utilizados, seu funcionamento básico, materiais empregados, além de realizar a mensuração das áreas de contato com o corpo, utilizando-se de um manequim padrão. Os resultados serviram de parâmetros para que se pudesse dar prosseguimento a segunda etapa da pesquisa.

A segunda etapa do experimento contou com a participação de vinte sujeitos, sendo divididos igualmente em 2 grupos (usuários do cinto modelo “A” e “E”). Todos do gênero masculino, com idade variando entre 18 e 38 anos (média = 22,8 e d.p. = 5,56). Todos os participantes, no momento da coleta, alegaram possuir plenas condições físicas e mentais para realização do experimento, lendo e assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (CAAE: 44196815.8.0000.5663).

A coleta dos dados foi obtida, individualmente, no laboratório de informática, localizado nas dependências da Etec “Antônio de Pádua Cardoso”, município de Batatais – SP.

Após vestir o cinto e empunhar a máquina, o sujeito era convidado a simular os movimentos típicos do equipamento em funcionamento, por exatos 3 minutos. É oportuno ressaltar que o mecanismo manteve-se desligado durante todo o experimento.

Após este procedimento o sujeito era convidado a preencher o Diagrama de Corlett e Manenica (1980) e um breve questionário contendo 2 questões relacionadas a satisfação sobre o conforto da interface experimentada e um campo, com preenchimento optativo, para sugestões.

5. APRECIÇÃO DO PRODUTO

5.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

Os “cintos de apoio duplo nos ombros” é, indubitavelmente, a categoria mais utilizada no mercado, sendo possível encontra-lo em diversas variações de formas e materiais.

Segundo a ISO 11806-1 (ISO, 2011) este modelo de cinto deve ser utilizado em roçadeiras laterais que excedam o peso de 7,5 kg. Funcionam basicamente com três elementos de apoio que, se ajustados adequadamente, distribuem a carga do equipamento entre: ombros, tórax esquerdo, peito e costas do usuário. Finalmente, elementos de ligação das alças se unem a um acessório de apoio lateral denominado “*hip pad*”, ou simplesmente “*pad*” este, responsável por sustentar o gancho que se conecta a máquina e, ao mesmo tempo, proteger o contato direto entre a haste do equipamento e a perna direita do operador (Figura 1).

5.2 MODELO “A”

O cinto modelo “A” apresenta características bem similares aos padrões encontrados no mercado. Suas alças de apoio para ombros possuem modesta camada de espuma aparente, concebida para ser redirecionada de acordo com a anatomia dos ombros do utilizador (Figura 2). Sua alça de apoio lateral (abdômen esquerdo) é constituída de fitas em material polimérico, sem tipo algum de estofamento ou revestimento, assim como os demais elementos responsáveis pela junção dos acessórios. Seus elementos costal e peitoral, responsáveis pela união, centralização e distribuição das cargas despendidas pelo equipamento, são fabricados em plásticos rígidos sem tipo algum de estofamento ou revestimento. As mesmas características de materiais são estabelecidas ao pad.

Figura 2 – Cinto de sustentação de apoio duplo nos ombros modelo A.

5.3 MODELO “E”

O cinto modelo “E”, ainda que pertença a mesma marca fabricante do produto modelo “A”, não é habitualmente comercializado no país e foi adquirido através de um site internacional de comércio eletrônico, pois chamou a atenção da equipe de pesquisa, devido ao seu grande apelo publicitário, pois enfatiza diversos atributos ergonômicos (Figura 3).

Suas alças de apoio para os ombros são ligeiramente mais largas que o acessório modelo “A”, mantendo-se a mesma largura em toda a extensão das costas. Ademais este elemento possui estofamento com o dobro da espessura do modelo “A”. As mesmas características podem ser atribuídas a alça de apoio lateral (abdômen esquerdo). É válido ressaltar que, neste elemento, há duas opções de engate, pois o projeto considera o volume dos seios femininos. Sendo assim, o engate abaixo da presilha peitoral foi concebido para usuários do sexo feminino (Figura 3) e o engate na própria presilha peitoral, para utilizadores do sexo masculino. Ainda que tal inovação seja vista com bons olhos é importante ressaltar que no Brasil é bastante raro o uso deste produto por usuários do sexo feminino.

Em relação a presilha frontal não foi observado a ocorrência de quaisquer tipos de revestimento ou estofamento neste elemento, fato este que pode trazer certo desconforto aos usuários.

Seu elemento costal traz uma notável inovação, pois além atingir toda a extensão da coluna vertebral, provavelmente com a intensão de estabiliza-la, a peça possui três orifícios que possibilitam variações de regulagens de acordo com a estatura do utilizador. No entanto, tal elemento não apresenta qualquer tipo de acabamento interno. Torna-se importante salientar que, no experimento em questão, nenhum dos sujeitos alteraram o posicionamento inicial de ajuste este, permanecendo na posição intermediária.

É provável que o maior “aprimoramento ergonômico” do produto “E” esteja na inserção de um cinto de quadril. Arrisca-se ser simplório, todavia a ocorrência de cintos específicos para roçadeiras com apoio para os quadris é surpreendentemente incomum no mercado brasileiro.

Enfim, seu *pad* de proteção, possui um espessa camada estofada em seu lado interior, o que provavelmente pode trazer maior conforto na operação.

Figura 3 – Cinto de sustentação de apoio duplo nos ombros modelo E.

5.4 MATERIAIS E ÁREAS DE CONTATO

Conforme abordado na revisão de literatura o conforto sensorial torna-se essencial para definição de parâmetros de modelagem de vestuários.

No que se refere a categoria de cintos de sustentação de roçadeiras laterais motorizadas a vestimenta deverá suportar considerável carga proporcionada pelo equipamento, viabilizando assim segurança e estabilidade ao usuário. Além disso, é fato notório que o acessório em questão sempre será vestido por cima das vestes do operador, sendo assim é improvável afirmar o tipo de vestuário que será utilizado antes de cada

operação, o que leva a concluir que o *design* do produto deve oferecer maior conforto, através de formas anatômicas, aplicação de materiais leves e macios, além do emprego de processos de fabricação mais aprimorados.

O cinto modelo “A” emprega, em sua maior parte, materiais simples a base de polipropileno (em forma de fitas) e polietileno (elementos de ligação) sem qualquer estofamento ou revestimento, com exceção das áreas localizadas nas regiões dos ombros. (Tabela 1). Sendo assim as áreas de contato sem acabamento que se aproximam do contato com a pele é maior do que áreas revestidas ou estofadas. (Tabela 2).

Tabela 1 - Cintos de sustentação - tipos de materiais e regiões de contato com o corpo

Regiões de contato	Elementos	Cinto - A	Cinto - E
Ombros	Estofamento das alças	Manta - XPE - FOAM ¹	Manta - ETHAFOAM ²
	Espessura do estofamento das alças (milímetros)	6	12
	Revestimento das alças		Tecido - Lona Poliester 550g
	Largura das alças (milímetros)	70	95
Abdómen esquerdo	Estofamento das alças		Manta - ETHAFOAM ²
	Espessura do estofamento das alças (milímetros)	-	5
	Revestimento das alças (milímetros)	Fita PP ³	Tecido - Nylon 600
	Largura das alças (milímetros)	24	80
Quadris	Estofamento dos cintos de quadril		Manta - ETHAFOAM ²
	Espessura do estofamento dos cintos		12
	Revestimento dos cintos		Tecido - Lona Poliester 550g
	Largura dos cintos (milímetros)		100
Femor direito (parte externa)	<i>Pad</i> de proteção da perna	HDPE ⁴	HDPE ⁴
	Acabamento interno <i>Pad</i>	-	Tecido <i>Corino</i> ⁵ + Espuma PU D20 ⁶
Costa 1	Elementos de ligação das alças	LDPE ⁷	HDPE ⁴
Peitoral	Elementos de ligação das alças	POM ³	HDPE ⁴
	Presilhas	POM ⁸	HDPE ⁴
	Reguladores	POM ⁸	POM ⁸
-	Larguras das Fitas de ligação (milímetros)	PP ³ - 50 e 24	PP ³ - 25, 39 e 18
Espuma de polietileno reticulado Espuma flexível de polietileno de baixa densidade Fita polipropileno Polietileno de alta densidade		Couro sintético Espuma poliuretano - densidade 20 Polietileno de baixa densidade ⁸ Polióxido de metileno	

O cinto modelo “E” é constituído por regiões estofadas, a base de espuma flexível e revestidas em *nylon* e *poliester*, em grande parte de seus elementos (Tabela 1). Obviamente, a probabilidade de contato com

áreas não revestidas, diminui. Por possuir alças mais amplas e um cinto de quadril, naturalmente sua área de contato com o corpo do operador é maior (Tabela 2).

Tabela 2 - Cintos de sustentação – Área de contato com o corpo

Elementos do cinto	Regiões de contato	Tecidos, músculos e ossos envolvidos	CINTO - A Peso 432g		CINTO - E Peso = 1453g	
			Região com estofamento (mm ²)	Região sem estofamento (mm ²)	Região com estofamento (mm ²)	Região sem estofamento (mm ²)
Alças	Ombros	Pele. músculo trapézio. músculo deltoide. músculo infra-espinal. clavícula, acrômio. umero e músculo peitoral maior	42000	17000	78885	0
Alça (apoio lateral esquerdo)	Lateral esquerda do torax	Pele. músculo grande dorsal. músculo serrátil anterior. músculo redondo maior	0	9600	24400	210
Presilha Peitoral	Peitoral	Pele. músculo peitoral maior, grande reto abdominal e osso esterno	0	12020	0	11829
Elemento Costal de ligação das alças	Costal	Pele. músculo rombóide maior. músculo espinal do torax e coluna vertebral (região torácica)	0	11586	0	23755
Fitas de ligação com PAD	Lateral direita: dorsal, abdominal e quadril	Pele. músculo oblíquo externo. músculo latíssimo dorsal	0	17160	0	7125
PAD	Femoral e quadril direito	Pele. músculo vasto lateral direito. músculo tensor da fáscia lata. tecido trato iliotibial e crista ilíaca	0	36220	20978	0
Cinto (apoio dos quadris)	Quadris - cintura	Pele. músculo glúteo máximo. Músculo oblíquo externo do abdômen. músculo tensor da fáscia lata, músculo latíssimo dorsal. músculo reto do abdômen e crista ilíaca	0	0	77000	6045
Sub-total			42000	103586	201263	48964
Total - Áreas com e sem estofamento			145586		250227	

Nota - Dimensões analisadas utilizando-se de um manequim masculino nº 42

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 QUESTÕES REFERENTES A SEGURANÇA E CONFORTO

As questões propostas aos participantes tiveram como propósito estabelecer melhor compreensão sobre alguns atributos considerados importantes para esse tipo de produto.

A primeira questão (Gráfico 1) referia-se a oferta de “estabilidade e segurança” dos

produtos analisados. As respostas foram dispostas em categorias, objetivando simplificar a interpretação dos dados.

Ainda que o produto modelo “E” demonstrasse algumas características que levassem os utilizadores a pensarem ser mais seguro em relação ao acessório modelo “A”, a opinião dos utilizadores se demonstraram praticamente iguais.

Gráfico 1 – Frequência de respostas referente a afirmativa: O cinto de sustentação me oferece estabilidade e segurança.

É plausível que fatores relativos a localização do experimento (laboratório), equipamento desligado e o curto tempo de experimentação, possam não ter sido suficientes para que os sujeitos pudessem avaliar tais atributos com maior cautela.

A segunda afirmativa, de cunho negativo, fazia referência ao efetivo “conforto” que o produto proporcionou após os 3 minutos de utilização (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Frequência de respostas referente a afirmativa: O cinto de sustentação não é confortável.

Na afirmativa em questão nota-se um considerável número de participantes do experimento com o cinto “E” (5 indivíduos) que discordaram totalmente da negativa, isto é, concordando com o pleno conforto que o produto oferece. Por outro lado, um número significativo de participantes que realizaram o experimento com o acessório modelo “A” apontaram uma considerável tendência em concordar com a negativa.

6.2 DADOS DOS DIAGRAMAS

Os dados dos diagramas de Corlett e Manenica foram sintetizados (Figura 4 e 5) de maneira que pudessem ser evidenciadas regiões com maiores ocorrências de

apontamentos (círculos) e gravidade de desconforto (média aritmética representada por cores).

Os utilizadores do cinto modelo “A” apontaram uma parcela considerável de queixas (nível 2,5) na região lombar, seguido de menores apontamentos (nível 2) na região dos ombros. Finalmente algumas indicações de desconforto (nível 1) nas regiões das mãos e punhos (Figura 4).

A ausência de um apoio para os quadris pode ter trazido uma sobrecarga na região lombar, o que fez com que os sujeitos buscassem auxílio de outros membros para que pudessem manter o equipamento em sustentação, tencionando assim mãos, punhos, braços e ombros.

Figura 4 – Resultados do Diagrama de Desconforto Postural de Corlett e Manenica aplicado aos utilizadores do cinto modelo “A”. Média de intensidade de desconforto e frequência de apontamentos.

Os sujeitos que realizaram o experimento com o cinto modelo “E” relataram algumas queixas (nível 0,5) na região cervical, mais especificamente no músculo trapézio esquerdo, além de 3 relatos (nível 0,5) na região lombar esquerda (Figura 5).

O acessório modelo “E”, com maior número de áreas revestidas e estofadas em contato com o corpo (Tabela 2), possivelmente proporcionou melhor distribuição da carga dependida pelo equipamento, o que fez diminuir consideravelmente o número de

queixas na região torácica. Também é provável que a inserção de um cinto de apoio aos quadris possa ter aliviado a sobrecarga nestas regiões corroborando assim com os estudos propostos por Southard & Mirka (2007) e Holewijn & Lotens (1992). No entanto,

seu considerável peso (aproximadamente 1Kg a mais que o acessório modelo "A") (Tabela 2) possa ter sobrecarregado as regiões dos músculos trapezoidais próximos a região cervical.

Figura 5 – Resultados do Diagrama de Desconforto Postural de Corllet e Manenica aplicado aos utilizadores do cinto modelo E. Média de intensidade de desconforto e frequência de apontamentos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo avaliar dois diferentes modelos de cintos de sustentação destinados a roçadeiras laterais motorizadas sob uma perspectiva de conforto.

O referido experimento demonstrou que a aplicação de atributos ergonômicos no *design* de cintos de sustentação de roçadeiras laterais motorizadas não só podem trazer diferenças positivas em relação a satisfação dos usuários, mas também oferecer efetivas melhorias no conforto durante o uso do equipamento.

Foi possível certificar que a ampliação de áreas estofadas onde hajam maiores concentrações de cargas (alças e cinto), desde que respeitados os padrões

anatômicos, podem trazer resultados positivos no sentido de reduzir o desconforto na operação.

A aplicação de materiais mais leves também devem ser consideradas no projeto dessa classe de produtos, pois podem aumentar seu peso, o que pode contribuir para uma sobrecarga física a quem os utiliza.

Em suma, o experimento constatou que o projeto de cintos de sustentação de roçadeiras, sendo aprofundado em parâmetros ergonômicos, pode trazer redução de desconforto e consequentemente auxiliar na melhoria da postura dos utilizadores.

Pesquisas futuras serão realizadas, levando em consideração situações reais da atividade,

com o propósito de desvendar sobre possíveis influências de variáveis do ambiente e do equipamento, que possam de alguma

forma, interferir direta ou indiretamente sobre o conforto na efetiva utilização.

REFERÊNCIAS

- [1]. ABIMAQ - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS (Org.). Anuário ABIMAQ: Câmara Setorial de Equipamentos Motorizados para Manutenção de Grama e Jardim e Máquinas Portáteis para Manejo Florestal. São Paulo: Public, 2016.
- [2]. BERETTA, Elisa Maragon. Obtenção e aplicação de microcápsulas de eicosano em espumas de poliuretano visando o conforto térmico em assentos para cadeiras de rodas. 2015. 173 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.
- [3]. BO, Li ; SHUSEN, Li . Research on Security of Improved Design of Knapsack Brush Cutter. International Journal of Simulation Systems, Science & Technology, Nottingham - UK, p. 1-5, jan. 2017. Disponível em: <<http://ijssst.info/Vol-17/No-1/paper36.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2017.
- [4]. FATHALLAH, Fadi A. Musculoskeletal disorders in labor-intensive agriculture. Applied ergonomics, [S.L.], v. 41, n. 6, p. 738-743, 2010.
- [5]. GOLRIZ, Samira et al. The effect of hip belt use and load placement in a backpack on postural stability and perceived exertion: a within-subjects trial. Ergonomics, [s.l.], v. 58, n. 1, p.140-147, 30 set. 2014. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00140139.2014.960010>.
- [6]. HOLEWIJN, M., LOTENS, W. The influence of backpack design on physical performance. Ergonomics, [S.L.], v.35, n.1, p.149-157, 1992.
- [7]. ISO 9241-11. 1998. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs). Part 11: Guidance on usability. Geneva, Switzerland, International Organization for Standardization.
- [8]. ISO 11806-1.2011. Agricultural and forestry machinery -Safety requirements and testing for portable, hand-held, powered brush-cutters and grass-trimm
- [9]. KNAPIK, J., REYNOLDS, K., HARMAN, E. Soldier load carriage: historical, physiological, biomechanical, and medical aspects. Mil. Med. [S.L.], v.169, n.1, p.45-56, 2004.
- [10]. LAFIANDRA, MICHAEL; HARMAN, EVERETT. The distribution of forces between the upper and lower back during load carriage. Medicine and science in sports and exercise,[S.L.], v. 36, n. 3, p. 460-467, 2004a.
- [11]. LAFIANDRA, M., HARMAN E., LYNCH, S. The effect of walking grade and backpack mass on the forces exerted on the hips and shoulders by the backpack. United States Army Research Institute of Environmental Medicine, Natick, MA 01760, 2004b.
- [12]. LINDEN, J. C. S. V. D.; GUIMARÃES, L. B. M.; TABASNIK, R. Conforto e desconforto são construtos opostos? In: III Congresso Internacional de Pesquisa em Design, Rio de Janeiro; Anped (Associação nacional de Pesquisa em Design), 2005
- [13]. LUKE D. KNIBBS. Occupational hazards to the health of professional gardeners, International Journal of Environmental Health Research, 24:6, 580-589, 2014, DOI: 10.1080/09603123.2014.883594
- [14]. MEYERS, J.M., MILES, J.A., FAUCETT, J., JANOWITZ, I., TEJEDA, T.G., KABASHIMA, J.N. Ergonomics in agriculture: workplace priority setting in the nursery industry. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. [S.L.], v.58, n.2, p.121-126, 1997.
- [15]. MCCURDY, S.A., SAMUELS, S.J., CARROLL, D.J., BEAUMONT, J.J., MORRIN, L.A. Agricultural injury in California migrant Hispanic farm workers. Am. J. Ind. Med.[S.L.], v.44, n.3, p.225-235, 2003.
- [16]. QUESADA, P.; MENGELKOCH, L.; HALE, R.; SIMON, S. Biomechanical and metabolic effects of varying backpack loading on simulated marching. Ergonomics, [S.L.], v.43, n.3, 293-309, 2000.
- [17]. RAMADAN, Mohamed Z.; AL-SHAYEA, Adel M.. A modified backpack design for male school children. International Journal Of Industrial Ergonomics, Riyadh, v. 43, n. 1, p.462-471, abr. 2013.
- [18]. SOUTHARD, Stephanie A.; MIRKA, Gary A. An evaluation of backpack harness systems in non-neutral torso postures. Applied ergonomics, [S.L.], v.38, n.5, p.541-547, 2007.

[19]. SMITH, J. Well-being and health from age 70 to 100: findings from the Berlin Aging Study. *European Review*. Vol. 9, 2001, p. 461-77

[20]. SOUTINHO, H. F. C., Design funcional de vestuário interior. 2006. 223f. Tese (Mestrado) Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga – Portugal, 2006.

[21]. VILLAREJO, D. Occupational injury rates among hired farm workers. *J. Agric. Saf. Health*, [S.L]. v.1, n.1, p.39-46, 1998.

[22]. VILLAREJO, D., BARON, S.L. The occupational health status of hired farm workers. *Occup. Med.* [S.L], v.14, n.3, p.613-635, 1999.

Capítulo 9

ANÁLISE QUANTITATIVA DA POPULAÇÃO DE GRADUADOS, MESTRES E DOUTORES NO BRASIL: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Érica Werneck Duarte Melo

Quézia Manuela Gonçalves Laurindo

Gustavo Henrique Naves Givisiez

Resumo: O artigo analisa a população de ensino superior (graduados, mestres e doutores) no Brasil através de dados provenientes da realização da busca de artigos nas bases de pesquisa ISI Web of Science e SCOPUS Elsevier e dados do CGEE (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos), IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), Ministério da Educação e outros documentos. Atributos como sexo, cor ou raça, área de conhecimento, região e categoria administrativa foram analisados. Foi possível constatar que a proporção de ingressantes na Graduação no Brasil, tanto na categoria administrativa privada quanto na pública, tem maior representação pelo sexo feminino, o mesmo acontece com a população de mestres. Já com a população de doutores ocorre o inverso, ou seja, há maior predominância do gênero masculino. O número de ingressantes, na maioria das áreas de conhecimento, é superior à média dos países que compõem a OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico). No que se refere aos mestres e doutores, estão mais concentrados na região sudeste, sendo os brancos os maiores representantes dessa categoria.

Palavras-chave: demografia dos negócios; ensino superior no Brasil; população de graduados, mestres e doutores

1. INTRODUÇÃO

A existência de uma população com apropriados níveis de educação e qualificação profissional, capaz de se adaptar aos crescentes avanços da tecnologia no processo de trabalho e dos bens e serviços, é indispensável para o desenvolvimento de um país, para sua competitividade e para a qualidade de vida de seus cidadãos (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2012).

Visto que, a população que possui ensino superior desempenha um importante papel para o desenvolvimento e inovação de um país, atingir níveis satisfatórios de educação e qualificação profissional é um dos maiores desafios para o Brasil. E, quanto maior for o nível de formação de um indivíduo, maior a probabilidade deste contribuir para o avanço e a difusão de conhecimentos tecnológicos (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2010).

Desse modo, a proposta é permitir a divulgação de informações quantitativas sobre a população de ensino superior (graduados, mestres e doutores) no Brasil, através de dados provenientes do CGEE (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos), IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e

Estatística) e Ministério da Educação. Além disso, o objetivo é realizar a busca de artigos nas bases de pesquisa ISI Web of Science e SCOPUS Elsevier sobre a população de ensino superior no Brasil. Os dados consideram atributos como: sexo, cor ou raça, área de conhecimento, região e categoria administrativa.

2. METODOLOGIA

A metodologia aplicada trata-se de busca de documentos nas bases de pesquisa ISI Web of Science e SCOPUS Elsevier, e busca de dados demográficos divulgados por fontes, como: CGEE, IBGE e Ministério da Educação.

A pesquisa nas bases utilizou como palavras-chave: “Business Demography”, “Population of Higher Education” e “Higher Education in Brazil”. O recorte temporal das buscas em ambas as bases corresponde ao período de 2006 a 2016. Aplicou-se o filtro de tipo de documento, restringindo a pesquisa apenas para artigos de periódicos.

A Figura 1 mostra a busca nas bases ISI Web of Science e SCOPUS Elsevier, utilizando os termos selecionados para a pesquisa, bem como as associações entre os termos.

Figura 1 - Esquema de pesquisa das palavras-chave na base ISI Web of Science e SCOPUS Elsevier.

Fonte: O autor

Inicialmente, a busca foi realizada com os termos de forma individual. Posteriormente, foi

feita a pesquisa considerando cada uma das interseções entre dois termos, e, por último,

foi realizada uma busca correspondente aos três termos, de forma conjunta.

Nas duas bases não foi encontrado nenhum documento com a associação dos termos “*Business Demography*” e “*Higher Education in Brazil*”, bem como nenhum registro que associasse os três termos. De forma geral, a base SCOPUS Elsevier retornou maior número de registros se comparado à base ISI Web of Science.

Na base ISI Web of Science, a palavra-chave “*Business Demography*” retornou 265 registros. O termo “*Population of Higher Education*”, por sua vez, retornou o maior número de resultados, que foram 20.230. Já o termo “*Higher Education in Brazil*” retornou 1.609 resultados. A associação das palavras-chave “*Business Demography*” e “*Population of Higher Education*” retornou 4 documentos. Por fim, a junção dos termos “*Population of Higher Education*” e “*Higher Education in Brazil*” retornou 567 registros.

Já na base SCOPUS Elsevier, a palavra-chave “*Business Demography*” retornou 1.784 registros. O termo “*Population Higher Education*”, por sua vez, retornou o maior número de resultados, que foram 30.695. Já o termo “*Higher Education in Brazil*” retornou 7.638 resultados. A associação das palavras-chave “*Business Demography*” e “*Population Higher Education*” retornou 47 documentos e, por fim, a junção dos termos “*Population Higher Education*” e “*Higher Education in Brazil*” retornou 835 registros.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. DEMOGRAFIA DE NEGÓCIOS

O termo demografia de negócios, segundo HAKKERT (2006), trata-se de um conjunto de técnicas e métodos práticos cujo proveito deriva de aplicações comerciais ou em negócios. Segundo o autor, o uso de informação demográfica é um dos elementos-chave na determinação de áreas geográficas, ou grupos populacionais definidos segundo outros critérios, onde uma companhia poderá encontrar maior campo para seus produtos e serviços ou para definir estratégias de marketing diferenciadas segundo as predicações de distintos segmentos de mercado.

A capacidade de dimensionar com maior precisão os processos e fenômenos sociais, quantificando o que estes representam numa

perspectiva mais ampla, é a característica mais interesse nessa área. Isso corrobora para o estabelecimento de ordens de prioridades e a formulação de melhores políticas (JOSÉ RIBEIRO SOARES GUIMARÃES, 2006).

3.2. ENSINO SUPERIOR NO BRASIL

O ensino superior no Brasil iniciou sua organização mais metódica a partir de 1934 com a fundação da Universidade de São Paulo, evento este, que representa uma condição de história recente no cenário educacional, contudo, não se pode deixar de registrar que o pós-guerra colocou o Brasil numa condição de país que mais expandiu seu sistema de educação, não apenas do nível básico, mas também da educação superior (FRANCO, 2008).

Já Goldemberg (1993) afirma que a herança da escravidão cria obstáculos para a evolução do sistema educacional no Brasil, que de acordo com Artes e Ricoldi (2015), tem o ensino marcado pelas desigualdades no acesso, no progresso e na conclusão para as diferentes etapas da educação básica e do ensino superior. Para os autores as razões que corroboram para isso estão relacionadas a fatores como cor/raça dos estudantes. Diferenças importantes entre indicadores educacionais de negros e brancos são observadas desde a primeira etapa do sistema educacional brasileiro.

A Pós-graduação no Brasil passa por um intenso processo de crescimento, diversificação e amadurecimento, atingindo uma escala e padrão de qualidade que a distingue entre as nações emergentes (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2010).

As próximas seções se referem respectivamente a dados quantitativos da população de graduados, mestres e doutores no Brasil.

3.2.1. POPULAÇÃO DE GRADUADOS NO BRASIL

A idade média de diplomação em graduação seria um indicador que expressaria a precocidade ou a postergação da conclusão da graduação no Brasil, com vistas a contribuir para a avaliação da eficácia das políticas para o ensino superior. Uma vez que

não basta apenas ampliar o número de vagas e facilitar o acesso dos grupos mais desfavorecidos, é preciso fazer com que o percurso em uma graduação se realize em A Tabela 1 apresenta a evolução no número de matrículas no ensino superior brasileiro por sexo e cor/raça nos anos de 1988 e 2008.

um tempo hábil para que o indivíduo possa, com a maior antecedência possível, contribuir para o desenvolvimento da sociedade e se realizar profissionalmente (NEVES, 2016).

Tabela 1 - Taxa bruta de matrícula no ensino superior Brasileiro, por Sexo e Cor/Raça em 1988 e 2008.

	TAXA BRUTA DE MATRÍCULA (%)		VARIACÃO (%)
	1988	2008	
Mulheres brancas	12,4	39,9	221,7
Mulheres negras	4,1	20	387,8
Homens brancos	12,3	31,7	157,7
Homens negros	3,1	13	319,3

Fonte: Artes e Ricoldi (2015).

Na associação cor/raça e sexo, Tabela 1, mostra que no período analisado, a taxa bruta de matrículas de negros apresentou o maior crescimento, porém com variação de frequência ainda expressivamente menores do que os brancos, independentemente do sexo. Isso leva a um pensamento que há uma demanda muito aquém do esperado para o acesso dos negros ao ensino superior.

Para se obter dados correspondentes a educação superior, utiliza-se como ferramenta uma publicação anual cujo objetivo é apresentar à sociedade em geral, informações estatísticas extraídas do Censo da Educação Superior, o qual é realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas

Educacionais Anísio Teixeira (Inep), por meio da Diretoria de Estatísticas Educacionais (Deed/Inep).

O Resumo Técnico da Educação Superior 2013 é uma das ferramentas de divulgação de dados coletados nas instituições de educação superior (IES), pelo Censo com o propósito de publicar as principais estatísticas de educação superior, além de contribuir na formulação e no acompanhamento de políticas públicas do setor (INEP/DEEP, 2013).

Com base em dados extraídos no resumo citado, o número de matrículas para cursos de graduação em instituições privadas apresentou-se maior que nas instituições públicas, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Evolução do Número de Matrículas de Graduação, por Categoria Administrativa – Brasil – 2009-2013. Fonte: Censo da Educação Superior. Inep/Deed.

De acordo com dados presentes na figura acima, o crescimento observado nas matrículas de graduação da categoria pública (municipal, estadual, federal) variou 7,9% de 2010 para 2011; 6,9% de 2011 para 2012; e 1,8% de 2012 a 2013. Em relação à categoria privada, observa-se crescimento de 4,9% de 2010 para 2011; 3,5% de 2011 para 2012 e 4,5% de 2012 a 2013.

É possível, também, fazer uma análise considerando o ingresso de alunos por sexo e categoria administrativa (pública e privada) em áreas gerais do conhecimento, conforme apresentado pela Tabela 3. A categoria “Não Aplicável” presente na tabela acima corresponde à Área Básica de Ingresso. Além

disso, “F” representa a porcentagem de indivíduos do sexo feminino e “M” aos indivíduos do sexo masculino.

Pode-se observar na Tabela 2 que, na categoria privada, 57,2% são do sexo feminino e 42,8% do sexo masculino. Os percentuais observados na categoria pública para o sexo feminino e masculino são respectivamente 51,4% e 48,6%. As áreas gerais do conhecimento que apresentam os maiores percentuais de ingressos para o sexo feminino são as áreas de “Saúde e Bem-Estar Social” e “Educação”, representando na categoria privada 76,6% para ambas as áreas e na categoria pública, 70,7% e 59,9%, respectivamente.

Tabela 2 - Número Total e Percentual de Ingressos em Cursos de Graduação, por Categoria Administrativa (Pública e Privada) e Sexo, segundo a Área Geral do Conhecimento – Brasil – 2013.

Área Geral do Conhecimento	Total Geral			Categoria Administrativa					
				Pública			Privada		
	Total	%F	% M	Total	%F	% M	Total	%F	% M
Total Geral	2.742.950	56,1	43,9	531.846	51,4	48,6	2.211.104	57,2	42,8
Agricultura e Veterinária	56.957	47,8	52,2	29.088	48,5	51,5	27.869	47,1	52,9
Ciências Sociais, Negócios e Direito	1.133.115	56,9	43,1	117.224	52,8	47,2	1.015.891	57,4	42,6
Ciências, Matemática e Computação	177.229	29,8	70,2	58.945	32,5	67,5	118.284	28,5	71,5
Educação	468.747	71,2	28,8	152.397	59,9	40,1	316.350	76,6	23,4
Engenharia, Produção e Construção	402.978	31,9	68,1	81.176	34,9	65,1	321.802	31,1	68,9
Humanidades e Artes	65.359	55,3	44,7	17.232	55,2	44,8	48.127	55,3	44,7
Saúde e Bem-Estar Social	341.340	75,7	24,3	50.218	70,7	29,3	291.122	76,6	23,4
Serviços	83.550	59,8	40,2	12.242	55,3	44,7	71.308	60,5	39,5
Não aplicável ¹	13.675	49,1	50,9	13.324	48,8	51,2	351	61,8	38,2

Fonte: Censo da Educação Superior. Inep/Deed.

Observando o sexo masculino, a área geral do conhecimento que registra o maior percentual de ingressos é a área de “Ciências, Matemática e Computação”, nas duas categorias administrativas. Sendo que na categoria privada o percentual encontrado é 71,5% e na categoria pública é 67,5%.

A Tabela 3 mostra o número de indivíduos que ingressaram em instituições públicas (federal, estadual e municipal) e instituições privadas, por meio de processo seletivo das próprias instituições ou pelo Enem (Exame Nacional do Ensino Médio), no Brasil e em cada região geográfica para o ano de 2013. Conforme dados dessa tabela, o total de alunos que ingressaram em cursos de graduação no ano de 2013 no Brasil corresponde a 2.742.950. Deste total, o sexo feminino representa 57,2% dos ingressantes no ensino superior privada e o sexo masculino

representa apenas 42,8% dos ingressantes nessa categoria. Os números correspondentes a categoria pública para o sexo feminino e masculino são respectivamente 51,4% e 48,6%.

Quanto às áreas gerais do conhecimento, as que apresentaram os maiores índices de ingressos de pessoas do sexo feminino foram “Saúde e Bem-Estar Social” e “Educação”, com percentual de 76,6% para as duas áreas de conhecimento na categoria privada, e na categoria pública, 70,7% e 59,9%, respectivamente.

Já os indivíduos do sexo masculino apresentaram maiores percentuais de ingresso nas áreas de conhecimento “Ciências, Matemática e Computação”, com parcela de 71,5% dos ingressos na categoria privada e 67,5% na categoria pública.

Tabela 3 - Número de Ingressos por Processo Seletivo e por meio do Enem nos Cursos de Graduação Presencial, por Categoria Administrativa, segundo a Região Geográfica – Brasil, 2013.

Brasil/ Região Geográfica	Ingressos (por Processo Seletivo)	Categoria Administrativa				
		Total	Federal	Estadual	Municipal	Privada
Brasil	Total	1.951.696	274.455	135.803	46.948	1.494.490
	Enem	414.062	149.870	15.049	1.117	248.026
	%	21,2	54,6	11,1	2,4	16,6
Norte	Total	125.596	30.818	8.315	1.365	85.098
	Enem	20.608	10.527	212	6	9.863
	%	16,4	34,2	2,5	0,4	11,6
Nordeste	Total	377.142	85.195	36.542	5.923	249.482
	Enem	96.569	61.858	10.439	10	24.262
	%	25,6	72,6	28,6	0,2	9,7
Sudeste	Total	967.610	83.424	59.616	16.824	807.746
	Enem	212.385	46.102	1.598	101	164.584
	%	21,9	55,3	2,7	0,6	20,4
Sul	Total	277.062	46.952	20.310	19.044	190.756
	Enem	43.958	20.085	1.187	1.000	21.686
	%	15,9	42,8	5,8	5,3	11,4
Centro-Oeste	Total	204.286	28.066	11.020	3.792	161.408
	Enem	40.542	11.298	1.613	-	27.631
	%	19,8	40,3	14,6	-	17,1

Fonte: Censo da Educação Superior. Inep/Deed.

3.2.2. POPULAÇÃO DE PÓS-GRADUADOS NO BRASIL – MESTRES E DOUTORES

Instituída em meados dos anos 60, a pós-graduação no país tem se expandido e ampliado sua abrangência quanto às áreas do conhecimento, dez anos depois o número de cursos na pós-graduação brasileira já caminhava para um milhão (VELLOSO, 2004).

O desenvolvimento do país depende, cada vez mais, da presença de uma população educada, com maiores níveis de qualificação profissional, capaz de se adequar aos avanços tecnológicos (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2012).

O país conta com mais de meio milhão de mestres e cerca de 190 mil doutores, como foi

identificado pelo Censo Demográfico de 2010, e essa população, altamente qualificada, tem aumentado, o que beneficia o alcance dos padrões satisfatórios da educação (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2012).

Conforme apresentado pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2012), o Censo de 2010 permitiu estimar um total de 517 mil mestres e 187 mil doutores residindo no Brasil no ano de 2010.

A Figura 3 mostra dados referentes ao total de mestres e doutores por sexo no Brasil em 2010.

Figura 3 - Número de mestres e doutores total e por sexo, Brasil, 2010.

Fonte: Censo da Educação Superior. Inep/Deed.

De acordo com dados da figura acima, o número de mulheres entre os mestres mostra-se ligeiramente superior ao número de homens com esse título, em contrapartida, na população de doutores, a participação dos homens é maior que a participação das

mulheres, correspondendo a 57,30%, sendo a participação das apenas de 42,70%.

No que corresponde a faixa etária de mestres e doutores entre 24 e 65 anos de idade por região do Brasil, a Figura 4 apresenta os resultados.

Figura 4 - Número de mestres e doutores na faixa etária entre 24 e 65 anos de idade por região, Brasil, 2010.

Fonte: IBGE (Censo Demográfico 2010). Elaborado pelo Núcleo de RHCTI do CGEE com base nos resultados da amostra do Censo 2010.

A região sudeste apresenta mais de 50% tanto para mestres como doutores dentro da faixa etária analisada, seguida pelas regiões sul, nordeste, centro-oeste e norte.

A Figura 5 indica a participação de indivíduos por cor ou raça nas populações de mestres e doutores, em percentual, no ano de 2010.

Figura 5 - Participação de indivíduos de cada cor ou raça entre mestres, doutores e população total, Brasil, 2010 (%).

Fonte: IBGE (Censo Demográfico 2010). Elaborado pelo Núcleo de RHCTI do CGEE com base nos resultados da amostra do Censo 2010

Como pode ser observado na figura, a quantidade de indivíduos brancos é superior, tanto na população de mestre como na de doutores; seguidos pelos pardos, pretos, amarelos e indígenas com percentuais expressivamente inferiores.

A Figura 6 mostra dados da população de mestres e doutores no Brasil, por área de conhecimento. Os dados então em percentual e referem-se ao ano de 2010. De acordo com a figura, o maior número de mestres e doutores, por volta de 25% deles, formou-se

em “ciências sociais, negócios e direito”. Depois dessa, as categorias com maiores concentrações de mestres e doutores são “Saúde e bem estar social” e “ciências, matemática e computação”, com 12% dos mestres e 20% dos doutores.

As categorias “engenharia, produção e construção” e “humanidades e artes”, representam respectivamente cerca de 11% e 9% dos mestres e dos doutores. Na área de serviços formaram-se apenas 1,69% dos mestres e 0,84% dos doutores.

Figura 6 - Distribuição de mestres e doutores por áreas do conhecimento em que obtiveram seus títulos, Brasil, 2010 (%).

Fonte: Elaborado pelo Núcleo de RHCTI do CGEE com base nos resultados da amostra do Censo 2010.

As instituições de ensino dividem-se em categorias administrativas, sendo estas públicas (estadual e federal) e particulares. A

Figura 7 mostra a distribuição de títulos de mestrado por categoria administrativa.

Figura 7 - Número de títulos de mestrado por natureza jurídica da instituição, Brasil, 1996-2009..

Fonte: Coleta Capes (Capes, MEC). Elaboração do Núcleo de RHCTI do CGEE

De acordo com dados mostrados na figura acima, pode-se concluir que a categoria administrativa federal possui uma demanda de títulos de mestrado superior as demais;

seguida pelas naturezas jurídicas estadual particular. A categoria administrativa federal cresceu de 1996 a 2006, apresentou uma queda no ano de 2007 e depois voltou a

crescer nos períodos seguintes. A natureza jurídica estadual apresentou comportamento semelhante à categoria anteriormente abordada, porém com queda no ano de 2004, voltando a crescer posteriormente. Já a categoria particular cresceu em todo o período analisado.

As instituições de ensino dividem-se em categorias administrativas, sendo estas públicas (estadual e federal) e particulares. A Figura 8 mostra a distribuição de títulos de doutorado por categoria administrativa.

FIGURA 8 - Número de doutores titulados no Brasil por natureza jurídica das instituições, 1996-2008.

Fonte: Coleta Capes (Capes, MEC).

Conforme apresentado na figura acima, é possível perceber que a categoria administrativa estadual liderou até o ano de 2005, sendo ultrapassada pela categoria federal a partir desse período. A natureza administrativa particular apresentou números potencialmente inferiores às demais em todo o período analisado.

4. CONCLUSÃO

O estudo realizado permitiu um levantamento de dados sobre a população de ensino superior (graduados, mestres e doutores) no Brasil. Embora seja passível de reconhecimento os avanços no que se refere à educação superior no Brasil, os dados que foram apresentados neste trabalho apontam a baixa representatividade da raça preta na população de graduados, mestres e doutores, o que significa que há uma demanda muito aquém do esperado, fato que abre espaço para discussão sobre a democratização do acesso.

Foi possível constatar que a proporção de ingressantes na Graduação no Brasil, tanto na categoria administrativa privada quanto na pública, tem maior representação pelo sexo feminino, o mesmo acontece com a população de mestres. Já com a população de doutores ocorre o inverso, ou seja, há maior predominância do gênero masculino. No que tange a área de concentração da população de mestres e doutores, a pesquisa identificou que a região sudeste apresenta mais de 50% dessa população entre 24 e 65 anos, seguida pelas regiões sul, nordeste, centro-oeste e norte.

Pode-se, ainda, abordar que na graduação o número de matrículas na categoria administrativa particular supera o número de matrículas na natureza jurídica pública (municipal, estadual e federal). O mesmo não ocorre no mestrado e doutorado, ou seja, a categoria administrativa pública (estadual e federal) lidera.

Conforme apresentado ao longo do artigo, uma população com maior grau de instrução

é indispensável para o desenvolvimento de uma sociedade e contribui para o avanço e a

difusão de conhecimentos tecnológicos.

REFERÊNCIAS

- [1]. ARTES, A.; RICOLDI, A. M. Acesso de negros no ensino superior: o que mudou entre 2000 e 2010. *Cadernos de Pesquisa*, v. 45, n. 158, p. 858–881, 2015.
- [2]. BRASIL. INEP/DEEP. **Resumo Técnico: Censo da Educação Superior 2013**. 2013. 82 p.
- [3]. CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (Org.). **Doutores 2010: Estudos da demografia da base técnico-científica brasileira**. Brasília: Cgee, 2010. 511 p.
- [4]. CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (Org.). **Mestres 2012: Estudos da demografia da base técnico-científica brasileira**. Brasília: Cgee, 2012. 432 p.
- [5]. FRANCO, A. D. P. Ensino Superior no Brasil : cenário , avanços e contradições. *Jornal de Políticas Educacionais*, v. 4, p. 53–63, 2008.
- [6]. GOLDEMBERG, J. O repensar da educação no Brasil. *Estudos Avançados*, v. 7, n. 18, p. 65–137, 1993.
- [7]. JOSÉ RIBEIRO SOARES GUIMARÃES (Org.). **Demografia do negócios: campo de estudo, perspectivas e aplicações**. Campinas: Dadá Marques, 2006. 318 p.
- [8]. NEVES, Alan Vítor Coelho. Aplicação da Técnica de Singulate Mean Age At First Marriage para o cálculo da idade média de obtenção do diploma de graduação – Brasil, 1991, 2000 e 2010. In: VII Congreso de la asociación latino americana de población e xx encontro nacional de estudos populacionais, 2016, Foz do Iguaçu/pr. **Congresso**. Foz do Iguaçu/PR, 2016.
- [9]. VELLOSO, J. Mestres e doutores no país: destinos profissionais e políticas de pós-graduação. *Cadernos de Pesquisa*, v. 34, n. 123, p. 583–611, 2004.
- [10]. HAKKERT, Ralph. *Demografia de negócios: campo de estudo, tendências e possibilidades*. 2006.

Capítulo 10

PREVISÃO DE VENDAS ATRAVÉS DE MÉTODOS QUANTITATIVO E QUALITATIVOS PARA UMA EMPRESA DE PEQUENO PORTE EM MACEIÓ: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DE ADAPTAÇÃO DOS MÉTODOS

Lays Marina Ferreira Marques

Júlia Santos Humberto

Laryssa Ramos de Holanda

Resumo: Diante dos desafios do mercado, uma forma estratégica de planejamento de suas ações futuras para as organizações é através dos métodos de previsão de vendas. Adotar modelo de previsão proporciona a empresa estabilidade e competitividade, sendo possível manter os estoques de produtos de acordo com a demanda dos consumidores, reduzindo desperdícios e aumentando a produtividade. É possível encontrar a demanda de vendas através de métodos qualitativos e métodos quantitativos. O objetivo desse trabalho é aplicar dois métodos de previsão de vendas: qualitativos de opiniões de executivos e força de venda; e um quantitativo de regressão simples não linear com a função exponencial em uma empresa de produtos e serviços de limpeza em maceió, para o período de junho de 2017 a maio de 2018. Os resultados encontrados nas previsões de demandas dos produtos da empresa foram comparados, verificando-se uma variação muito grande entre eles. Durante comparação foi visto uma variação nos resultados dos métodos utilizados, contudo com os estudos e análises da relação de cada previsão com as vendas dos anos anteriores foi concluído que o método quantitativo utilizado é o mais viável para a empresa.

1 INTRODUÇÃO

Devido aos avanços tecnológicos com o desenvolvimento de máquinas e equipamentos modernos nos últimos tempos é fácil abrir uma loja ou empresa, assim disponibilizando a população serviços ou produtos. Esta facilidade de inserção no mercado, torna o mesmo cada vez mais competitivo e gera uma ameaça para as organizações já existentes. Contudo, a partir do planejamento das ações tomadas no futuro as organizações podem se adaptar aos desafios dessas mudanças tecnológicas.

Uma dessas ações tomadas é a previsão da demanda futura nas vendas, que segundo Gaither e Fraizer (2006) é considerada de muita importância, pois é o ponto de partida para todas as outras ações na gestão estratégica da produção e operações. Contudo, uma das principais contribuições da previsão é fornecer informações para o controle de estoques, permitindo que os recursos produtivos estejam disponíveis na quantidade, momento e qualidade adequada.

De acordo com Tubino (2000), para encontrar a demanda esperada de vendas de uma organização existem dois métodos: os métodos qualitativos e os métodos quantitativos. As técnicas qualitativas utilizam as opiniões dos próprios integrantes da empresa sobre a previsão final, e são consideradas historicamente as mais utilizadas na prática para estimativa de vendas. Já os modelos quantitativos são modelos matemáticos que utilizam os dados históricos de vendas para encontrar a previsão futura.

Com isso, o presente trabalho foi realizado em uma empresa especializada em produtos e serviços de limpeza situada na cidade de Maceió com atuação no mercado desde 1997. Devido às dificuldades apresentadas para prever a quantidade de produtos que devem ser estocados, o objetivo do trabalho foi aplicar métodos de previsão: qualitativos de opiniões de executivos e opinião da força de vendas; e quantitativo de regressão com a função exponencial. As aplicações foram feitas para encontrar a demanda de vendas durante o período junho de 2017 a maio de 2018. Além disso, foi possível comparar os resultados obtidos e identificar através da comparação dos métodos de previsão o melhor a ser utilizado.

2. PREVISÃO DE DEMANDA

Segundo Peinado e Graeml (2007), é preciso haver um norte para que a administração da produção possa trabalhar, e tal direcionamento pode ser fornecido pela previsão de vendas. Para Chopra e Meindl (2003), a previsão da demanda futura é a base para todas as decisões estratégicas e de planejamento em uma cadeia de suprimento.

Um planejamento eficaz na previsão de demanda de vendas contribui de forma significativa para realização da reposição dos materiais no momento e na quantidade certa, e para que todas as demais atividades necessárias ao processo industrial sejam adequadamente programadas (MARTINS; LAUGENI, 2005). Para Moreira (2012), existem dois métodos de previsão de vendas: qualitativos e quantitativos. Ainda para o mesmo autor, os métodos podem ser classificados de acordo com critérios variados, no entanto a classificação mais comum é a que leva em consideração o tipo de abordagem utilizado, ou seja, o tipo de instrumentos e conceitos que formam a base da previsão.

2.1. MÉTODOS QUALITATIVOS

De acordo com Pinto e Mazzon (2006, apud ROSSETTO et. al, 2011), os métodos qualitativos objetivam transformar opiniões, conhecimentos e intuições em previsões de tendências futuras, isto é, são métodos baseados no julgamento e na experiência de pessoas. As técnicas qualitativas descritas por Moreira (2012) são: técnica Delphi, opiniões de executivos, opinião da força de vendas e pesquisas de mercado. Como apenas as técnicas qualitativas de opiniões de executivos e opiniões da força de vendas foram usadas, somente as mesmas serão abordadas.

2.1.1. OPINIÕES DE EXECUTIVOS

Segundo Gaither e Frazier (2006), esta técnica consiste na reunião de executivos com capacidade de discernimento, de vários departamentos da organização, formando um grupo que tem a responsabilidade de desenvolver uma previsão de vendas. O interesse é desenvolver em conjunto uma previsão, normalmente de longo prazo,

envolvendo alguns aspectos do planejamento estratégico da organização (MOREIRA, 2012).

2.1.2. OPINIÕES DE FORÇAS DE VENDAS

De acordo com Peinado e Graeml (2007), o método consiste em solicitar diretamente à força de vendas que forneça a estimativa de vendas em cada uma das regiões de atuação. Ainda para os mesmos autores, esta estimativa é agregada em um composto que passa a representar a previsão global de vendas.

2.2. MÉTODOS QUANTITATIVOS

Segundo Moreira (2012), os métodos quantitativos são aqueles que utilizam modelos matemáticos para chegar aos valores previstos. Estes métodos matemáticos são classificados em modelos causais e métodos de séries temporais (SLACK et al., 2009). Para Peinado e Graeml (2007), o método de séries temporais utiliza o histórico de demanda para prever o futuro, assumindo que os padrões de dados passados e apresenta características de nível, tendência, sazonalidade e aleatoriedade.

Já os modelos causais de acordo com Moreira (2012), elaboram a previsão a partir de uma relação de causa e efeito entre a variável de demanda, chamada de variável causal, e os fatores que possam alterar a mesma. Ainda para Moreira (2012), os modelos casuais mais utilizados são os métodos de regressão da demanda sobre a variável causal. Dentre os métodos de regressão, o utilizado no presente trabalho será a regressão não linear simples pela função exponencial. Desta forma, só a regressão não linear com a função exponencial será abordada.

2.2.1. REGRESSÃO SIMPLES NÃO LINEAR COM A FUNÇÃO EXPONENCIAL

De acordo com Moreira (2012), é possível encontrar a demanda futura a partir da função exponencial como mostra a equação 1.

$$Y = ab^x \quad (1)$$

Onde a e b são os parâmetros a serem determinados. Ainda para o mesmo autor, é necessário aplicar logaritmos a ambos os lados da equação exponencial. Assim resultando na equação 2.

$$\log Y = \log a + x \log b \quad (2)$$

Substituindo $\log Y$ por $\hat{Y}$, $\log a$ por A e $\log b$ por B , resultará exatamente na equação da reta, observando a transformação das variáveis (MOREIRA, 2012).

3. METODOLOGIA

O presente trabalho realizou um estudo de caso em uma empresa especializada em produtos e serviços de limpeza da cidade de Maceió. Segundo Gil (2008), um estudo de caso consiste no estudo profundo e trabalhoso de um ou poucos objetos, permitindo seu conhecimento vasto e detalhado. Além disso, este estudo tem natureza exploratória, porque visa proporcionar maior familiaridade com o problema, e descritiva, pelo fato de descrever a realidade como ela é.

A partir disto, o objetivo do trabalho foi definir a demanda de vendas da empresa através dos métodos qualitativos e quantitativos de previsão. Além da definição, foi realizada uma comparação entre os dois métodos, para encontrar o método com maior efetividade para a empresa. Nesse sentido, foi aplicado o método quantitativo de regressão com a função exponencial e os métodos qualitativos de opiniões dos executivos e opiniões da equipe de vendas. Junto ao método quantitativo, foi utilizado o *software Excel* para auxiliar nos cálculos de previsão de demanda dos produtos.

O estudo foi realizado com base nos registros de venda dos anos de junho de 2014 a maio de 2017, de maneira que não foi possível fazer a análise de anos anteriores uma vez que a empresa não possuía um sistema de gestão empresarial.

Os métodos aplicados seguem a metodologia de Moreira (2012). Para a aplicação do método quantitativo da regressão com a função exponencial foi necessário solicitar os registros de venda de junho de 2014 a maio de 2017. A partir dos registros, foram selecionados os trinta produtos com maior

índice de venda e em seguida foram separados de acordo com o número de vendas realizado a cada ano. O método quantitativo de regressão com a função exponencial foi escolhido uma vez que os registros de vendas dos últimos anos não apresentam um comportamento linear, utilizando-se esse modelo não-linear para fazer o ajuste da equação da reta, além da facilidade apresentada pelo método, por trabalhar apenas com duas variáveis.

Já para aplicar o método qualitativo foi necessário fazer o levantamento da opinião da equipe de vendas quanto a demanda esperada para cada produto estudado na época em questão. O mesmo foi feito para conseguir a opinião dos executivos.

4. DESENVOLVIMENTO

A empresa em estudo atua no ramo de higienização através da venda de produtos e serviços de limpeza na cidade de Maceió/AL. Fundada em 1997, a empreendimento é caracterizado como uma empresa de pequeno porte tendo no seu corpo de funcionários um contingente de 10 colaboradores. Tal empresa vem apresentando dificuldade para prever a quantidade de produtos que devem ser estocados para disponibilizar para as vendas, acarretando em acúmulo de produtos que não tem grande saída, e na falta de outros produtos com grande demanda, gerando clientes insatisfeitos por não serem totalmente atendidos.

As vendas são realizadas através do setor de telemarketing que é composto por 3 funcionárias, sendo nele feitas as cotações dos produtos e o agendamento de visitas para realização de testes de produtos e de

trabalhos externos. Já a gestão, é realizada por dois sócios, sendo um responsável pelo setor de compras e estoque e outro pelo setor financeiro.

A empresa apresenta uma grande variedade de produtos, entretando, os produtos selecionados para análise são os que obtiveram destaque de vendas durante o período considerado. Dessa forma, os produtos serão representados pela letra 'P' e totalizam 30 produtos.

Nesse contexto, para fazer a previsão de vendas durante o período de junho de 2017 a maio de 2018, foram analisados os dados históricos das vendas dos três últimos anos da empresa e as opiniões referentes a demanda esperada para cada produto estudado. Baseado nisso, utilizar o método quantitativo de regressão com a função exponencial e os métodos qualitativos de opiniões de executivos e equipe de vendas para realizar uma previsão de vendas e, por fim compará-los.

4.1. UTILIZAÇÃO DO MÉTODO QUALITATIVO: OPINIÕES DE EXECUTIVOS

A empresa possui um executivo responsável pela administração de mercadoria e controle de estoque. Para saber a demanda que o executivo espera para o período em estudo, foi aplicado um questionário contendo uma pergunta que abrangia a todos os produtos estudados.

- - Qual a demanda de vendas esperada para o produto P_n para o período de junho de 2017 a maio de 2018?

Onde n varia de 1 a 30, o que representa todos os produtos. Assim foram colhidas as respostas de cada funcionário da parte executiva, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Previsão de vendas esperada pelo executivo da empresa

Produto	Vendas	Produto	Vendas
P1	15.877	P16	2.032
P2	18.945	P17	4.149
P3	15.111	P18	3.617
P4	4.208	P19	4.590
P5	9.992	P20	3.571
P6	7.847	P21	3.374
P7	2.352	P22	2.572
P8	7.434	P23	3.322
P9	5.061	P24	3.279
P10	3.665	P25	2.360
P11	1.864	P26	2.251
P12	2.064	P27	3.346
P13	3.059	P28	2.872
P14	2.351	P29	2.221
P15	3.678	P30	1.728
Total de vendas			148.792

Fonte: Autores

Observa-se que a demanda total de vendas esperada para o ano de interesse é de 123.706 produtos.

4.2. UTILIZAÇÃO DE MÉTODO QUALITATIVO: OPINIÕES DE EQUIPE DE VENDAS

No setor de vendas, a fim de se conhecer as demandas de previsão de vendas para o período em estudo pelas funcionárias, foi aplicado o questionário. Com base nas respostas, foi feita uma média da demanda de vendas esperada da equipe de vendas, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2- Média de previsão esperada pela equipe de vendas

Produto	Vendas	Produto	Vendas
P1	15.070	P16	1.929
P2	17.982	P17	3.938
P3	14.343	P18	3.433
P4	3.994	P19	4.357
P5	9.484	P20	3.389
P6	7.448	P21	3.202
P7	2.232	P22	2.442
P8	7.056	P23	3.153
P9	4.804	P24	3.112
P10	3.479	P25	2.240
P11	1.770	P26	2.137
P12	1.959	P27	3.176
P13	2.903	P28	2.726
P14	2.231	P29	2.108
P15	3.491	P30	1.640
Total de vendas			141.226

Fonte: Autores

Observa-se que a demanda total de vendas esperada para o ano de interesse é de 128.199 produtos.

Durante os cálculos, algumas médias resultaram em uma previsão fracionada. Contudo, como um produto não pode ser vendido pela metade, foram utilizadas aproximações. Este procedimento foi utilizado para todos os outros produtos que tiveram o resultado dos cálculos fracionados.

4.3. UTILIZAÇÃO DO MÉTODO QUANTITATIVO: REGRESSÃO COM A FUNÇÃO EXPONENCIAL

Através da lista de vendas de cada ano, foi elaborada uma planilha de demanda de junho de 2014 a maio de 2017. A Tabela 3 apresenta as demandas dos anos estudados.

Tabela 2 – Demandas dos últimos três anos

Produto	Quantidade	Quantidade	Quantidade
	06/2014 a 05/2015	06/2015 a 05/2016	06/2016 a 05/2017
P1	7.775	13.961	13.455
P2	9.670	8.761	16.055
P3	10.165	18.847	12.806
P4	4.617	12.454	3.566
P5	4.123	7.242	8.468
P6	4.323	7.661	6.650
P7	940	1.875	1.993
P8	4.242	3.395	6.300
P9	3.923	5.580	4.289
P10	4.077	5.548	3.106
P11	1.335	1.912	1.580
P12	720	2.276	1.749
P13	4.093	4.728	2.592
P14	1.057	1.808	1.992
P15	3.746	2.344	3.117
P16	3.107	4.156	1.722
P17	4.568	756	3.516
P18	2.948	2.504	3.065
P19	1.588	2.855	3.890
P20	1.996	2.941	3.026
P21	1.752	2.201	2.859
P22	2.396	2.036	2.180
P23	852	2.984	2.815
P24	1.786	1.722	2.779
P25	1.283	2.365	2.000
P26	1.388	2.243	1.908
P27	1.011	1.518	2.836
P28	812	2.068	2.434
P29	1.116	2.100	1.882
P30	1.410	1.556	1.464
Σ	92.819	132.397	126.095

Fonte: Autores

Na Tabela 4, seguem os cálculos da demanda esperada a partir da sequência de vendas para o produto P1.

TABELA 3 - Sequência de vendas de P1

X	Y	log(Y)	a	b
1	7.775	8,959	6556,1705	0,2742
2	13.961	9,544		
3	13.455	9,507		

Fonte: Autores

O período de 06/2014 a 05/2015 foi substituído pelo número 1, 06/2015 a 05/2016 pelo número 2 e o ano de 06/2016 a 05/2017 pelo número 3. Seguindo a sequência, para os cálculos, o período de 06/2017 a 05/2018 será representado pelo número 4. Esta substituição facilita os cálculos, pois é mais viável equacionar um valor com numeração 1, 2, 3 e 4 para as operações matemáticas de divisão e multiplicação.

Com base nisso, foi desenvolvida a previsão de vendas do produto P1 para o período de interesse a partir das equações 1 e 2:

$$\log Y = \log a + X \log b$$

$$\log a = 8,7882: a = 6556,1705$$

$$\log b = 0,2742: b = 0,2742$$

$$Y = a.e^{bx}$$

$$Y = 19.634$$

Para determinar log a e log b, foram levados em consideração os valores de x e de ln Y através das funções *slope* e *forecast* linear do Excel, respectivamente. Conhecendo-se a e b, foi possível ser determinado log Y através da equação 1 e por fim, Y através da equação

2, que representa a quantidade de produtos que devem conter no estoque para satisfazer o período em estudo.

Portanto, a previsão de vendas para o período de 06/2017 a 05/2018 para P1 foi de 1.858 produtos. O valor obtido foi aproximado, uma vez que o valor real encontrado foi de 1.858,0855 produtos e esse produto não pode ser vendido de forma fracionada.

O valor encontrado a partir dos cálculos do método quantitativo escolhido pode ser considerado de grande importância no gerenciamento de estoque da empresa. Visto que pelo histórico de vendas 19.634 produtos de P1 serão vendidos durante o período em estudo, essa previsão pode auxiliar os gestores da empresa a determinar a quantidade de produtos que deve ter no estoque, sem que ocorra falta ou excesso. Por exemplo, seria inviável ter um estoque de P1 de 25.000 produtos sabendo que pelos dados históricos apenas 20.000 dos mesmos serão vendidos, isso implicaria em perda de produto e dinheiro.

Esses cálculos foram feitos para todos os 29 produtos restantes. A Tabela 5 apresenta os resultados para a previsão de demanda nas vendas durante junho de 2017 a junho de 2018.

TABELA 4 - Resultado da previsão de demandas nas vendas de junho de 2017 a maio de 2018

PRODUTO	VENDAS	PRODUTO	VENDAS
P1	19.634	P16	1.559
P2	18.396	P17	1.769
P3	16.991	P18	2.941
P4	4.554	P19	6.376
P5	12.987	P20	3.956
P6	9.290	P21	3.632
P7	3.223	P22	2.001
P8	6.674	P23	6.367
P9	4.969	P24	3.181
P10	3.144	P25	2.843
P11	1.884	P26	2.490
P12	3.451	P27	4.580
P13	2.335	P28	4.793
P14	2.943	P29	2.766
P15	2.508	P30	1.532
Total de vendas			163.767

Fonte: Autores

4.4. COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS

Através da aplicação dos métodos foi possível identificar diferentes resultados para a demanda de vendas esperada para o período de 06/2017 a 05/2018. Nesse sentido, os resultados apresentaram uma significativa variação na previsão para cada produto.

A fim de se obter uma melhor visualização dessa variação, foi realizada uma comparação entre o método quantitativo e os métodos qualitativos utilizados, tornando-se possível concluir qual o melhor método a ser aplicado. O Gráfico 1 mostra a comparação dos métodos.

GRÁFICO 1 - Método da regressão com a função exponencial e das opiniões das vendedoras e executivo

Baseado no gráfico, é possível visualizar que o método quantitativo aplicado mostrou ser mais otimista que as opiniões dos vendedores e do executivo em mais de 50% dos produtos avaliados, isto é, considerando que a previsão pelo método quantitativo seja o melhor método a ser aplicado, se a tomada de decisão sobre a quantidade em estoque ser a partir de métodos qualitativos, ocorrerá em falta de estoque para atender a toda a demanda. Isso pode ser observado no produto P17, que mostra uma previsão de demanda esperada em média 21% a mais pelo método quantitativo do que pelos métodos qualitativos.

Em contrapartida, o método quantitativo se mostrou pessimista para 9 produtos, significando que se a tomada de decisão for a partir dos métodos qualitativos, isso poderá implicar na ocupação de espaço com produtos parados, risco dos mesmos perderem a validade e na perda de dinheiro.

Observa-se também que para a equipe de vendas, os produtos P2, P9 e P24 apresentam previsão de demanda menor do que o esperado pelo método quantitativo e pelo executor. Por fim, o produto P2 é o que mais varia entre a opinião do executivo e da equipe de vendas, com uma diferença de 963 produtos. Essa variação se justifica pelo fato de o produto poder ser vendido em outras medidas.

REFERÊNCIAS

- [1]. GAITHER, N., FRAZIER, G., Administração da Produção e Operações. 8 ed. São Paulo: Thomson Pioneira, 2006.
- [2]. GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- [3]. MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. Administração da produção. 2. ed. rev., aum. e atual. São Paulo: Saraiva, 2005.
- [4]. MOREIRA, Daniel Augusto. Administração da produção e operações. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- [5]. PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. Administração da Produção, operações industriais e de Serviços. Curitiba: UnicenP, 2007. pp. 327-374.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão de estoques para as organizações é de grande importância, uma vez que a falta de controle pode ocasionar em perda de qualidade no atendimento, ocupação do espaço físico com produtos que não atendem a rotatividade esperada, falta de produtos, perda de produtos, entre outros. Desse modo, a gestão de estoque possibilita aperfeiçoar o atendimento da empresa gerando lucros para a mesma.

Com a aplicação dos métodos quantitativo e qualitativos de previsão de vendas na empresa especializada em produtos e serviços de limpeza, foi possível prever a demanda para o período de junho de 2017 a maio de 2018. Nesse sentido, o método qualitativo foi o ponto de partida tendo como base a opinião e a vivência das vendedoras e do executivo. Já o método quantitativo aponta a quantidade de produtos que deve ser mantido no estoque com base no histórico de vendas dos últimos três anos e na regressão com a função exponencial.

Com isso, observou-se que o método quantitativo é mais preciso do que os métodos qualitativos, uma vez que apenas julgamentos dos membros da empresa não são suficientes para fazer a gestão de estoque. Portanto, a utilização de métodos quantitativos de previsão de estoques é de grande importância para que as empresas obtenham resultados satisfatórios no processo de gestão de estoque. Dos resultados e discussões desse estudo, conclui-se que a empresa estudada poderá prever a demanda de vendas para o período desejado.

- [6]. TUBINO, Dalvio Ferrari. Manual de planejamento e controle da produção. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

- [7]. ROSSETTO, Marta; DEIMLING, Moacir Francisco; ZANIN, Antonio; RODRIGUES, Marcio da Paixão; NETO, Anselmo Rocha. Técnicas qualitativas de previsão de demanda: um estudo multicase com empresas do ramo de alimentos. VIII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2011.

- [8]. CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: Estratégia, planejamento e operação. São Paulo : Prentice Hall, 2003. pp. 67-99.

Capítulo 11

REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS EM UMA COMUNIDADE ISOLADA NO AMAZONAS

Francinet dos Santos Bacelar

Adriana Simas da Silva

Raimundo Kennedy Vieira

Resumo: Este projeto constitui-se em um estudo de caso na vila do Paricatuba, situada nas proximidades da cidade de Manaus no estado do Amazonas. Tem por objetivo geral aplicar o uso do biodecompositor como alternativa para o reaproveitamento de resíduos orgânicos domésticos em comunidade isolada, tendo como específicos: definir a comunidade e número de famílias a serem atingidas pelo projeto; diagnosticar a situação socioeconômica das famílias envolvidas no projeto; desenvolver um biodecompositor adequado a região; analisar os resultados ocorridos na comunidade a partir da introdução do biodecompositor. A fundamentação teórica ampara-se na dialética dividida em 3 partes. A primeira trata sobre gestão de resíduos sólidos e educação ambiental, a segunda sobre compostagem, e a terceira sobre biodecompositores. A pesquisa tem procedimento teórico analítico e é qualitativa. Como resultado verificou-se a diminuição dos resíduos orgânicos descartados no meio ambiente, além da mudança de hábito e de comportamento por parte dos envolvidos no projeto. Além disso, o uso do adubo orgânico e do biofertilizante gerado pelo biodecompositor passou a gerar uma alternativa de fonte renda para as famílias envolvidas.

Palavras-chave: Educação Ambiental, Biodecompositor, reaproveitamento, Resíduos Sólidos Orgânicos.

1. INTRODUÇÃO

A adequada destinação de resíduos sólidos é uma atividade benéfica e sustentável ao meio ambiente (PELEGRINI; VLACH, 2011). Caso tais resíduos não sejam geridos de forma eficiente, vários impactos podem ser gerados, como a poluição do ar, do solo, das águas superficiais e subterrâneas, além de danos à saúde pública (DE OLIVEIRA *et al.*, 2016).

A geração, a coleta, o tratamento e a disposição final de resíduos sólidos, segundo Lushi (2016), está diretamente relacionada com a população, seus hábitos de consumo e seu padrão de vida. Nesse sentido, a respeito das alternativas de tratamento, o mesmo autor afirma que, dentre os vários métodos conhecidos, o aterramento do lixo ainda é a mais comum. Para Herva, Neto e Roca (2014), um espaço valioso é ocupado por aterros sanitários.

Nesses aterros, observa-se que vários tipos de resíduos sólidos estão enredados, isto é, por não serem coletados separadamente, os resíduos orgânicos e outros tipos de rejeitos são direcionados para disposição final simultaneamente (TORRES, 2015). De acordo com este autor, a principal consequência disso é que, no Brasil, apesar da matéria orgânica representar alto percentual na massa de resíduos sólidos, as experiências de compostagem ainda são incipientes.

Dentre estes fatores que interferem no tipo de destinação final e na forma de tratamento dos resíduos sólidos, pode-se citar: o espaço físico disponível para aterro (VINDOURA-GOMES; CÂMARA; SOUZA, 2015), as tecnologias disponíveis para recuperação (THODE FILHO *et al.*, 2015), o sistema universal de coleta (UYARRA; GEE, 2013), a atuação da coleta seletiva (GALLARDO *et al.*, 2015), a agregação de valor ao resíduo (ZHANG; SUN, 2016), a cultura da comunidade envolvida (ASIF *et al.*, 2013), dentre outros. Após considerar todos estes parâmetros, pode-se, então, definir o melhor sistema de destinação final para o resíduo sólido de uma localidade (SOOBHANY; MOHEE; GARG, 2015).

Na Itália, por exemplo, devido à falta de áreas para aterros, são utilizados os incineradores como forma de destinação final (KELESSIDIS; STASINAKIS, 2012). Prática como a coleta seletiva e a reciclagem de resíduos sólidos, por dependerem de certo grau de educação ambiental, são aplicadas em centros mais

desenvolvidos, como São Paulo (SIQUEIRA; ASSAD, 2015), Nova Iorque (GIUDICIANNI *et al.*, 2015) e Tóquio (FUJII *et al.*, 2014).

Apesar da existência desses métodos, regiões com zonas rurais têm a necessidade de buscar alternativas para minimizar o problema relacionado aos resíduos sólidos (CERETTA *et al.*, 2013). Nestas comunidades, geralmente, a maior quantidade de resíduos sólidos gerados são os orgânicos, que podem gerar a proliferação de doenças e de odores característicos (COTTA *et al.*, 2015).

A partir desse contexto, o objetivo geral deste artigo foi desenvolver um sistema de reaproveitamento de resíduos orgânicos domésticos em comunidades isoladas.

Para isso, foi necessário a definir a localidade e o número de famílias atingidas pelo projeto; diagnosticar a situação socioeconômica dessas famílias; desenvolver um biodecompositor adequado à realidade local; bem como analisar os resultados ocorridos na comunidade a partir da introdução do biodecompositor.

O artigo está estruturado da seguinte forma: Na seção 1, contextualiza-se o tema e apresenta-se a motivação para o estudo. Na seção 2, faz-se uma revisão da literatura a respeito do tema. Na seção 3, apresenta-se a metodologia utilizada na pesquisa. Na seção 4, são apresentados os resultados obtidos e, finalmente, na seção 5, são apresentadas as considerações finais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Segundo Ceretta *et al.* (2013), a gestão ambiental visa ao uso de práticas que garantam a conservação e preservação da biodiversidade, a reciclagem das matérias-primas e a redução do impacto das atividades humanas sobre os recursos naturais.

Destarte, é inerente interligarmos a educação ambiental, que tem a preocupação quanto à destinação dos resíduos sólidos e busca contribuir com a renovação do processo de ensino, para alcançar uma mudança comportamental na população e, conseqüentemente, uma sociedade sustentável (CORRÊA; DA SILVA, 2015).

Em consonância, Albuquerque (2014) afirma que a educação ambiental se apresenta como

a prática consciente da reciclagem e reutilização dos resíduos sólidos, juntamente com o adequado descarte final, sendo de suma importância para a prevenção de doenças e promoção da saúde.

Dentro desse contexto da educação ambiental, a gestão de resíduos sólidos, segundo Ismael *et al.* (2013), tem sido alvo de debates, pois a geração de resíduos intensifica-se em decorrência do alto padrão de consumo, característica marcante do atual sistema econômico. Isto é, ao induzir o consumo excessivo de produtos, o mercado acaba por agravar mais ainda a problemática que envolve a destinação correta dos resíduos.

Para Pelegrini e Vlach (2011), deve-se equilibrar a questão ambiental com os padrões modernos de produção e de consumo adotados pela civilização industrial, bem como os próprios comportamentos sociais, econômicos e a política estabelecida.

Para o melhor gerenciamento desses resíduos sólidos, Guerrero, Maas e Hogland (2013) apresentam três dimensões que devem ser seguidas para análise, desenvolvimento e alteração de um sistema de gestão ambiental: as partes interessadas na gestão de resíduos sólidos; o fluxo de materiais desde os pontos de geração até o tratamento dos resíduos; e a disposição final.

Para Shekdar (2009), as partes interessadas podem ser pessoas ou mesmo organizações que tenham interesse na gestão adequada de resíduos, isto é, o governo nacional e local, autoridades municipais, corporações da cidade, organizações não governamentais, escolas, dentre outros.

Do mesmo modo, o fluxo dos resíduos gerados até a sua disposição final, segundo Lushi (2016), depende dos hábitos de consumo e do padrão de vida da população do lugar. No Brasil, por exemplo, estima-se que de 50% a 60% dos resíduos gerados são compostos por resíduos sólidos orgânicos (ISMAEL *et al.*, 2013).

Para esse tipo de refugo, a compostagem é considerada um dos processos mais conhecidos e melhores para a estabilização do material, transformando-o num composto que pode ser utilizado como uma fonte de nutrientes e condicionador de solo em aplicações agrícolas (GABHANE *et al.*, 2012).

Partindo desse pressuposto, o item a seguir aborda as características e a aplicabilidade do processo de compostagem.

2.2 COMPOSTAGEM

A compostagem é o método mais ecológico de tratamento de resíduos sólidos orgânicos em comparação com outros métodos conhecidos (incineração, aterro e digestão anaeróbia) (AWASTHI *et al.*, 2014). Isso porque, pode melhorar diferentes substratos com características complementares (CESARO; BELGIORNO, 2014).

Conforme Benlboukht *et al.*, (2016), a compostagem permite que os microrganismos degradem os resíduos orgânicos. No mesmo sentido, Wang *et al.* (2014) considera-a como um bioprocessamento aeróbico, reforçado pelo crescimento e atividade microbiana, que leva à decomposição e estabilização da matéria orgânica.

De acordo com Kashmanian *et al.* (2000), o processo de compostagem é capaz de transformar resíduos orgânicos instáveis (como lodo de esgoto, resíduos sólidos urbanos e esterco animal) em estáveis, convertendo-os em uma estrutura chamada de húmus, como o adubo e o biofertilizante, subprodutos valiosos.

A utilização desse composto gera melhorias na qualidade do solo (SAER *et al.*, 2013), incluindo: a incorporação de matéria orgânica, nutrientes e eletrólitos para o solo; a redução de fertilizantes e pesticidas; melhorias na estrutura, densidade e porosidade do solo, o que aumenta a retenção de água e reduz a erosão e lixiviação de nutrientes; maior capacidade de armazenamento de carbono no solo, reduzindo, assim, o aquecimento global.

Nessa linha, de acordo com Lin *et al.* (2015), a compostagem é influenciada por todos os fatores que afetam a vida microbiana: temperatura, pH, umidade, ar (oxigênio) e nutrientes.

É importante, a partir do entendimento desses processos, apresentar uma técnica simples que possa auxiliar a população a pô-los em prática: o biodecompositor.

2.3 BIODECOMPOSITOR

Conforme CAMPERO *et al.* (2008) a utilização desta tecnologia não é nova, mas ao longo dos últimos anos tem ampliado o seu interesse devido à atual crise energética resultante da exaustão dos combustíveis fósseis. Além disso, para os autores, o uso do biodecompositor é de simples manejo e uma alternativa no processo de compostagem, pois além de reduzir a quantidade de resíduos lançados no meio ambiente, proporciona vários benefícios que envolvem a aplicação do produto final: o adubo orgânico e o biofertilizante.

Thangavel, Rajan e Kevin (2013) afirmam que o biodecompositor é um sistema que promove a decomposição da matéria orgânica, sendo um processo de estabilização que reduz, ainda, o odor de agentes patogênicos.

No que diz respeito ao uso do biodigestor, Smith, Schroenn Goebel e Blignau (2014) acrescentam que, em nível de uso doméstico, o biodigestor requer que os usuários

alimentem o sistema, o que irá contribuir para uma redução na quantidade de resíduos gerados. Os autores concluíram, ainda, que o biodecompositor tem um grande potencial para ser utilizado como uma ferramenta para o desenvolvimento sustentável e o aumento do padrão de vida nas áreas rurais pobres.

Do ponto de vista social, a partir de estudos de Garfí et al. (2016), embora os biodecompositores domésticos possam melhorar a saúde e a qualidade de vida da população, há ainda falta de incentivos para o uso dessa tecnologia. De acordo com os autores, o desenvolvimento dos equipamentos e o treinamento dos usuários é considerado essencial para superar as barreiras sociais e culturais.

Para isso, entretanto, a participação das partes interessadas, especialmente de ONGs e governos, é essencial para assegurar a sustentabilidade dos programas (GIFFORD; NILSSON, 2014).

3. METODOLOGIA

A METODOLOGIA APLICADA NESTE ESTUDO PODE SER VISUALIZADA POR MEIO DA FIGURA 1.

FIGURA 1 – Fluxograma das etapas da pesquisa. Fonte: Autores, 2017.

Inicialmente, este estudo contou com uma revisão bibliográfica em artigos publicados nos últimos 5 anos relacionados ao tema: destinação final de resíduos sólidos orgânicos em comunidades isoladas. Como delimitação, definiu-se a abordagem de um estudo de caso em uma comunidade rural isolada do Estado do Amazonas.

Buscou-se, então, uma comunidade de fácil acesso tanto terrestre quanto fluvial a partir da cidade de Manaus. Além disso, buscava-se uma localidade em que fosse possível desenvolver um processo de mudança comportamental em relação aos resíduos orgânicos produzidos no dia a dia. Foram feitas, dessa forma, observações *in loco* na Vila do Paricatuba, localizada no Setor 01 do Distrito 25, município de Iranduba, a 50 km da cidade de Manaus, capital do Estado do Amazonas. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), a população local é de cerca de 1.048 habitantes, constituída de 163 famílias.

Um critério importante para esta pesquisa foi a escolha de moradores permanentes, para facilitar o contato e o acompanhamento dos resultados. Desse modo, tornou-se primordial o envolvimento dos líderes comunitários, pois estes iriam auxiliar a comunicação com os moradores locais e o processo de convencimento da importância desse projeto.

Foram escolhidas, dessa forma, 15 famílias residentes na localidade. Cada família com um representante. A escolha foi baseada no interesse destas em participar do projeto, além de critérios como a posse de horta ou o interesse em construí-la, exatamente para que fosse possível a aplicação do adubo a ser produzido.

Realizou-se, então, um estudo sobre as características sócio-econômicas e os aspectos ambientais da comunidade. As duas principais características sócio-econômicas enfatizadas neste estudo foram o nível de escolaridade (do representante) e a renda

familiar; quanto aos fatores ambientais, verificou-se de que modo as famílias selecionadas destinavam seus resíduos antes da pesquisa.

Em relação ao nível de escolaridade, observou-se que mais da metade (53%) dos representantes das famílias selecionadas tem ensino fundamental incompleto. No que se refere à renda familiar, verificou-se que 60% delas recebem até dois salários mínimos.

Quanto à destinação dos resíduos sólidos orgânicos, constatou-se que duas famílias enterravam (13%), três queimavam (20%), seis separavam para coleta pública (40%) e quatro (27%) davam outra destinação para esses resíduos (alimentação animal ou despejo na natureza).

Entendida a base sobre o contexto social e ambiental das famílias, foi possível identificar de que maneira poder-se-ia realizar os treinamentos de tais participantes. Cada família recebeu, então, informações a respeito do manejo de resíduos sólidos e do uso do biodecompositor, utilizando-se, para isso, encartes ilustrativos e vídeo sobre o uso do equipamento.

Antes de apresentar como essas famílias, agora treinadas, passaram a utilizar os equipamentos propostos, torna-se importante entender como estes foram constituídos.

3.1 CONSTRUÇÃO DO BIODECOMPOSITOR

São encontrados tanto na literatura (ARIAS *et al.*, 2012) quanto na internet (SEN *et al.*, 2016) formas de montagem de biodecompositor. Todavia, devido à limitação de custos para a aquisição de materiais, houve a necessidade de desenvolver um “design” específico para o biodecompositor utilizado neste trabalho.

A Tabela 1 apresenta os materiais utilizados para a construção de cada biodecompositor e a Figura 2 o passo a passo a montagem do mesmo.

Tabela 1 – Peças usadas para montar um biodecompositor

Componente	Medida	Quantidade
Bombona de polietileno	92 cm x 58 cm / 200L	1
Tubo de PVC	40 mm	1
Tubo de PVC 20 cm	200 mm	1
Cantoneira	1 1/2" com asas	4
Tampa de PVC	150 mm	1
Curva de PVC	40 mm	1
Flange	40 mm	1
Flange	20 mm	1
Parafuso	5 cm com porca	6
Rebites	alum. 4.0 x 16	2
Torneira	unidade	1

Fonte: Autores, 2017.

Figura 2 – Passo a passo para a montagem do biodecompositor. Fonte: Autores, 2016.

2.1 Materiais usados na construção do biodecompositor.

2.2. Corta-se uma bombona e será feito o encaixe do Biodecompositor

2.3. Fura-se a bombona inteira por onde passará o chorume.

2.4 Montagem do suspiro e da tampa

2.5 Colocação da torneira para retirar o biofertilizante

2.6 Encaixes das bombonas

2.7 Montagem da saída do adubo

2.8 Biodecompositor montado

Com as famílias treinadas, em abril de 2016, foram distribuídos os biodigestores. Definiu-se, então, que o monitoramento das

4. RESULTADOS

A primeira retirada do adubo orgânico e do biofertilizante foi realizada em junho de 2016

atividades seria realizado a cada mês e, após o segundo mês do projeto, seria retirado o material e realizadas pesagem e análise.

(60 dias após o início da compostagem) e a segunda etapa em julho do mesmo ano (90 dias). A Figura 3 apresenta fotos do material coletado em ambas coletas.

Figura 3 – Adubo orgânico e biofertilizante. Fonte: Autores, 2016.

Após 60 dias depositando resíduos orgânicos nos biodecompositores, foram retirados 8 Kg de adubo orgânico e 1 L de biofertilizante (chorume) de apenas em um biodecompositor. Após 90 dias, realizou-se a segunda coleta, onde se conseguiu coletar 40 Kg de adubo e 8 L de biofertilizante.

Vale ressaltar que esta coleta foi realizada em apenas 4 biodecompositores. Essa produção foi destinada a hortas e canteiros já existentes nas residências das famílias participantes, conforme a Figura 4.

Figura 4 – Canteiro antes do uso do adubo e do biofertilizante (A); Canteiro após o uso dos produtos (B); Início da germinação (C e D); Final da germinação (E e F). Fonte: Pesquisa de campo, 2016.

Embora apenas quatro das quinze famílias selecionadas tenham aderido efetivamente ao uso de biodecompositores, acredita-se que se tenha alcançado o objetivo da pesquisa: desenvolver um sistema de reaproveitamento de resíduos orgânicos domésticos em comunidades isoladas.

Além disso, verificou-se as mudanças de hábitos dessas famílias, principalmente no que condiz à forma adequada de destinação de resíduos e às novas possibilidades de geração de renda com a venda de hortaliças e mesmo do adubo e biofertilizante.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o período de três meses monitorando as famílias participantes do projeto, pôde-se observar que, mesmo com o treinamento, o acompanhamento e a cessão gratuita de biodecompositores para as famílias, não houve total engajamento daquelas selecionadas para participar do projeto.

Esse fato pode ser justificado pelo próprio nível sócio-econômico das famílias envolvidas, assim como pela dificuldade de modificar os hábitos de descarte já praticados antes do desenvolvimento do projeto.

Apesar dessa conjuntura, aquelas famílias que contribuíram com a pesquisa, depositando seus resíduos sólidos orgânicos nos equipamentos e possibilitando a geração de adubo e biofertilizantes, apresentaram mudanças comportamentais (diminuição dos resíduos descartados de forma inadequada no meio ambiente) e desenvolveram novas atividades para o seu sustento, como a produção e a venda de hortaliças.

Não se pode negar, portanto, que há um longo caminho para que a população da Vila do Piracatuba pratique novos hábitos quanto à destinação final de resíduos sólidos orgânicos. Contudo, apesar da adesão de poucas famílias, acredita-se na contribuição prática que o projeto gerou aos comunitários.

Há de se destacar, ainda, a oportunidade desta pesquisa fundamentar estudos futuros

baseados na utilização de biodigestores em outras comunidades isoladas ou mesmo da zona urbana. Esta prática pode orientar, inclusive, políticas públicas de educação ambiental que visem à efetiva redução de

resíduos sólidos descartados inadequadamente no meio ambiente e à geração de fonte de recursos a famílias de baixa renda.

REFERÊNCIAS

- [1]. ARIAS, L. A. et al. UML for the design of the Biodigester automation. Proceedings of the 2012 6th IEEE/PES Transmission and Distribution: Latin America Conference and Exposition, T and D-LA 2012. Anais...2012
- [2]. ASIF, M. et al. An integrated management systems approach to corporate social responsibility. *Journal of Cleaner Production*, v. 56, p. 7–17, 2013.
- [3]. AWASTHI, M. K. et al. Evaluation of thermophilic fungal consortium for organic municipal solid waste composting. *Bioresource technology*, v. 168, p. 214–21, set. 2014.
- [4]. CAMPERO, O. et al. Implementación del programa de mitigación de los efectos negativos del gas metano CH₄, con la ejecución de acciones integrales de energías renovables y medio ambiente en el área rural de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz. *Tecnologías en Desarrollo*, p. 1-36, 2008.
- [5]. CERETTA, GILBERTO FRANCISCO; SILVA, FERNANDA KUMM; ROCHA, AC da. Gestão Ambiental e a problemática dos resíduos sólidos domésticos na área rural do município de São João-PR. *Revista ADMpg Gestão Estratégica*, v. 6, n. 1, p. 17-25, 2013.
- [6]. CESARO, A.; BELGIORNO, V. Pretreatment methods to improve anaerobic biodegradability of organic municipal solid waste fractions. *Chemical Engineering Journal*, v. 240, p. 24–37, mar. 2014.
- [7]. CORRÊA, M. P., & DA SILVA, J. A. F. (2015). Educational Center for Integrated Management of solid water: Case study feasibility assessment in Institute Fluminense - Campos Macaé, in Portuguese Centro didático-pedagógico para o gerenciamento integrado de resíduos sólidos: Estudo de caso para avaliação de viabilidade no Instituto Federal Fluminense-Campus Macaé, RJ-Brasil. *Holos*, 6, 414-431.
- [8]. COTTA, J. A. DE O. et al. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 20, n. 1, p. 65–78, mar. 2015.
- [9]. DE OLIVEIRA, C. M. et al. Regulation of surface and subterranean fresh water in the MERCOSUR regional integration. *Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, v. 11, n. 2, p. 291, 15 abr. 2016.
- [10]. FUJII, M. et al. Regional and temporal simulation of a smart recycling system for municipal organic solid wastes. *Journal of Cleaner Production*, v. 78, p. 208–215, 2014.
- [11]. GABHANE, J. et al. Additives aided composting of green waste: effects on organic matter degradation, compost maturity, and quality of the finished compost. *Bioresource technology*, v. 114, p. 382–8, jun. 2012.
- [12]. GALLARDO, A. et al. Methodology to design a municipal solid waste pre-collection system. A case study. *Waste Management*, v. 36, p. 1–11, 2015.
- [13]. GARFÍ, M. et al. Household anaerobic digesters for biogas production in Latin America: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 60, p. 599–614, 2016.
- [14]. GIFFORD, R.; NILSSON, A. Personal and social factors that influence pro-environmental concern and behaviour: A review. *International Journal of Psychology*, v. 49, n. 3, p. 141–57, 2014.
- [15]. GIUDICIANNI, P. et al. Thermal and mechanical stabilization process of the organic fraction of the municipal solid waste. *Waste Management*, v. 44, p. 125–134, 2015.
- [16]. GUERRERO, L. A.; MAAS, G.; HOGLAND, W. Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Management*, v. 33, n. 1, p. 220–232, 2013.
- [17]. HERVA, M.; NETO, B.; ROCA, E. Environmental assessment of the integrated municipal solid waste management system in Porto (Portugal). *Journal of Cleaner Production*, v. 70, p. 183–193, maio 2014.
- [18]. ISMAEL, Luara Lourenço et al. Evaluation of composting bins for small-scale recycling of organic wastes.(in Portugese) Avaliação de composteiras para reciclagem de resíduos orgânicos em pequena escala. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 8, n. 4, p. 28-39, 2013.
- [19]. KASHMANIAN, Richard M. et al. Quantities, characteristics, barriers, and incentives for use of organic municipal by-products. *Land application of agricultural, industrial, and municipal by-products*, p. 127-167, 2000.
- [20]. KELESSIDIS, A.; STASINAKIS, A. S. Comparative study of the methods used for treatment and final disposal of sewage sludge in

European countries. *Waste Management*, v. 32, n. 6, p. 1186–1195, 2012.

[21]. LIM, S. L. et al. The use of vermicompost in organic farming: Overview, effects on soil and economics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 95, n. 6, p. 1143–1156, 2015.

[22]. LUSHI, Isuf. Production of compost and its economic importance. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)*, v. 16, n. 1, p. 319–327, 2016.

[23]. PELEGRINI, Djalma Ferreira; VLACH, Vânia Rúbia Farias. The multiple dimensions of environmental education: towards an approach expansion (in Portuguese). *As múltiplas dimensões da Educação Ambiental: por uma ampliação da abordagem*. Soc. nat, p. 187–196, 2011.

[24]. SAER, Alex et al. Life cycle assessment of a food waste composting system: environmental impact hotspots. *Journal of Cleaner Production*, v. 52, p. 234–244, 2013.

[25]. SEN, B. et al. State of the art and future concept of food waste fermentation to bioenergy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 53, p. 547–557, 2016.

[26]. SHEKDAR, A. V. Sustainable solid waste management: An integrated approach for Asian countries. *Waste Management*, v. 29, n. 4, p. 1438–1448, 2009.

[27]. SIQUEIRA, T. M. O. DE; ASSAD, M. L. R. C. L. Compostagem de resíduos sólidos urbanos no Estado de São Paulo (Brasil). *Ambiente & Sociedade*, v. 18, n. 4, p. 243–264, dez. 2015.

[28]. SMITH, M. T.; SCHROENN GOEBEL, J.; BLIGNAUT, J. N. The financial and economic feasibility of rural household biodigesters for poor communities in South Africa. *Waste Management*, v. 34, n. 2, p. 352–362, 2014.

[29]. SOOBHANY, N.; MOHEE, R.; GARG, V. K. Experimental process monitoring and potential of *Eudrilus eugeniae* in the vermicomposting of organic solid waste in Mauritius. *Ecological Engineering*, v. 84, p. 149–158, 2015.

[30]. THANGAVEL, S.; RAJAN, Sujin David S.; KEVIN, B. C. A Novel Approach to treat Bio Wastes Using Biodigesters and Microorganisms Employed to Increase Plastic Degradation. *Research Journal of Engineering and Technology*, v. 4, n. 4, p. 8, 2013.

[31]. THODE FILHO, Sergio et al. The Reverse Logistics and National Policy of Solid Waste: a challenges to the brazilian reality (in Portuguese) *A logística reversa e a Política Nacional de Resíduos Sólidos: desafios para a realidade brasileira*. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental (Fechada para submissões por tempo indeterminado), v. 19, n. 3, p. 529–538, 2015.

[32]. TORRES, Raissa de Souza Graça. Municipal solid waste management in municipalities located within the direct influence area of the Açú Port Complex: diagnosis and proposals (in Portuguese) *Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos nos municípios localizados na área de influência direta do Complexo do Porto do Açú: diagnóstico e propostas*. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, v. 8, n. 1, p. 135–154, 2015.

[33]. UYARRA, E.; GEE, S. Transforming urban waste into sustainable material and energy usage: The case of Greater Manchester (UK). *Journal of Cleaner Production*, v. 50, p. 101–110, 2013.

[34]. VINDOURA-GOMES, R. M.; CÂMARA, V. DE M.; SOUZA, D. P. O. DE. Escolares residentes em área impactada por aterro sanitário e seu conhecimento sobre poluição. *Cadernos Saúde Coletiva*, v. 23, n. 4, p. 445–452, dez. 2015.

[35]. WANG, C. et al. Spectroscopic evidence for biochar amendment promoting humic acid synthesis and intensifying humification during composting. *Journal of Hazardous Materials*, v. 280, p. 409–416, 2014.

[36]. ZHANG, L.; SUN, X. Influence of bulking agents on physical, chemical, and microbiological properties during the two-stage composting of green waste. *Waste Management*, v. 48, p. 115–126, 2016.

Capítulo 12

IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA QUICK RESPONSE TO QUALITY CONTROL (QRQC) PARA A MELHORIA DA QUALIDADE NO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA DO SEGMENTO AUTOMOTIVO

Juan Pablo Silva Moreira

Resumo: O rápido aumento da competitividade global vivenciado por muitos setores da indústria, tem construído um novo contexto industrial, no qual para as empresas se manterem vivas no mercado, se torna necessário a busca por melhores práticas que permitam um melhor atendimento as necessidades dos clientes. Desta forma, o presente projeto de pesquisa, realizado em uma empresa do setor automotivo, em específico no processo produtivo de fabricação dos componentes elétricos do sidecar, em que, parte dos produtos finalizados e instalados nos produtos apresentavam uma falha de funcionamento intermitente, causada pela falha de controle das peças fabricadas, o que impossibilitava o acendimento dos faróis dos sidecars. Por isso, a fim de tornar a concretização visível aos colaboradores da empresa, nessa análise foi utilizado formulários de maneira descritiva e qualitativa, pois essas formas pesquisa permitem maior interação com o cotidiano da linha de produção organizacional. Através desta pesquisa, foi possível evidenciar que a solução deste problema garantiu uma melhora significativa nos sidecars fabricados pela empresa beta, além disso pode-se perceber que este instrumento se mostra um grande aliado para garantir a melhoria continua no empreendimento, visto que possibilita uma redução considerável nos custos, além de não haver restrições quanto às áreas ou setores em que a metodologia pode ser aplicada.

1 INTRODUÇÃO

O rápido aumento da competitividade global vivenciado por muitos setores da indústria, tem construído um novo contexto industrial, no qual para as empresas se manterem vivas no mercado, se torna necessário a busca por melhores práticas que permitam um melhor atendimento as necessidades dos clientes.

De acordo com Gonçalves (2000) “o futuro vai pertencer às empresas que conseguirem explorar o potencial da centralização das prioridades, as ações e os recursos nos seus processos”. Logo, para garantir melhores posições no mercado, basta que estes empreendimentos adquiram um posicionamento que lhe promova um processo de melhoria contínua, não somente para sobreviver, mas para obterem destaque nesse novo ambiente de extrema competitividade.

Desta forma, o presente projeto de pesquisa, realizado em uma empresa do setor automotivo, em específico no processo produtivo de fabricação dos componentes elétricos do *sidecar*, em que, parte dos produtos finalizados e instalados nos produtos apresentavam uma falha de funcionamento intermitente, causada pela falha de controle das peças fabricadas, o que impossibilitava o acendimento dos faróis dos *sidecars*. A falha da peça era facilmente visualizada, entretanto, não era possível determinar a causa-raiz deste problema.

Para Carvalho e Paladini (2012) o *Quick Response to Quality Control* (QRQC) fornece uma estrutura que permite a solução dos problemas, de forma a determinar uma espécie de passos, que serão essenciais para guiar os envolvidos na busca pela melhoria contínua no processo produtivo. Souza *et al.* (2016) salienta que a missão do QRQC é solucionar as reclamações dos clientes no setor de qualidade, entretanto, o poder ter instrumento pode ajudar a resolver outros gargalos em diversos da organização, tais como: problemas com segurança/ergonomia, administrativos, logísticos, operacionais, de fluxo de informações ou qualquer outro fator correlacionado a qualidade na linha de produção.

Desta forma, a fim de evidenciar o tema analisado com maior eficiência, elaborou-se

um trabalho mediante o estudo sistemático dos conteúdos disponíveis em métodos, técnicas e procedimentos de caráter técnico-científico. Por isso, esta pesquisa foi caracterizada como exploratória e de caráter qualitativo, pois para Gil (2008) este tipo de pesquisa visa proporcionar aos autores maior familiaridade com o problema e, com isso se torna possível evidenciar a problemática de forma clara e objetiva.

Além disso, o autor Godoy (1995) salienta que este tipo de pesquisa permite que pesquisadores vão “a campo buscando “captar” o fenômeno a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas, considerando todos os pontos de vista relevantes” para atingir o problema em sua essência.

2 GESTÃO DA QUALIDADE

A Gestão da Qualidade pode ser definida como um conjunto de atividades operacionais ou de gerenciamento que uma organização desenvolve para assegurar que seus produtos estão sendo criados em conformidade com os padrões de qualidade previamente estipulados pelos gestores organizacionais (MONTGOMERY, 1996). De acordo com Paladini (2004) a Gestão da Qualidade tem o objetivo de propor técnicas que melhorem o resultado das organizações e, auxiliem desta forma, na redução de defeitos existentes na linha de produção.

Hraqdesky (1997) salienta que a finalidade da Gestão da Qualidade pode ser visualizada como tornar os processos produtivos mais eficientes e voltados à melhoria contínua do produto. A melhoria continua pode ser visualizada com uma filosofia que tem como princípio a produção com qualidade, reduzindo o tempo e padronizando os processos necessários para se agregar valor a um produto (MOURA, 1994).

A Gestão da Qualidade tem a finalidade de passar indicadores de confiabilidade e satisfação para as organizações e para os consumidores (MOREIRA *et al.*, 2015). A figura abaixo demonstra as ações correlacionadas com a Gestão da Qualidade no cenário atual:

FIGURA 1 – Atividades relacionadas com a Gestão da Qualidade

Fonte: Adaptado de Mahdiraji, Arabzadeh e Ghaffari (2012)

A Gestão da Qualidade está focada no princípio da melhoria contínua, e para se alcançar tal realização, é necessário que se haja a integração de ações intermediárias na relação existente entre o capital intelectual (Recursos Humanos), o Fornecedor, o Trabalho em Equipe com o Planejamento Estratégico e Liderança, pois através deste estilo de gestão é possível obter uma melhoria na gestão que será compreendida pelos clientes dos produtos desenvolvidos pelo empreendimento (MOREIRA *et al.*, 2015).

A metodologia demonstrada a seguir, se mostra bastante eficiente para a percepção da qualidade no processo produtivo operacional, pois está diretamente relacionada com a solução de gargalos no sistema operacional das empresas.

2.1 QUICK RESPONSE TO QUALITY CONTROL (QRQC)

O *Quick Response to Quality Control* (QRQC) é uma metodologia utilizada para resolver o problema de forma definitiva, além disso, este instrumento tem o objetivo de proporcionar ações de “melhoria e retificação dos procedimentos no instante de reconhecimento dos desvios, abordando os seguintes aspectos: pontos de melhoria, dificuldade

encontrada, raiz do problema, ação a ser realizada para reparos, incumbido pela ação de melhoria e período para finalização” (GONZALEZ & MARTINS, 2008). A autora Rocha *et al.* (2012) salienta ainda que a metodologia QRQC não é uma ferramenta da qualidade ou sistema. É uma mistura de atitude e gerenciamento, baseado nas ferramentas que frequentemente já têm existido e sido bem compreendidas. O que o QRQC fornece, de fato, é o “óleo do motor” que é necessário para a organização como um todo para usar as ferramentas da qualidade e erradicar qualquer problema, seja ele simples ou complexo. Em qualquer lugar, por qualquer pessoa, todos os dias.

Para uma aplicação eficiente desta metodologia, torna-se fundamental a participação e comprometimento de todos colaboradores e gestores da organização, pois através de um objetivo comum é possível aperfeiçoar o processo produtivo de forma constante. Desta maneira, para possibilitar um maior nível de efetividade, a metodologia pode ser separada em 8 etapas, também conhecidas como 8D ou 8 disciplinas (SOUZA *et al.*, 2016). Cada disciplina corresponde a uma fase da investigação e resolução do problema que deve ser desenvolvida de acordo com a sequência fornecida no quadro 1.

Quadro 1 - As 8 etapas do QRQC

Etapas do QRQC	Aplicações / Objetivo	Ferramenta Utilizada
D1 Definição do Problema	Averiguação da causa do problema; Levantamento de possíveis causas.	5W2H
D2 Risco em outros produtos	Garantir que o problema não vai se estender; Evitar esforços desnecessários.	5W2H
D3 Contenção	Iniciativas imediatas para resolução do problema; Garantir que não conformidades cheguem até o cliente.	5W2H
D4 Causa da não detecção	Desmembrar o problema para identificar suas subcausas.	Diagrama de Isliikavva
	Por que motivo o problema não foi identificado anteriormente?	5 Porquês
D5 Causa da ocorrência	Desmembrar o problema para identificar suas subcausas.	Diagrama de Ishikawa
	Por que o problema ocorreu?	5 Porquês
D6 Ações corretivas	Desenvolvimento e monitoramento de ações sugeridas.	Formulários QRQC
D7 Acompanhamento	Acompanhamento das ações realizadas.	Gráfico de Verificação
DS Lições aprendidas	Apresentação e registros dos resultados obtidos.	<i>Lesson Learned Cards</i>

Fonte: Adaptado de Souza *et al.* (2016)

O comprometimento para com o envolvimento e divulgação dos resultados obtidos no processo de implantação devem estar alinhados ao debate por métodos e práticas que ofereçam mecanismos habilitadores para a melhoria contínua, inibindo a existência de problemas que possam ocorrer no processo operacional da organização (GONZALEZ & MARTINS, 2008).

Rocha *et al.* (2012) salienta que a metodologia só pode ser executada em sua maior complexidade se estiver sendo apoiada pelas ferramentas da qualidade descritas posteriormente.

2.2.7 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

As ferramentas que possibilitam a execução da metodologia QRQC com maior eficiência são: 5W2H, 5 Porquês, e Diagrama de Ishikawa.

A ferramenta 5W2H provém das sete perguntas em inglês: *What?* (O que?), *Who?* (Quem?), *Where?* (Onde?), *When?* (Quando?), *Why?* (Por que?), *How?* (Como?) e por fim, foi acrescentado mais um questionamento iniciado com um H se referenciando a *How Much?* (Quanto custa?), este último questionamento foi desenvolvido no intuito de embasar financeiramente as consequências da decisão que será avaliada. Para Fernandes (2012) esta ferramenta pode ser usada para servir de norte para o desenvolvimento de modelo de estratégia eficiente, já que “identifica de forma completa as não conformidades, as ações e o acompanhamento das causas”.

Os “5 Porquês” visam a aplicação de perguntas sobre o fato ocorrido, a fim de identificar entre os desvios, aquele que se tornou o mais impactante, a “causa-raiz” do desvio. “Pode-se chegar a verdadeira origem do problema, que geralmente está escondida

atrás dos sinais mais evidentes” (OHNO, 1997).

Já o Diagrama de Pareto estabelece que os problemas relacionados à falta de qualidade devem ser classificados adequando à correlação existente entre a ocorrência do problema e sua gravidade, através de relação 80-20. No princípio de Pareto "para muitos fenômenos, 80% das consequências advêm de 20% das causas" (JURAN, 1991).

Além das ferramentas da qualidade utilizadas para melhorar a eficiência da metodologia QRQC, é necessário que as premissas da filosofia “*San Gen Shugi*” estejam presentes na atitude de todos os *shareholders* da análise do problema (AOUDIA *et al.* 2011).

2.3 FILOSOFIA SAN GEN SHUGI

Essa filosofia japonesa prega a relevância dos três princípios básicos para a análise de um problema que são: *Genba*: Lugar real; *Genbutsu*: Peças reais; *Genjitsu*: Dados e fatos reais. O princípio *Genba* evidencia a ideia de que para se verificar um problema é necessário analisar o lugar real de onde ele ocorreu. Isso se deve ao fato de que analisando o lugar real, tem-se uma melhor percepção de quais fatores podem ter ocorrido e condições que podem ter gerado o problema.

O princípio *Genbutsu* é utilizado para possibilitar um melhor entendimento sobre a natureza do problema com as peças de determinado produto. Realizando uma análise com as peças reais em mãos, se torna possível identificar com clareza o que é o problema e qual o seu impacto no desenvolvimento do produto final (AOUDIA & TESTA, 2011).

O princípio *Genjitsu*, por sua vez, dissemina a ideia de que para se alcançar a solução de um problema, é necessário utilizar dados e fatos reais para se fazer a análise. Neste sentido, os benefícios que a filosofia *San Gen Shugi* traz são o de possibilitar

melhor entendimento do que aconteceu e como aconteceu baseado em fatos e informações; ensinar times nos postos de trabalho, desafiando seus conhecimentos e solicitando evidências; a possibilidade de guiar e liderar para um mais eficiente e melhorado pensamento lógico e o embasamento para se tomar decisões corretas (AOUDIA & TESTA, 2011).

Em linhas gerais, a filosofia *San Gen Shugi* parte do pressuposto de que para um colaborador desenvolver bem as suas atividades, ele deve possuir um conjunto de habilidades que possibilitam visualizar todos os fatores que influenciam na má qualidade do produto final (AOUDIA & TESTA, 2011).

3 METODOLOGIA

Para iniciar o processo de implantação da metodologia QRQC, foi realizado um estudo teórico quanto a utilização deste instrumento como impulsionador para o processo de melhoria contínua dos sidecars fabricados pela Empresa Beta. Em seguida, para dar maior eficiência à pesquisa desenvolveu-se dois formulários, compostos por questões abertas e fechadas, aplicados a todos os doze (12) colaboradores da organização. Os dados posteriores deste estudo, foram adquiridos através de consulta a *sites*, artigos de caráter técnico-científicos, livros, monografias, teses e dissertações.

As questões contidas nos formulários tratavam de evidenciar informações sobre a organização estratégica do empreendimento, a produção dos equipamentos, a missão, a visão e os objetivos da empresa. Além disso, os formulários serviram também para identificar os possíveis fatores que influenciam no gargalo do processo produtivo, bem como, avaliar a opinião dos envolvidos no processo de melhoria e também monitorar os resultados obtidos em todo o processo de fabricação dos sidecars fabricados pela empresa em análise.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com base nas informações coletadas, foi desenvolvida uma proposta para a implantação da metodologia *Quick Response to Quality Control* (QRQC) no processo de fabricação dos componentes elétricos dos *sidecars* fabricados pela Empresa Beta. A primeira atividade evidenciada nesta proposta, foi a realização de uma reunião para que gestores e colaboradores pudessem esclarecer as informações sobre o funcionamento dos *sidecars* e como é realizado o processo de fabricação dos equipamentos desenvolvidos pela organização. Para Carvalho e Paladini (2012) a execução de uma melhoria que envolva o processo operacional da organização só se

torna bem sucedida quanto todos os colaboradores entendem os motivos de se realizar uma melhoria no processo produtivo e como ela será benéfica para o empreendimento.

Desta forma, com base nos esclarecimentos adquiridos, foi possível definir os objetivos estratégicos para a elaboração de uma análise eficiente que beneficiasse tanto colaboradores quanto os consumidores que adquirem os produtos do empreendimento em análise. De acordo com Paladini (2004) a implantação de uma metodologia que envolva um gerenciamento de qualidade só se torna bem sucedida para o empreendimento, quando são levados em consideração os fatores que agreguem valor tanto para gestores e colaboradores quanto para os clientes.

O início da análise se dá através da definição de uma equipe que irá realizar todas as atividades referentes ao processo de melhoria do processo produtivo, além disso, é feita a escolha do líder que será responsável por organizar as informações e repassá-las a todos os membros da equipe. Campos (2004) relata que esta etapa do processo é primordial, já que a definição de uma equipe bem estruturada é um fator chave para a identificação e melhoria do problema existente no processo produtivo dos empreendimentos. Posteriormente ocorre com a verificação de todo o fluxograma do processo produtivo, nesta etapa são

observadas todas as atividades que dão origem ao produto final.

Em seguida, são desenvolvidos indicadores com a finalidade de identificar quais as atividades estão sendo realizadas de acordo com as especificações do projeto/cliente e quais são as etapas que não estão em conformidade com o projeto. Desta forma, através desta etapa é possível fazer um *check /list* de quais atividades necessitam de uma melhoria para garantir maior qualidade ao produto final.

Para eliminar os problemas citados na etapa anterior, é definido um plano de ações corretivas que tem a finalidade de eliminar, de forma definitiva, a irregularidade existente na linha de produção. Desta forma, após a execução de todas as atividades elaboradas no plano de ações corretivas, são realizados monitoramentos para garantir a efetividade desta melhoria, em seguida, são realizadas regras e/ou manuais que auxiliam para que este problema não ocorra novamente.

Desta forma, o primeiro passo executado nesta pesquisa foi definição das possíveis causas, esta atividade possibilita uma garantia maior de que o problema não se estenda para outras etapas do processo produtivo, esta primeira fase foi realizada com base na ferramenta 5W2H (quadro 2). Através dessa atividade inicial são levantadas e registradas as informações básicas para analisar problema em questão.

Quadro 2 – Definição do problema através da ferramenta 5W2H no processo de fabricação dos sidecars

Definição do Problema		
5W2H	WHAT?	Qual o problema?
	WHY?	Porque é um problema?
	WHO?	Quem detectou?
	WHERE?	Onde foi detectado?
	WHEN?	Quando foi detectado?
	HOW?	Como foi detectado?
	HOW MUCH?	Quanto é o prejuízo financeiro causado pelo problema?
		Mal funcionamento dos componentes elétricos do <i>sidecar</i>
		Causa de mal funcionamento do <i>sidecar</i>
		Colaborador da linha montagem
		No processo de montagem dos componentes elétricos
		No primeiro semestre de 2017
		Ao realizar o teste funcional
		Fabricação de peças de reposição e retrabalho: aproximadamente R\$500,00 por <i>sidecar</i>

Com base nessa atividade e nas respostas obtidas pelos questionários, foi possível evidenciar que a falha na parte elétrica é um fator que causa um grande desgaste e perda da produtividade, já que por ser a última etapa do processo produtivo, em caso de alguma falha pode causar o atraso e desgaste em outras peças do *sidecar*, além disso, por ser um processo que não pode ser reutilizado,

é necessário fazer o descarte em caso de eventuais problemas, acarretando uma perda maior de lucratividade.

Por esse motivo, com a finalidade de diagnosticar os fatores que levaram à não detecção do problema durante o processo produtivo, foi utilizado a ferramenta da qualidade Diagrama de Ishikawa (figura 2).

Figura 2 – Diagrama de Ishikawa obtido no processo de Mal funcionamento dos componentes elétricos do *sidecar*

Dando complementação a análise realizada com a utilização do Diagrama Ishikawa, foi aplicada a ferramenta dos “5 Porquês” para realizar um comparativo todas as causas potenciais encontradas na atividade anterior, através desta ferramenta foi possível

identificar as causas que poderiam ter correlação direta com o problema. Realizou-se então uma análise detalhada dessas causas, até que se pudesse chegar a “causa-raiz” (quadro 3).

Quadro 3 – Aplicação da ferramenta 5 porquês nas causas potenciais

Causa Potencial	Componentes elétricos fora de especificação
1º Porque	Falha de Comunicação
2º Porque	Componentes fabricados para <i>sidecars</i> diferentes
3º Porque	Material não descartado corretamente
4º Porque	Queima dos componentes elétricos do <i>sidecar</i>
5º Porque	Componentes não foram descartados no <i>set-up</i> da máquina

Com a verificação das causas em potencial, foi possível evidenciar que a falha no descarte dos componentes elétricos que estão fora das especificações de qualidade estão diretamente ligados a má qualidade dos produtos, já que quando não é feito o

descarte de forma correta, é possível que um colaborador faça a montagem do processo com peças defeituosas, prejudicando a estrutura dos *sidecars* fabricados pela Empresa Beta.

Por esse motivo, torna-se necessário a realização de um plano de ação corretiva para evidenciar e solucionar as causas raízes responsáveis pela não detecção do problema. Esse plano de ação se mostrou útil, pois tinha a finalidade de levar à extinção dos

problemas ocorridos no processo produtivo. O quadro 4 demonstra, de maneira simplificada, o plano de ação para a contenção da falha observada na linha de produção.

Quadro 4 – Implantação de ações corretivas

Causa Raiz	Plano de Ação Corretiva	Quem?	Data de início da Implantação
Peças de má qualidade ou fora das especificações não foram descartadas de maneira correta	Criar processo que auxilie no descarte correto dos produtos, além de elaborar Instruções de Trabalho (IR) que auxiliem neste procedimento	Colaboradores e Gestores	No mês de março de 2017

Para garantir que esta falha não ocorresse na linha de produção, foi elaborado um cronograma de produção que informasse o número de cada componente fabricado, bem como o local armazenado, assim se torna possível que os colaboradores visualizem através deste cronograma quais os componentes fabricados estão de acordo com as especificações e quais que devem ser descartados. Além disso foi criado um equipamento que permitisse realizar o teste dos componentes antes inseri-los nos *sidecar*, elevando desta forma o índice de qualidade nos produtos vendidos pelo empreendimento.

Estas melhorias possibilitaram um aumento na qualidade dos produtos, já que se torna possível que os colaboradores observem e efetuem os testes de quais peças apresentam as especificações exigidas pelos clientes.

Após ter se concluído todos os procedimentos referentes ao processo de implantação da metodologia QRQC, passando-se algumas semanas do processo em andamento, foi realizada uma comparação entre o antes e o depois da implantação desta metodologia, em que pode-se evidenciar a incidência de uma redução satisfatória das falhas no processos de fabricação dos *sidecars*, as informações obtidas foram evidenciadas no gráfico, representadas como figura 3. A média de 10 falhas semanais (representado de azul) foi substituída por uma média de aproximadamente 4 falhas (representado de laranja), ou seja, houve uma redução de 50% das falhas existentes no setor, acarretando um aumento na produtividade e uma melhoria significativa nos *sidecars* entregues aos clientes.

Figura 3 – Gráfico Comparativo das Falhas

Deste modo, foi possível perceber que após a implantação da melhoria os colaboradores teriam um respaldo maior sobre quais atitudes tomar caso ocorresse algum problema. Esse fator fez com que se elevasse a motivação dos funcionários, já que com a experiência adquirida, seria possível que eles fizessem as escolhas que auxiliassem no aumento da qualidade dos *sidecars* oferecidos pela organização.

Posteriormente, foram aplicados aos colaboradores os formulários de lições aprendidas (*Lesson Learned Cards*) para registrar, através de meios qualitativos e quantitativos, tudo o que se aprendeu com a implantação desta metodologia, além de analisar a percepção dos envolvidos sobre as medidas que devem ser tomadas para se resolver as falhas, transformando as medidas corretivas em procedimentos padrões que podem ser seguidos para corrigir os problemas em *sidecars* similares.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista a busca constante dos empreendimentos por soluções eficientes e definitivas para as dificuldades encontradas

no cotidiano do ambiente industrial, a metodologia *Quick Response to Quality Control* (QRQC) tem se tornado um instrumento de grande utilidade para o mercado, uma vez que permite a solução e a extinção de gargalos ao mesmo passo que evita a expansão de problemas que se originam da sua não prevenção (ROCHA *et al.*, 2012). Com a finalidade de demonstrar a eficiência desta metodologia realizou-se um estudo de caso, em que foi explanado as oito etapas do QRQC no problema de “Componentes elétricos fora de especificação”. Durante sua aplicação foi possível evidenciar as informações essenciais para a verificação dos fatores que levam a incidência deste gargalo, tornando possível a sua resolução definitiva.

Desta forma, foi possível evidenciar que a solução deste problema garantiu uma melhora significativa nos *sidecars* fabricados pela Empresa Beta, além disso pode-se perceber que este instrumento se mostra um grande aliado para garantir a melhoria contínua no empreendimento, visto que possibilita uma redução considerável nos custos, além de não haver restrições quanto às áreas ou setores em que a metodologia pode ser aplicada.

REFERÊNCIAS

- [1]. AOUDIA, Hakim & TESTA, Quintin. Perfect QRQC. Paris: Maxima, 2011.
- [2]. BARROS, José Glenio Medeiros. Análise e Melhoria do Processo de Fabricação do Tubo Exel. XIII SIMPEP. Bauru, SP (2006).
- [3]. CAMPOS, Vicente Falconi. Gerenciamento da rotina de trabalho do dia-a-dia. 8 ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004.
- [4]. CARVALHO, Marly Monteiro de & PALADINI, Edson Pacheco. Gestão da Qualidade – Teoria e Casos. 2ed. São Paulo: Campus, 2012.
- [5]. FERNANDES, Emanuele da Silva Goulart, et al. MASP no Controle de Desperdício: Um Estudo De Caso em uma Gráfica. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Bento Gonçalves, 2012.
- [6]. GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- [7]. GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa tipos fundamentais. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v.35, n.3, p. 20-29, mai./jun. 1995.
- [8]. GONÇALVES, José Ernesto Lima. As empresas são grandes coleções de processos. RAE – Revista de Administração de empresas. São Paulo, v.40, n.1, p. 6-19, jan/mar, 2000.
- [9]. GONZALEZ, Rodrigo Valio Dominguez; MARTINS, Manoel Fernando. Um quadro comparativo entre os Programas de Melhoria Contínua no setor automobilístico e de bens de capital: Múltiplos casos. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro/RJ, 2008.
- [10]. GRIMALDI, R. e MANCUSO, J.H. Qualidade Total. Folha de SP e Sebrae, 6º e 7º fascículos, 1994.
- [11]. HRAQDESKY, J. Aperfeiçoamento da qualidade e produtividade. São Paulo: Makron Books, 1997.
- [12]. JURAN, Joseph M. Controle da Qualidade: Handbook. São Paulo: Makron, 1991.
- [13]. MAHDIRAJI, H.A., ARABZADEH M. & GHAFARI, R. Supply chain quality management. Growing Science Ltda., p. 2463-2472, 2012.

- [14]. MONTEGOMERY, D.C. Introduction to statistical quality control. 3^a ed. Nova York: Wiley, 1996.
- [15]. MOREIRA, J. P. S et al. Implantação das Metodologias MASP e 5S no almoxarifado de uma indústria de sidecar. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza/CE. 2015.
- [16]. MOURA, E. As Sete Ferramentas Gerenciais da Qualidade: Implementando a melhoria contínua com maior eficácia. São Paulo: Makron Books, 1994.
- [17]. OHNO, Taiichi. O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- [18]. PALADINI, E. P. Gestão da qualidade: teoria e pratica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004.
- [19]. ROCHA, L. L. et al. Gestão da Qualidade através da metodologia QRQC Estudo de caso em uma empresa do setor automotivo. Revista Qualidade Emergente, v. 3, n. 1, p. 42-55, 2012.
- [20]. SOUZA, L. A. L. et al. Aplicação da metodologia QRQC: estudo de caso no setor automotivo. In: XXIII Simpósio de Engenharia de Produção – SIMPEP. Bauru, SP, 2016.
- [21]. ZAMBERLAN, Carlos Otávio, et al. Gerenciamento de processos: o caso da LJ central de cosmético Ltda. In: XIII Simpósio de Engenharia de Produção – SIMPEP. Bauru, SP, 2006.

Capítulo 13

DELIMITAÇÃO E ANÁLISE DA POTENCIAL ÁREA DE CAPTAÇÃO DOS TERMINAIS DE TRANSBORDO DE AÇÚCAR NO ESTADO DE SÃO PAULO

Samuel Da Silva Neto

Rodrigo Duarte Soliani

Resumo: O presente estudo visa obter a potencial área de captação de açúcar por parte dos terminais de transbordo ferroviários no estado de São Paulo. Haja vista que o modal, potencialmente, aumenta de forma representativa a competitividade do setor frente ao mercado internacional através da minimização de custos de transporte. A metodologia utilizada para obtenção de tal raio de captação é embasada no princípio da viabilidade econômica do transporte, ou seja, estão inclusas no raio de influência de um determinado terminal de transbordo as unidades produtoras que apresentem o custo da solução logística rodoferroviária menor que o custo do transporte realizado unicamente através da modalidade rodoviária para o Porto de Santos. Dessa forma, constatou-se que o potencial raio de captação dos terminais de transbordo de açúcar no estado de São Paulo é composto, em média, por trinta e cinco unidades produtoras de açúcar e a distância de captação varia entre 97 e 203 km. Diante do tamanho potencial de captação dos terminais de transbordo do estado de São Paulo, além disso, é destaque que a utilização do transporte ferroviário chega a representar economia de até 30% na contratação do serviço de transporte por parte das unidades produtoras.

Palavras-chave: Açúcar, Custo, Ferrovia, Transporte.

1 INTRODUÇÃO

Caracterizar a logística como um simples custo produtivo se tornou um conceito ultrapassado. Atualmente o transporte e armazenagem respondem por uma parcela significativa no que diz respeito aos níveis de competitividade dos produtores brasileiros diante do mercado internacional. No caso do setor sucroenergético, tal premissa não difere, basta observar os níveis de investimento do setor em modalidades alternativas de transporte nos últimos anos, tais como o transporte ferroviário e dutoviário. Diante de tal cenário, os estudos e discussões em torno de gargalos e potencialidades logísticas são imprescindíveis em relação a evolução do agronegócio brasileiro.

A infraestrutura é de fundamental importância no âmbito do desenvolvimento sustentável do país, já que possibilita que os agentes econômicos se engajem na produção e transação de bens e serviços. Portanto, capacidades de transporte e de armazenagem ideais possibilitam maiores garantias do retorno sobre os investimentos no país, aumentando o dispêndio financeiro em prol do desenvolvimento nacional, tendo em vista que tal desenvolvimento só é pertinente no longo prazo (JONES e VOLLRATH, 2013).

A matriz de transportes é responsável pela fluidez da movimentação de cargas no território nacional e afeta uma série de indicadores – dentre eles, a segurança viária, emissões de gases de efeito estufa, tempo de viagem e, principalmente, o chamado Custo Brasil, este definido como um conjunto de distorções que, em muitos setores, torna a economia brasileira menos eficiente que a de seus principais concorrentes, principalmente no agronegócio (CAIXETA-FILHO, 2001).

Adotando como premissa as infraestruturas existentes no âmbito ferroviário, julga-se necessário caracterizar a dinâmica na qual os diferentes agentes do setor se relacionam. Dessa forma, o objetivo do presente artigo é delimitar o potencial raio de captação dos terminais de transbordo de açúcar do estado de São Paulo, além disso, como objetivos secundários serão apresentadas características dos terminais existentes, as quais influenciam diretamente nos resultados e perspectivas do setor de transporte de açúcar no estado de São Paulo.

2. CARACTERIZAÇÃO DA CADEIA AÇUCAREIRA

2.1. ASPECTOS PRODUTIVOS

O transporte ferroviário no setor açucareiro trabalha, de maneira geral, apenas com o transporte de açúcar granelizado, ou seja, o transporte de açúcar ensacado através da ferrovia é insipiente.

Segundo Setten (2010), os principais fatores para concentração nas operações de transporte ferroviário a granel são: a comercialização das exportações de açúcar em embalagens de 50 kg ou de 1.200 kg é para clientes de distribuição e consumo, portanto sujeitas às oscilações, o que provoca dificuldades no planejamento; as operações de carregamento e descarga do açúcar em embalagens de 50 kg ou de 1.200 kg exigem o uso mais intensivo de mão-de-obra; as avarias nas operações de transbordo do modal rodoviário para o ferroviário em embalagens de 50 kg ou de 1.200 kg são maiores quando comparadas ao açúcar a granel; reduzida escala de transporte: no ano de 2008, as exportações de açúcar em embalagens de 50 kg ou de 1.200 kg representaram apenas 20% do total de açúcar exportado no Centro-Sul do país.

O estado de São Paulo, nas últimas três safras, foi responsável por aproximadamente 65% da exportação brasileira de açúcar, sendo que, de toda a produção nacional, 75% foi destinada a exportação, mostrando assim a importância do estado de São Paulo quanto a demanda e concomitantemente a importância do mercado externo para o segmento, (ÚNICA, 2014).

No âmbito portuário não é diferente, afinal, o porto de Santos, atualmente, é responsável por aproximadamente 73% das exportações brasileiras de açúcar.

No que se refere ao setor produtivo sucroenergético no estado de São Paulo, se posicionam com destaque as mesorregiões de Ribeirão Preto, São José do Rio Preto, Bauru, Araçatuba e Presidente Prudente, todas elas com produção de cana-de-açúcar, na safra 2013/2014 igual ou superior a 40 milhões de toneladas. As regiões de Araraquara, Assis, Piracicaba e Campinas vêm logo em seguida com produção em 20 e 35 milhões de toneladas cada uma (IBGE, 2015). Tal cenário está exposto na Figura 1.

Figura 1: Produção de cana-de-açúcar por mesorregião paulista no ano de 2013.

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE, 2015.

O porto de Santos lidera o cenário nacional de exportação de açúcar por uma série de motivos. Entre eles, pode-se destacar: proximidade das principais regiões produtoras, capacidade estática de armazenagem, capacidade de captação, além do escoamento e da capacidade das vias de escoamento rodoviário e ferroviário.

Segundo NUNES (2010), estão disponíveis duas principais modalidades de soluções logísticas ao transporte de açúcar bruto com destino ao porto de Santos, são elas:

- - Transporte rodoviário direto, ou seja, através do modal rodoviário o produto é transportado da unidade produtora ou armazém até o porto de destino.
- - Intermodalidade rodoferroviária, a qual é dividida em três etapas. A primeira operação da solução logística é, necessariamente, a ponta rodoviária. Trata-se do deslocamento da carga entre o local de produção (usina, armazém, entre outros) até o ponto de transbordo. Invariavelmente hoje, essa ponta rodoviária é feita por caminhões. A exceção ocorre quando a própria unidade produtiva possui transbordo dentro de suas instalações, como o caso de algumas usinas (São Martinho em Pradópolis - SP, por exemplo). A segunda operação é o transbordo da carga para o equipamento intermodal, como já foi explicado anteriormente.

O transporte ferroviário é caracterizado por um menor custo de transporte quanto comparado ao modal rodoviário, afinal, deve-se considerar o potencial ganho de escala que está relacionado com a sua utilização, ou seja, como os custos variáveis relativos ao

modal ferroviário são consideravelmente menores quando comparado ao modal rodoviário, o valor do transporte por toneladas é representativamente mais baixo (BALLOU, 2009). Diante dos fatores produtivos, comerciais e logísticos tratados no presente capítulo fica evidente a importância das unidades produtoras de açúcar do estado de São Paulo no que se refere à demanda não só nacional, mas mundial de açúcar e para tal, se destaca o porto de Santos como principal elo de acesso entre o Brasil e o mercado externo do produto.

3 MÉTODO DE PESQUISA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA SOLUÇÃO LOGÍSTICA RODOFERROVIÁRIA

Para realizar a devida caracterização da solução logística rodoferroviária, foi feita ampla revisão de literatura, além de realização de coleta de dados primários através de viagens de campo e entrevistas por telefone. Assim, as informações secundárias foram extraídas de publicações acadêmicas, revistas, anuários e sites ligados ao setor. Além disso, a caracterização dos terminais de transbordo foi possível através de dados primários levantados a partir de viagens de campo realizadas entre os anos de 2012 e 2014 e entrevistas realizadas via telefone.

3.2 DELIMITAÇÃO DO RAIOS DE INFLUÊNCIA FERROVIÁRIO

Para a delimitação do raio de influência, adotou-se como premissa a minimização dos

custos de transporte, ou seja, uma unidade produtora está inclusa no raio de influência de um terminal de transbordo ferroviário se, e somente se, o custo da solução logística rodoferroviária for menor que o custo da opção unicamente rodoviária (ou seja, o valor do frete rodoviário) com destino às regiões portuárias (conforme Fórmula 1).

$$(FRP + CT + FF) < FRD \quad (1)$$

onde:

FRP = Frete Rodoviário "Ponta"

CT = Custo de Transbordo

FF = Frete Ferroviário

FRD = Frete Rodoviário Direto

3.2.1 FRETE RODOVIÁRIO

As informações de fretes rodoviários de açúcar com destino ao porto de Santos foram obtidas a partir do Sistema de Informação de Fretes (SIFRECA) para o ano de 2013. A partir deste banco de dados, e com base nas distâncias envolvidas, foi possível construir as curvas de fretes para o produto açúcar.

Dessa forma, foram obtidas duas diferentes curvas de fretes, sendo que uma delas envolve rotas com distâncias de até 250 km (Figura 2) e a outra considera as rotas com distâncias superiores a 250 km (Figura 3).

Figura 2: Curva de frete para rotas de até 250 km.

Fonte: Elaboração própria a partir de ESALQ-LOG (2014).

Figura 3: Curva de frete para rotas de acima 250 km.

Fonte: Elaboração própria a partir de ESALQ-LOG (2014)

3.2.2 FRETE FERROVIÁRIO

A tarifa teto é um instrumento jurídico presente no contrato de concessão entre a União e as Concessionárias ferroviárias e que limita, por malha e por produto, o valor máximo a ser cobrado pelo serviço de transporte ferroviário. Neste sentido, a tarifa teto impede excessos de retorno de capital das concessionárias das ferrovias na medida em que limita um valor máximo a ser cobrado por produto em cada malha. A prática de mercado segue esta lógica, sendo que dentro dos limites estabelecidos legalmente, as concessionárias conseguem praticar tarifas diversas para cada produto e ainda podem dar prioridade para cargas e corredores de maior interesse. A tarifa teto pode ser obtida a partir do próprio site da ANTT, através de um simulador.

No estado de São Paulo, segundo os agentes de mercado, é comum a concessionária cobrar aproximadamente 80% da tarifa teto estabelecida pelo governo. Neste sentido, estas foram as premissas adotadas para a composição do valor do frete ferroviário.

3.2.3 CUSTO DE TRANSBORDO

O custo de transbordo foi levantado através de contatos com agentes do setor. Portanto, foi considerado para todos os terminais analisados um custo de R\$ 6,00/t.

3.3 ECONOMIA POTENCIAL MÉDIA POR MESORREGIÃO

Diante da comparação entre o frete rodoviário direto e a solução logística para as unidades produtoras que estão dentro das áreas de influência dos terminais em análise, pode-se obter a potencial economia, por usina, em se escoar através da solução logística rodoferroviária em detrimento do transporte rodoviário direto. E posteriormente foi possível agregar tais unidades em mesorregiões. Dessa forma, chegou-se a economia potencial média por mesorregião em utilizando cada um dos terminais de transbordo em estudo. Tal economia foi gerada através da Formula 2.

$$EPM_m = \frac{\sum_i^n \frac{FSL_i}{FRD_i}}{n}$$

onde:

EPM = Economia Potencial Média por Mesorregião

m = mesorregião

n = número de usinas da mesorregião m que compõem o raio de influência de determinado transbordo

i = unidade produtora inclusa na mesorregião m

FSL = Frete da solução logística rodoferroviária da usina i até o porto de Santos passando pelo terminal m

FRD = Frete rodoviário direto da usina i até o porto de Santos

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS TERMINAIS DE TRANSBORDO

Esta seção apresenta os resultados alcançados a partir do estudo no que tange a caracterização dos terminais de transbordo, sendo que eles estão divididas em: (a) as empresas responsáveis pelo embarque de açúcar na ferrovia, (b) as concessionárias responsáveis pelo transporte ferroviário, (c) distância ferroviária até o porto de Santos, (f) capacidade estática de armazenagem, (e) a estimativa de volume escoado por terminal de

transbordo, (f) ao número de usinas nas áreas de influência de cada um dos terminais analisados e (g) máxima distância de captação rodoviária. Tais características serão retomadas no decorrer dos resultados assim que necessário.

Dessa forma, a Tabela 1 sintetiza os principais resultados referentes a caracterização dos terminais, e que são detalhados na sequência. Destaque deve ser dado às duas últimas colunas da Tabela, que dizem respeito à quantidade de usinas no raio de influência e à distância rodoviária envolvida no raio de captação.

Tabela 1: Caracterização dos terminais de transbordo rodoferroviário de açúcar no estado de São Paulo

Terminal	Empresa Responsável	Concessionária da Linha Férrea	Distância Ferroviária ao Porto de Santos (km)	Capacidade estática de Armazenagem(t)	Escoamento ferroviário anual (t)	Usinas no raio de influência	Máxima Distância de Captação Rodoviária (km)
Aguai	Agrovia	FCA	370		260.000	16	103
Araraquara	Ceagesp	ALL	466	200000	40.000	63	188
Barretos	Coopercitrus	FCA	673	130000	0	16	120
Fernandópolis	Cururipe	ALL	805	45000	710.000	21	193
Itirapina	RUMO	ALL	393	100000	900.000	49	167
Jaú	RUMO	ALL	501	60000	815.000	23	174
Pradópolis	São Martinho	ALL	533		880.000	55	182
Ribeirão Preto	Copersucar	FCA	569	70000	870.000	28	129
Santa Adélia	Agrovia	ALL	581		400.000	53	205
São Joaquim da Barra		FCA	647		65.000	10	97
São José do Rio Preto	Copersucar	ALL	665		650.000	52	195
Sumaré	RUMO	ALL	270	300000	290.000	33	173
Votuporanga	Noble	ALL	775		290.000	28	193

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da ANTT, ESALQ-LOG e agentes do setor, 2014

Diante dos dados expostos na Tabela 1, no tópico a seguir serão aprofundadas as discussões no âmbito das potenciais áreas de captação dos terminais de transbordo em análise e influência que estes terminais podem gerar na minimização dos custos de transporte em torno das principais mesorregiões produtoras do estado de São Paulo.

4.2 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DA POTENCIAL ÁREA DE INFLUÊNCIA

Diante da metodologia proposta, deve-se destacar como os cinco terminais mais bem localizados, no que corresponde ao número de unidades produtoras incluídas em suas potenciais áreas de captação, os transbordos de São José do Rio Preto, Santa Adélia, Pradópolis, Itirapina e Araraquara (Figura 4). Com exceção do último, tais terminais vêm recebendo altos volumes de investimento por parte da iniciativa privada nos últimos anos, fato que faz com que o desempenho dos mesmos seja elevado em comparação com a maioria dos terminais.

Figura 4: Número de usinas nas áreas de influência por terminal de transbordo.

Fonte: Elaboração própria, 2014.

Embora os terminais localizados mais distantes do porto de Santos, como os casos dos transbordos de Votuporanga e Fernandópolis, não sejam protagonistas quanto ao número de usinas no raio de influência, é destaque que as unidades produtoras que estão contidas em tais raios dependem desses terminais para equilibrarem a competitividade diante das usinas mais próximas ao porto de Santos, como é o caso das unidades localizadas nas regiões de Araçatuba e São José do Rio Preto, como pode ser visto na Tabela 2. Além disso, a maior utilização de tais terminais em

detrimentos dos demais traz maiores benefícios econômicos para a detentora da concessão rodoviária, afinal, a mesma é remunerada não só pelo volume transportado, mas também pela distância ferroviária percorrida. Dessa forma, as vantagens tanto aos agentes embarcadores, quanto a concessionária ferroviária e os atuais investimentos privados em tais terminais, pode-se esperar aumento do escoamento ferroviário para esses terminais nos próximos anos.

A Tabela 2 apresenta a economia média decorrente da potencial utilização dos terminais de transbordos analisados por mesorregião produtora do estado de São Paulo. Assim, o terminal que potencialmente pode atender o maior número de mesorregiões produtoras é o terminal de Sumaré. Entretanto, um dos principais fatores limitantes em relação ao aumento das movimentações através do terminal é a proximidade do mesmo ao porto de Santos, ou seja, tal fator não torna o terminal atrativo do ponto de vista da concessionária ferroviária, afinal, como já tratado anteriormente, uma das variáveis que compõem a receita proveniente da venda de serviço de transporte ferroviário é a distância percorrida.

Logo em seguida, com cinco regiões potencialmente atendidas, estão os terminais

de transbordo de Araraquara, Jaú Itirapina e Santa Adélia. Os três últimos têm maiores condições de aproveitamento de seus potenciais geográficos em função dos recentes e graduais investimentos privado realizados em suas infraestruturas estática e material rodantes, afinal, os terminais de Jaú e Itirapina são operados e administrados pela empresa RUMO Logística e o terminal de Santa Adélia pela Agrovía Brasil. Na contramão dos investimentos privados encontra-se o terminal de Araraquara, o qual, embora seja caracterizado pela sua excelente localização em meio ao importante polo produtor, enfrenta dificuldades operacionais em função das suas instalações além de serem antigas, foram projetadas para a armazenagem e transbordo de grãos. Vale destacar que o terminal é propriedade do governo federal e é administrado pelo CEAGESP.

Tabela 2: Economia potencial na utilização de terminais de transbordo por mesorregião

		Mesorregiões Produtoras								
		Araçatuba	Araraquara	Assis	Bauru	Campinas	Itapetininga	Piracicaba	Ribeirão Preto	São José do Rio Preto
Terminal de Transbordo Ferroviário	Aguai	-	2%	-	-	11%	-	2%	6%	-
	Araraquara	-	24%	-	11%	-	-	1%	9%	8%
	Barretos	-	-	-	-	-	-	-	9%	10%
	Ferrelópolis	5%	-	-	-	-	-	-	-	16%
	Itirapina	-	16%	-	12%	14%	-	10%	4%	-
	Jaú	-	9%	5%	19%	-	-	12%	-	9%
	Pradópolis	-	8%	-	-	-	-	-	15%	6%
	Ribeirão Preto	-	-	-	-	-	-	-	11%	-
	Santa Adélia	3%	11%	-	4%	-	-	-	10%	13%
	São Joaquim da Barra	-	-	-	-	-	-	-	9%	-
	São José do Rio Preto	5%	-	-	5%	-	-	-	3%	17%
	Sumaré	-	2%	-	1%	15%	5%	19%	6%	-
	Votuporanga	5%	-	-	-	-	-	-	-	15%
		Economia Potencial Média								

Fonte: Elaboração própria, 2015

Ainda analisando a Tabela 2, é importante destacar o terminal de Barretos, o qual é administrado pela cooperativa Copercitrus. O terminal que poderia escoar através do modal ferroviário parte da produção das duas mais representativas regiões produtoras do estado,

Ribeirão Preto e São José do Rio Preto, hoje não possui escoamento ferroviário efetivo em função das péssimas condições da malha ferroviária, fator que contradiz as ótimas condições de armazenagem e transbordo do terminal.

As mesorregiões que apresentam o maior número de terminais de transbordo disponíveis ao transporte de açúcar são exatamente as principais regiões produtoras do estado, Ribeirão Preto e São José do Rio Preto.

A região produtora de São José do Rio Preto tende a aumentar a disponibilidade de transporte ferroviário de açúcar nos próximos anos, afinal, os terminais de Votuporanga e Fernandópolis, operados respectivamente pela Noble e RUMO, podem equilibrar os interesses entre agentes embarcadores e concessionária ferroviária, os quais são respectivamente, minimizar o custo de transporte através da utilização do transporte ferroviário e aumentar a receita da ferrovia através do aumento da distância percorrida pelo açúcar.

Em contrapartidas, a mesorregião de Araçatuba, uma das mais importantes regiões produtoras do estado, conta apenas com os terminais Fernandópolis, Votuporanga, Santa Adélia e São José do Rio Preto, os quais estão distantes da região produtora em questão e por consequência, apresentam níveis baixos de economia potencial no transporte de açúcar.

Ainda mais impactante é a situação da mesorregião de Presidente Prudente, afinal, não estão disponíveis para as unidades produtoras da região nenhum terminal de transbordo que garanta o escoamento até o porto de Santos. Dessa forma, fica evidente o déficit ferroviário que as regiões produtoras de Araçatuba e Presidente Prudente (Sudoeste do Estado de São Paulo) apresentam em relação as regiões produtoras ao norte do Rio Tietê, como é o caso de Ribeirão Preto e São José do Rio Preto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A consideração fundamental do presente estudo é a importância da logística no que diz respeito à competitividade do setor produtor de açúcar, haja vista que em tempos de instabilidade econômica, os agentes que menos absorvem os reveses decorrentes da conjuntura são aqueles que de forma antecipada investiram em infraestrutura e minimização de custos produtivos, como é o caso do transporte.

O modal ferroviário, como se apresenta atualmente, é caracterizado por uma

composição de agentes ainda em desenvolvimento, visto que somente na década de 90 o modelo de concessão privada se estabeleceu. Assim, a partir dos anos 2000, os demais agentes do setor privado, os quais na maioria dos casos são embarcadores, passaram a investir em infraestrutura intermodal. Como maior exemplo deve-se destacar os terminais de transbordo, principais objetos de estudo do presente trabalho. Diante de tal cenário, pode-se afirmar que o modal ferroviário, atualmente, é caracterizado pela expansão em função das altas demandas do agronegócio.

Dessa forma, o presente estudo mostrou o quão abrangente é a área de influência dos terminais de transbordo de açúcar do estado de São Paulo, a julgar que em média os terminais analisados agregam raio potencial de captação de 35 unidades produtoras. Entretanto, também ficou evidente que diante de tamanha potencialidade, os terminais de transbordo apresentam um significativo hiato produtivo, ou seja, a capacidade dos mesmos é maior que o escoamento efetivo. Basta observar que o terminal de transbordo da CEAGESP apresenta uma das melhores localizações diante dos polos produtores paulistas de açúcar; em contraponto, o mesmo apresenta escoamento ferroviário inexpressivo.

Diante de tal dicotomia, faz-se necessário a integração, quanto aos objetivos entre os agentes envolvidos na solução logística rodoferroviária. Um exemplo é o aumento da utilização de terminais que apresentam maiores distâncias do porto de Santos, como são os casos dos terminais de Fernandópolis, Votuporanga, São José do Rio Preto e Barretos. A maior utilização de tais terminais, além de aumentar a competitividade de usinas afastadas das regiões portuárias, também pode maximizar a remuneração do capital investido das concessionárias.

Diante das considerações apresentadas, pode-se concluir que a palavra que melhor resume os fatores necessários ao bom andamento e evolução do escoamento de açúcar através do modal ferroviário é integração. Afinal, os gargalos logísticos devem ser interpretados de forma literal, ou seja, de nada adiantam altos níveis de capacidade logística no interior do país se os elos finais da cadeia, como é o caso do

acesso ao porto de Santos, não forem

devidamente adaptadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres. Evolução do Transporte Ferroviário. Disponível em: < www.antt.gov.br/ >. Acesso em: 11 de Set. de 2014
- [2]. BALLOU, R. H. Logística Empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- [3]. CAIXETA-FILHO, J.V.; GAMEIRO, A.H. Logística e Transporte em Sistemas Agroindustriais. São Paulo: Atlas, 2001, 217p.
- [4]. ESALQ-LOG - Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial. Disponível em: < <http://esalqlog.esalq.usp.br/> >. 2014. Acesso em: 22 mai. 2015.
- [5]. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Área plantada de cana-de-açúcar em 2013. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=t&o=11>>. Acesso em: 12 de Jun. de 2015.
- [6]. JONES, C. I.; VOLLRATH, D. Introduction to Economic Growth. New York: W.W. Norton & Company, Inc., 2013.
- [7]. NUNES, P. B. Caracterização da logística do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar no Centro-Sul do Brasil. Piracicaba, 2010. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- [8]. SETTEN, A. M. Infraestrutura Logística de Exportação de Açúcar e Etanol no Centro-Sul do Brasil. 2010. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2010.
- [9]. SIFRECA – SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE FRETES. Indicadores de fretes rodoviários. 2015. Disponível em: < <http://esalqlog.esalq.usp.br/sifreca/mercado-de-fretes/acucar/> >. 2014. Acesso em: 22 mai. 2015.
- [10]. UNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar. Estatísticas do setor. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/data>>. Acesso em: 18 de Set. de 2014.

Capítulo 14

ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO EM UMA METALÚRGICA DO ESPÍRITO SANTO

Sara de Souza Vitor

Daniela da Gama e Silva Volpe Moreira de Moraes

Resumo: A estratégia de produção tem como intuito transformar a função produção da empresa em um diferencial competitivo. Dessa forma, a sua análise influencia no desempenho e permite o estabelecimento de uma estratégia eficaz para o negócio. O objetivo geral do artigo é analisar e discutir a estratégia de produção de uma empresa do setor metalúrgico, localizada no espírito santo, identificando suas prioridades competitivas e áreas de decisão. Para tal, foi realizado um estudo de caso, onde foram identificadas dentre as vantagens competitivas da metalúrgica o uso de matéria-prima com qualidade certificada, processo produtivo com qualidade, produto de qualidade, rapidez na entrega, mão de obra especializada e máquinas e equipamentos altamente tecnológicos. Também foram identificadas possibilidades de melhorias, principalmente, no que diz respeito ao posicionamento da empresa no mercado, sendo a principal delas se tornar referência em projetos metalúrgicos especializados, seu grande diferencial.

Palavras-chave: Estratégia de produção; Prioridades competitivas; Áreas de decisão; Setor metalúrgico

1 INTRODUÇÃO

O relacionamento entre empresas e mercado consumidor tem sido influenciado pelo desenvolvimento dos modelos de negócios, da tecnologia e do acesso a informações. Para alcançar o público desejado e conseguir maior permanência no mercado, as empresas necessitam identificar o que as diferencia da concorrência e qual o comportamento do seu mercado consumidor.

Entender como a produção influencia o desempenho e resultados da empresa permite estabelecer uma estratégia eficaz para o negócio. A estratégia de produção tem por intuito transformar a função produção da empresa em um diferencial competitivo. A transformação é advinda da identificação e seleção das prioridades competitivas e das áreas de decisão que serão adotadas pela empresa. Assim, deve-se identificar quais características dentre custo, qualidade, flexibilidade, entrega e serviço a mesmo considera importante. Após essa análise, deve-se alinhar as necessidades do consumidor final às metas da empresa para decidir qual característica agregará maior valor ao produto.

Este trabalho propôs-se a compreender como a estratégia de produção pode influenciar o desempenho global de uma empresa. Assim, tem-se como objetivo geral analisar e discutir a estratégia de produção de uma microempresa do setor metalúrgico do Espírito Santo e, especificamente, identificar as prioridades competitivas e as áreas de decisão adotadas pela empresa. Por questões de confidencialidade, a empresa não será identificada.

O setor metalúrgico foi escolhido devido à sua relevância. Segundo a Federação das Indústrias do Espírito Santo (FINDES, 2016) fazem parte da indústria metalúrgica brasileira 70,7 mil empresas. Destas, a atividade de fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos, concentra mais de 41 mil empresas. Ainda, segundo o FINDES, o setor é representado em sua grande maioria por microempresas (87%).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO

A utilização do conceito de estratégia relacionado à produção é atribuída a Wickham Skinner em seu artigo

“Manufacturing – Missing link in Corporate Strategy”, publicado em 1969. Neste, Skinner (1969) definiu estratégia de produção como “o conjunto de planos e políticas por meio das quais a empresa visa obter vantagens sobre seus competidores”. Wheelwright (1984), a define como a sequência de decisões que capacitará a organização a desenvolver a estrutura e infraestrutura desejadas. Para tanto, a estratégia de produção faz uso efetivo da capacidade e das competências da área de operações para alcançar os objetivos fixados pela empresa.

De acordo com Hayes et. al. (2005), a estratégia de produção é única para cada tipo de negócio, sendo que, mesmo em empresas com negócios variados, as estratégias de produção podem ter a necessidade de serem diversas e acompanhar cada um dos negócios. Sua formulação tem por finalidade aumentar a competitividade da organização e, assim, constituir um padrão de decisões de distribuição dos recursos de uma organização, obtendo um composto adequado de características de desempenho que conduz a empresa a competir de forma eficaz (GIANESI; CORRÊA, 1994).

Para Skinner (1969), a função produção faz parte do conceito estratégico que relaciona as forças e os recursos da empresa às oportunidades no mercado. Quando suas operações estão em consonância com a estratégia da empresa, a estratégia de produção visa torná-la uma prioridade competitiva (NOGUEIRA et. al., 2001).

Na literatura, a estratégia de produção é subdividida em duas vertentes: conteúdo e processo, de acordo com a Figura 1. A vertente conteúdo trata das prioridades competitivas, áreas de decisões, práticas de produção e medição de desempenho (SWAMIDASS; NEWELL, 1987; ADAM; SWAMIDASS, 1989). A vertente processo se refere às metodologias seguidas para o desenvolvimento da estratégia de produção (SWAMIDASS; NEWELL, 1987).

Segundo Dangayach e Deshmukh (2001), artigos que abordaram a vertente conteúdo consideraram capacidades da produção, escolhas estratégicas, melhores práticas, comparações transnacionais, revisões de literatura e literatura sobre estratégia de produção relacionada à medição de desempenho. Enquanto as pesquisas focadas em processo referem-se ao estudo da tomada e desenvolvimento de decisões estratégicas,

à comunicação das decisões estratégicas dentro da organização e à implementação da estratégia (BOYER; SWINK; ROSENZWEIG,

2005). Este trabalho segue a vertente de conteúdo.

Figura 1 - Estratégia de Produção sob a Vertente de Processo e Conteúdo.

Vertente	Características
Processo	Metodologias para o processo de elaboração e formulação; Conhecimento da abordagem da estratégia global; Entendimento das teorias de alinhamento estratégico
Conteúdo	Estratégias Genéricas; Prioridades Competitivas Áreas de Decisões Estruturais e Infra Estruturais; Melhores Práticas; Indicadores de Desempenho

Fonte: Adaptado de Wheelwright, 1984.

2.2 PRIORIDADES COMPETITIVAS

As prioridades competitivas estão relacionadas a critérios de desempenho competitivo que a função produção pode adotar para se adequar à estratégia de negócios da organização (SKINNER, 1969). Constituem-se na lista de atributos do produto ou serviço que são valorizados pelos clientes, ou seja, priorizados em termos de importância na sua decisão de compra (TUNÁLV, 1992).

Skinner (1969) apresentou a relevância das prioridades competitivas. Neste, o autor criticou a visão tecnicista que privilegiava os baixos custos e elevada eficiência. Para o autor, esta visão reduzia o foco em dimensões competitivas mais importantes, como qualidade e flexibilidade. Dessa forma, as decisões tomadas não utilizavam as operações como arma competitiva, transformando-a em um pesado encargo, composto de instalações, equipamentos e sistemas gerenciais inflexíveis, caros e difíceis de modificar.

Neste trabalho foi adotado o modelo de prioridades proposto por Garvin (1983). As

prioridades qualidade, flexibilidade, custo, entrega e serviço, e seus desdobramentos, estão descritas no Anexo I.

2.3 ÁREAS DE DECISÃO

As áreas de decisão abrangem os atributos físicos e também os sistemas, políticas e práticas que determinam como os aspectos estruturais da organização devem ser gerenciados (HAYES et. al., 2005). Dividem-se duas categorias: estruturais, caracterizadas por seus impactos de longo prazo, pela dificuldade de reversão da opção feita e pelos altos investimentos de capital e infraestruturais, relacionadas com aspectos de natureza tática (HAYES E WHEELWRIGHT, 1984). As áreas estruturais são referentes às instalações, capacidade, tecnologia e integração vertical; enquanto as áreas infraestruturais abrangem os recursos humanos, a qualidade, o planejamento e controle da produção, o desenvolvimento de produtos, as medidas de desempenho e a organização estrutural da empresa, conforme abaixo.

Figura 2 – Áreas de Decisão

	Desdobramento	Definição
ESTRUTURAS	Instalações	Número de plantas, localização geográfica, tamanho e grau de especialização de cada planta necessária para se atingir o volume de produção planejado.
	Capacidade	Capacidade de produção total a ser provida. Podem envolver, entre outros fatores, sub-contratação, aumento incremental de capacidade, aumento do número de turnos e perda temporária de mercado.
	Tecnologia	Tipos de equipamento e sistemas a serem utilizados em cada unidade, o grau de automação do processo, fluxo de material e informação e a forma de ligação entre as plantas, entre outros.
	Integração Vertical	Refere-se às decisões quanto ao que a empresa irá produzir internamente, ao que ela irá comprar de terceiros e à política de compras a ser implantada.
INFRAESTRUTURAS	Recursos Humanos	Políticas e práticas de recursos humanos referentes a contratação, promoção, avaliação, transferência, treinamento e qualificação da força de trabalho, políticas de incentivos monetários e não monetários e planos de cargo e salários em relação ao mercado, entre outros.
	Qualidade	Define a política e os sistemas de controle e garantia da qualidade (prevenção de defeitos, monitoramento, intervenção).
	Planejamento e Controle da Produção	Sistemas de planejamento e controle de estoque, políticas de fornecimento, regras de decisão.
	Novos Produtos	Processo de desenvolvimento de novos produtos.
	Medidas de Desempenho	Indicadores de desempenho e sistemas de recompensa incluindo sistema de alocação de capital.
	Organização	Trata da definição da estrutura organizacional do setor produtivo, envolve decisões sobre o número de níveis hierárquicos, sobre a forma da estrutura (linha, projeto ou matricial), sobre o sistema de informações, flexibilidade, rapidez de resposta, nível de centralização, estilo de liderança, processo de tomada de decisão, etc.

Fonte: Adaptado de Garvin, 1983.

Assim, ao analisar os critérios competitivos e sua interdependência, Slack (1993) afirma que as empresas devem selecionar alguns desses critérios e priorizá-los. Como os objetivos de desempenho possuem focos diferentes, torna-se difícil para a empresa atingir excelência em todos os atributos demandados pelos clientes ao mesmo tempo.

3 METODOLOGIA

A pesquisa pode ser classificada como um estudo de caso. Trata-se de uma forma de se fazer pesquisa investigativa de fenômenos atuais dentro de seu contexto real, em situações em que as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não estão claramente estabelecidas (YIN, 2005).

Foi adotada uma abordagem qualitativa e exploratória, construída de acordo com as seguintes etapas:

I Referencial Teórico: A Seção II apresenta de forma conceitual a Estratégia de Produção, abordando as prioridades competitivas e áreas de decisão da estratégia de produção.

II Seleção de empresa para participar do projeto: envio de proposta formal ao Sindicato das Indústrias Metalúrgicas e de Material Elétrico do Estado do Espírito Santo (SINDIFER). Em seguida, este encaminhou as empresas que se encaixavam no perfil da proposta.

III Definição de vínculo com a empresa: após a seleção, foi estabelecido um vínculo de estágio da primeira autora com a empresa, permitindo maior acesso à empresa, aos dados e à produção;

IV Coleta de dados: etapa que consiste na junção de informações e material para análise de dados. Neste trabalho aplicaram-se as seguintes técnicas:

- Observação participante: a observação é uma técnica que não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se deseja investigar (MARCONI; LAKATOS, 2002). Para a realização deste trabalho foi necessário observar a empresa estudada duas vezes por semana, ao longo de dois 2 meses.

- Análise Documental: A análise documental consiste em identificar, verificar e apreciar os documentos com o intuito de contextualizar as informações contidas nos documentos (MOREIRA, 2005). Dessa forma, os documentos referentes ao planejamento estratégico da empresa, relatórios de compra e venda dos últimos anos, relação de clientes e fornecedores e relatórios de produção foram organizados e avaliados para a análise do objetivo proposto neste trabalho.

- Entrevista: É um procedimento utilizado na investigação social para a coleta de dados ou para ajudar no diagnóstico ou no tratamento de um problema social (MARCONI; LAKATOS, 2002). Nesse estudo de caso, foram realizadas entrevistas não estruturadas com os gerentes e funcionários da empresa, de acordo com suas rotinas de trabalho e necessidades do estudo.

V Diagnóstico do estado atual da empresa: análise e avaliação da produção, da estratégia do negócio e a relação com o mercado;

VI Apresentação dos resultados obtidos.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 A EMPRESA

A Metalúrgica A, fundada em 1996, é uma microempresa do segmento metalúrgico, especializada em Corte e Conformação de Aços Planos e Caldeiraria de Pequeno e Médio Porte. No início de suas operações, sua atividade principal eram artigos de serralheria como portões e grades. Em 2008, a metalúrgica expandiu seu espaço físico onde se desenvolveu e ampliou seus negócios. Em 2010, a empresa adquiriu o imóvel onde atualmente está localizada sua sede.

A metalúrgica tem como visão se tornar referência em corte e dobra de aço no

Estado. Além disso, busca ser reconhecida pelo alto nível de qualidade no fornecimento de produtos e serviços. Para tanto, realiza altos investimentos em máquinas e equipamentos de tecnologia avançada para atender aos requisitos especificados pelos clientes. A mesma busca sempre superar a expectativa dos clientes com as melhores soluções, qualidade e cumprimento de prazos, além de manter cuidados especiais com o meio ambiente e com a segurança de seus colaboradores.

4.2 PRIORIDADES COMPETITIVAS

a Flexibilidade

A Metalúrgica A trabalha com os mais variados tipos de produtos em aço. Dentre os produtos fabricados encontram-se desde rufos, calhas, perfis, chapas, armários, escadas, além de produtos para decoração. A empresa não possui um portfólio com produtos padrão determinados, devido à variabilidade que seu processo oferece. Assim, a mesma precisa adaptá-los de forma rápida, com o intuito de manufaturar a peça desejada pelo cliente.

A flexibilidade de produção da empresa, com volume e rapidez, se deve aos equipamentos e softwares de projetos que possui, possibilitando atender aos requisitos de novos produtos, customização e modificação de forma muito natural. Dessa forma, consegue responder a demandas incertas de produção, desde que não seja em volumes muito grandes. Atualmente, opera em níveis muito baixos de produtividade visto às demandas do mercado.

b Custo

A visão de custos da empresa é focada em valor. Como seu objetivo é vender produtos com o maior nível de qualidade, as matérias-primas compradas são de alto custo. Em relação à concorrência, seus produtos são de 50% a 80% mais caros. Os diretores têm uma opinião formada em relação à qualidade de sua matéria prima e de seu produto. Assim, preferem comprar e vender a preços mais caros, mostrando que custo não é o foco competitivo da empresa.

Os custos de produção e operacional são muito altos devido ao investimento em tecnologia. O maquinário tem alto valor para

compra e também para manutenções. Além disso, com o volume de produção baixo, seus custos se elevam, visto que o maquinário está parado sem gerar riqueza.

c Entrega

A Metalúrgica A é conhecida no mercado devido à sua rapidez e agilidade em entregar os pedidos realizados. Após fechamento do pedido, o mesmo começa a ser produzido na hora. Mesmo havendo um prazo de entrega definido – média de três dias, conseguem entregar antes e, dependendo do pedido, entregam em poucos minutos ao cliente final – o cliente fica esperando enquanto o produto é fabricado.

A velocidade de produção é constituída como diferencial competitivo. Como a máquina de plasma permite um excelente corte, não há necessidade de ter a etapa de acabamento, o que agiliza o processo produtivo. Assim, a empresa consegue garantir a execução do projeto no prazo e com a qualidade necessária. Observa-se também, que por trabalharem com uma entrega muito rápida, os clientes não compreendem quando recebem prazos maiores para entrega ou acabam deixando seus pedidos para a última hora.

4.3 ÁREAS DE DECISÃO

4.3.1 ÁREAS DE DECISÕES ESTRUTURAIS

a. Instalações

A Metalúrgica A possui sede própria e se encontra situada no município de Serra - ES. O galpão da empresa contempla um espaço de 200 m² e está estrategicamente localizado junto a um dos mais importantes entroncamentos rodoviários do município de Serra – Contorno. A localização facilita tanto o recebimento de matérias primas quanto o despacho de produtos acabados.

b. Tecnologia

Os equipamentos da metalúrgica são de alta tecnologia. Todos os equipamentos são relativamente novos, com poucos anos de uso. A empresa possui máquinas de Corte Plasma, Corte Manual e Calandra, Guilhotina, Dobradeira, Prensa Hidráulica. A máquina de corte plasma, por ser totalmente automatizada e com corte preciso, permite cortar uma

chapa de aço nos mais variados formatos e complexidade de desenhos. O corte manual não permite tanta precisão para desenhos minuciosos, mas permite precisão em corte retos; e, a calandra permite abaular o aço, proporcionando formatos curvos em chapas e tubos. Com isso, os clientes e projetistas podem criar diversos tipos de produtos finais.

c Capacidade

Com os equipamentos apresentados anteriormente, a metalúrgica tem uma capacidade de produção de até 100ton/mês. Dentre as etapas de produção, os processos mais utilizados são programação, corte plasma e dobra. Ao comparar os anos de 2015 e 2016, percebe-se uma redução no nível de produção acentuada. O corte plasma – processo mais utilizado, reduziu de 38,24% para 4,91%, e a programação e a dobra tiveram seus índices reduzidos de 9,16% para 0,93% e de 25.54% para 3,79%. Ainda em relação a este cenário, observa-se uma redução de horas efetivamente trabalhadas pelos funcionários, mostrando altos índices de ociosidade devido à pouca demanda. Atualmente, a empresa possui níveis de ociosidade próximos de 75%, tornando-se necessário uma mudança urgente de posicionamento.

d Integração Vertical

A metalúrgica optou por não trabalhar diretamente com alguns processos de acabamento. Os processos de galvanização e pintura dos produtos não são realizados. Quando há algum pedido ou produto específico, a mesma fabrica o produto e envia para outra empresa finalizar o acabamento deste.

4.3.2. ÁREAS DE DECISÃO INFRA ESTRUTURAL

a. Qualidade

A Metalúrgica A tem a qualidade como principal foco competitivo. Este fato foi observado na missão e visão da empresa. Foi notório também nas conversas com a alta direção e funcionários da empresa. A preocupação com a qualidade está no recebimento e inspeção da matéria-prima; no processo produtivo que produz peças com acabamento de alto nível e que conta com

inspeções de qualidade de todas as etapas de produção, incluindo o produto final; e na entrega dos produtos aos clientes que também fazem sua inspeção.

Com a sua busca pela qualidade, a empresa foi certificada com a ABNT NBR ISO 9001 e também compra de fornecedores certificados, mantendo o nível de qualidade de seus produtos e serviços.

As peças produzidas na Metalúrgica A são baseadas em projetos específicos dos clientes. A fabricação dos produtos se dá em equipamentos de alta tecnologia e desempenho. A aparência dos produtos finais está ligada diretamente ao acabamento proporcionado por estes equipamentos. Como a máquina de corte plasma permite precisão à peça e corte sem rebarba ou aparas, se torna um diferencial para os produtos da microempresa. Além disso, por serem baseados em projetos de AutoCAD, a confiabilidade dos projetos e produto finais é alta, visto que o mesmo permite precisão nas medidas e desenhos proporcionando aos clientes um serviço rápido e de alta qualidade no acabamento.

Por se tratar de produtos metalúrgicos, as matérias primas (aço, aço inox, alumínio) possuem alto grau de durabilidade. A garantia da durabilidade do produto final está na especificação do projeto do cliente, entretanto, a metalúrgica se certifica de comprar matéria-prima de qualidade, não comprando sucata, restos de aço, entre outros, e comprando de fornecedores certificados pela ABNT NBR ISO 9001.

b. Planejamento e Controle da Produção (PCP)

Após entrada do projeto, tem-se a primeira etapa de produção que consiste no corte. Este pode ser na máquina de plasma ou corte manual, seguido da dobra e das etapas de acabamento. Estes se encontram em forma de linha de montagem e os funcionários trabalham em equipe. A Metalúrgica possui um equipamento para cada etapa de produção. Assim, caso haja quebra ou problema em algum deles, a produção é prejudicada e, por conseguinte, os custos aumentam visto que se torna necessário terceirizar esta parte do processo até que o equipamento seja consertado.

Na produção trabalham 4 (quatro) funcionários. Há o programador, que desenha e projeta as peças a serem produzidas; o funcionário especialista na máquina de corte plasma; um funcionário que atua na dobra e calandragem das peças, que são processos que necessitam de precisão; e um funcionário que trabalha com as etapas de acabamento, soldagem e montagem dos produtos finais.

A confiabilidade do processo produtivo está vinculada diretamente ao comprometimento dos funcionários. Como há um colaborador para cada função, todos impactam diretamente no processo. Entretanto, observou-se que as taxas de absenteísmo são muito baixas.

c Novos produtos

Por se tratar de uma empresa do setor metal mecânico, a Metalúrgica A abrange uma infinidade de possibilidades de fabricação, industrialização e prestação de serviços neste seguimento. A máquina de plasma permite os mais variados tipos de corte, abrangendo desde peças mais simples às mais complexas, não havendo uma segmentação dos produtos fabricados. Os produtos variam de perfis, calhas e outras peças, de cortes simples a cortes complexos, como os utilizados em design e decoração.

Devido à variabilidade de produtos finais que o processo produtivo permite, a empresa opera com projetos. Estes são enviados pelo cliente ou projetados pelo especialista da própria metalúrgica e, em seguida, são enviados para a máquina de corte plasma. Assim, por serem produtos especializados, o volume de produção é pequeno.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O entendimento da estratégia de produção estimula a empresa a conhecer melhor o seu perfil e seu mercado consumidor. Ao identificar os potenciais da empresa, é possível selecionar e priorizar aquele que mais agrega valor na visão do cliente, tornando a empresa mais desejável e compatível com a percepção de valor dos clientes. Assim, fortalece seu diferencial competitivo e permite incrementar sua participação no mercado.

Durante o processo de construção do estudo de caso, constatou-se que as vantagens

competitivas da Metalúrgica são: matéria-prima com qualidade certificada, processo produtivo com qualidade, produto de qualidade, rapidez na entrega, mão de obra especializada, e máquinas e equipamentos altamente tecnológicos. Essas vantagens podem ser traduzidas como a “Capacidade de produzir peças complexas e diferenciadas com eficiência e eficácia”. Além disso, observou-se a necessidade de criar estratégias que tornem a empresa mais competitiva e visível no mercado. Partindo dessa premissa, foi proposta uma melhoria macro, apoiada por ações de melhorias menores com o intuito de transformar e alinhar a relação de sua produção com seus clientes e fornecedores.

A estratégia de produção da empresa é totalmente voltada para o corte e dobra de peças aço. Entretanto, devido aos custos dos

processos, observou-se que os clientes procuram a empresa para projetos especiais e aceitam os custos do corte e dobra comum quando os concorrentes não conseguem entregar no prazo requerido.

Assim, após as análises, propôs-se algumas melhorias com o intuito de beneficiar a empresa em seu posicionamento. A principal delas é se tornar referência em projetos metalúrgicos especializados - o grande diferencial da empresa. Além disso, entende-se que é necessário que a empresa comece a vender seus produtos de forma segmentada, classificando-os de acordo com o setor e nível de qualidade requerido, desenvolvendo um plano de vendas estruturado. Dessa forma, a empresa conseguirá alinhar a sua estratégia de produção com a estratégia de vendas/marketing, obtendo melhores resultados em produção e vendas.

REFERÊNCIAS

- [1]. ADAM, E.E.; SWAMIDASS, P.M. Assessing operations management from strategic perspective. *Journal of Management*. v.15, n.2, 181-203, 1989.
- [2]. BOYER, K. K.; SWINK, M.; ROSENZWEIG, E. D. Operations strategy research in the POMS journal. *Production and Operations Management*. v. 14, n. 4, p. 442-449, 2005.
- [3]. DANGAYACH G.S.; DESHMUKH, S.G. "Manufacturing strategy: Literature review and some issues", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 21 Iss: 7, pp.884 – 932, 2001.
- [4]. GARVIN, D.A. Quality on the Line, *Harvard Business Review*, 61,4, p.65-75. 1983.
- [5]. GIANESI, I; CORRÊA, H. L. *Administração Estratégica de serviços para a satisfação do cliente*. São Paulo: Atlas, 1994.
- [6]. LAKATOS, E. M., MARCONI, M. A. *Fundamentos de metodologia científica*. 4. Ed. São Paulo. Ed. Atlas, 2002.
- [7]. MOREIRA, S. V. Análise documental como método e como técnica. In: DUARTE, Jorge; BARROS, Antonio (Org.). *Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação*. São Paulo: Atlas, 2005.
- [8]. NOGUEIRA, E.; ALVES FILHO, A. G.; TORKOMIAN, A. L.V. - Empresas de revestimento cerâmico e suas estratégias competitivas e de produção. *Gestão & Produção*, v.8, n.1, p.84-89, abr., 2001.
- [9]. SKINNER, W. Manufacturing - missing link in corporate strategy. *Harvard Business Review*, Boston, v. 47, n. 3, p. 136-145, May/ June, 1969.
- [10]. SLACK, N. Vantagem competitiva em manufatura. São Paulo, SP: Atlas, 1993.
- [11]. SWAMIDASS, P.M.; NEWELL, W.T. Manufacturing strategy, environmental uncertainty and performance: a path analytic model. *Management Science*, v.33, n.4, p.509-524. Apr, 1987.
- [12]. TUNÄLV, C. Manufacturing Strategy – Plans and Business Performance, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 12 Iss: 3, pp.4 – 24, 1992.
- [13]. YIN, R.K. *Estudo de caso: Planejamento e métodos*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ANEXO I

Prioridade Competitiva	Desdobramento	Definição
QUALIDADE	Desempenho	Capacidade inerente do produto para realizar sua missão quando em operação.
	Características	Características secundárias de um produto ou serviço.
	Confiabilidade	Probabilidade de um produto ou serviço falhar durante um específico período de tempo.
	Conformidade	Avaliação de quanto um produto ou serviço está ou não, de acordo com as especificações do projeto.
	Durabilidade	Número de vezes que um produto pode ser usado antes de deteriorar-se fisicamente ou não ser viável economicamente repará-lo.
CUSTO	Assistência Técnica	Refere-se à velocidade, à cortesia e à competência com que um produto é reparado.
	Estética	Refere-se à aparência, gosto, cheiro, sentimento e o som de um produto ou serviço.
	Imagem do Produto	Refere-se à reputação do produto no mercado. O impacto da marca, a imagem da empresa e a propaganda.
	Custo Inicial	Custo para se obter o produto
	Custo Operacional	Custo de Operação ou utilização de um produto ao longo de sua vida útil;
SERVIÇO	Custo de Manutenção	Custo de conservação de um produto ao longo de sua vida útil, incluindo pequenos reparos e reposição de peças.
	Apoio ao consumidor	Rápida substituição de peças defeituosas ou reabastecimento de estoques para evitar paradas para manutenção ou perda de vendas.
	Apoio às vendas	Otimização das vendas por meio de informações em tempo real sobre a tecnologia, o equipamento, o produto ou o sistema vendido.
	Resolução de problemas	Habilidade em solução de problemas intimamente, especialmente em áreas como P&D e qualidade.
	Informação	Habilidade de fornecimento de dados críticos a respeito de desempenho de produto, parâmetros de processo e custos para grupos internos, tais como P&D e para clientes que então utilizam os dados para melhorar suas próprias operações ou produtos.
FLEXIBILIDADE	Novos Produtos	Velocidade com que os produtos são criados, projetados, manufaturados e introduzidos.
	Customização	Habilidade de projetar um produto para atender as especificações de um cliente particular.
	Modificação	Habilidade de modificar os produtos existentes para atender as necessidades especiais.
	Previsões Incertas	Habilidade de responder a subitas mudanças no volume de um produto requerido pelo mercado.
	Aumento de escala de novos processos	Velocidade com que novos processos de manufatura podem variar a produção de pequenos volumes a grandes escalas.
	Flexibilidade de Mix	Habilidade de produzir uma variedade de produtos, num certo espaço de tempo, sem modificar as instalações existentes.
	Flexibilidade de substituição	Habilidade de ajustar as mudanças no mix de produtos a longo prazo.
	Flexibilidade de roteiro	Grau em que a sequência de fabricação ou de montagem pode ser modificada se um equipamento estiver com problemas.
	Flexibilidade de materiais	Habilidade de acomodar variações e substituições das matérias-primas.
	Flexibilidade nos sequenciamentos	Habilidade de modificar a ordem de alimentação dos pedidos no processo produtivo, devido às incertezas no fornecimento de componentes e materiais.
ENTREGA	Precisão	Ítem foram entregues corretamente e na quantidade certa.
	Completo	Entregas completas na primeira vez, ou se houve necessidade de emitir novos pedidos para determinados ítems.
	Confiabilidade	Produtos entregues na data estipulada.
	Disponibilidade	Probabilidade de ter em estoque um certo ítem no momento da emissão do pedido.
	Velocidade	Tempo decorrido entre a emissão do pedido e entrega do produto ao consumidor.
	Disponibilidade de Informação	Grau em que as informações a respeito do transporte estão disponíveis em tempo real.
	Qualidade	Condição do produto após o transporte.
	Facilidade de Emissão de pedidos	Maneira como a empresa recebe os pedidos (eletronicamente ou não) e informa os ítems que estão em estoque.
	Flexibilidade de Emissão de pedidos	Estabelecimento de número mínimo de ítems por pedido e selecionando os ítems de um pedido isolado.
	Flexibilidade de transporte	Habilidade de modificar o roteiro de entrega para atender a circunstâncias especiais.
	Facilidade de Retorno	Disposição de absorver os custos de retorno de um produto e a velocidade com que os retornos são processados.

Capítulo 15

UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA DAS DIFICULDADES DOS ALUNOS INGRESSANTES EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO NAS DISCIPLINAS EXATAS

Leonardo Sturion

Luiz Henrique Chueire Sturion

Marcia Cristina dos Reis

Resumo: Este artigo apresenta uma investigação sobre as dificuldades encontradas pelos alunos nas disciplinas exatas ao ingressarem nas universidades, notadamente nas públicas, onde o rigor nos cursos é maior. A pesquisa foi realizada em 2016, com alunos de duas universidades, sendo uma pública e outra particular, cujos nomes não serão revelados visando preservar a imagem dessas instituições. A metodologia adotada foi mista e de cunho exploratório. O curso tomado para o estudo desta investigação, em ambas universidades, foi o de Engenharia de Produção. As disciplinas investigadas foram Calculo Diferencial e Integral, Geometria Analítica, Álgebra Linear e Probabilidades. As percepções apontadas pelos alunos mostraram que as principais dificuldades estão relacionadas a conteúdos básicos não aprendidos, a acessibilidade dos professores e a heterogeneidade das turmas.

Palavras-Chave: Evasão. Desistência. Reprovação. Dificuldades de Aprendizagem. Área de Exatas.

1. INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas enfrentados pelos alunos que ingressam no ensino superior é a adaptabilidade, principalmente, nas disciplinas consideradas exatas como Cálculo Diferencial e Integral, Geometria Analítica, Álgebra Linear e Probabilidades. São vários os fatores que podem levar muitos alunos a evasão, a desistência ou mesmo a reprovação no curso.

O fato de saírem de suas casas e enfrentarem uma nova realidade, com a convivência em repúblicas ou casas de parentes longe do afago da família, faz com que muitos desistam dos estudos. Todavia, o fator que mais causa evasão é sem sombra de dúvida, o enfrentamento que estes alunos, vindos muitas vezes de escolas públicas ou particulares, que não oferecem uma boa formação em matemática básica. Estes alunos, que conseguem ingressar em cursos da área de exatas notadamente nos de Engenharias, Matemática e Física, muitos destes alunos deparam logo nos primeiros semestres com grandes dificuldades para acompanhar o curso, notadamente, as disciplinas de ciências exatas.

Esta defasagem de competências e habilidades não adquiridas na área de exatas torna-se o maior obstáculo para estes alunos, que muitas vezes se sentem incapazes de transpor esta barreira inicial, e dessa forma desistem dos cursos, principalmente os cursos de engenharias, matemática e física.

Algumas medidas para diminuir a evasão e a reprovação no final dos primeiros semestres foram tomadas pelas instituições particulares, que oferecem disciplinas de nivelamento de matemática básica, ou cursos de extensão para alunos que apresentam dificuldades nesta área, além de apoio psicopedagógico. Isto, de certa forma, tem o objetivo de diminuir o número dos alunos evadidos e reprovados das turmas, sendo que para muitas instituições particulares, a redução das turmas tornar-se um problema de não viabilidade econômica para as instituições.

Nas instituições públicas, onde a seleção na maioria das vezes é feita pelo Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), e com um nível de candidatos por vaga alto possibilita uma melhor seleção.

O presente trabalho buscou contribuir com esta discussão, mapear as percepções de estudantes, professores e coordenadores

sobre as dificuldades dos ingressantes no curso de Engenharia de Produção e as dificuldades encontradas pelos alunos para acompanharem as disciplinas exatas como: Cálculo Diferencial e Integral, Geometria Analítica, Álgebra Linear e Probabilidades, nas turmas de primeiro ano das duas universidades.

2. DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM DOS ALUNOS INGRESSANTES NAS CIÊNCIAS EXATAS NOS PRIMEIROS SEMESTRES DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Atualmente, o ensino das disciplinas exatas tem causado muitas dificuldades de aprendizagem por uma grande parte dos alunos, notadamente os que fizeram o ensino médio nas escolas públicas em turnos noturnos (SENGER, 2012).

A introdução destas disciplinas no início dos cursos de forma concentrada, provoca dificuldades para muitos alunos, que não possuindo uma base sólida de Godfrey matemática e raciocínio lógico não conseguem acompanhar as disciplinas. Estas dificuldades de aprendizagem têm sido salientadas nas últimas décadas em muitas investigações, tais como as realizadas por Korres e Tsami (2010) e Lopes e Gomes (2012).

Godfrey e Loots (2015) mostraram em suas investigações, que o papel do professor é o de ajudar os alunos na sua formação acadêmica e tem a missão de desvendar os mistérios da matemática, que estão por trás dos cálculos numéricos, as dificuldades estão na interpretação dos fatos, na relação entre as variáveis mais importantes, e as causas e os efeitos provocados por elas, só assim o aluno vai estar preparado para enfrentar desafios futuros e ter um bom desempenho no Ensino Superior.

A utilização de conceitos de matemática está fortemente ligada ao cotidiano dos alunos, a sua utilização tem um importante papel instrumental noutras disciplinas e em muitas profissões e no desenvolvimento do raciocínio crítico, preparando cidadãos matematicamente para que saibam raciocinar sobre questões, que envolvam as habilidades de equacionar problemas e lidar com situações de incerteza, habilidades essenciais para alunos de engenharias (BATANERO; DÍAZ, 2010; GAL, 2002).

A capacidade de modelagem matemática para os engenheiros é reconhecidamente a habilidade mais preponderante e aplicada na hora da resolução de uma situação-problema do cotidiano dos alunos de engenharia, que corroboram para um melhor entendimento e equacionamento do problema a ser resolvido (BLUM; FERRI, 2009; ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012).

A aprendizagem de Ciências Exatas é vista por grande parte dos alunos de engenharia, com muita dificuldade, notadamente os conteúdos de estocástica e raciocínios que envolvem Cálculo Diferencial e Integral, Geometria Analítica, Álgebra Linear e Probabilidades. Este fato, muitas vezes, tem sua causa em conteúdos que não foram aprendidos em Matemática em anos anteriores, e a falta de preparo pedagógico de muitos professores que são inexperientes em conduzir uma sala de aula e acabam não conseguindo transmitir os conteúdos de matemática de uma forma organizada e prática, que facilitaria a aprendizagem dos alunos (CADAVAL; MONTEIRO, 2011).

Luckay e Laugksch (2015), em suas investigações, verificaram que nas universidades melhor estruturadas, nos seus planos pedagógicos de cursos designavam para os primeiros semestres os professores com maior experiência e titulação, pois pela vivência em sala de aula proporcionavam uma maior acessibilidade aos alunos e mostravam a importância de se dedicar aos estudos. Este fato, em contrapartida, permitia o acompanhamento destes professores e facilitava a adaptação dos alunos ingressantes, diminuindo consideravelmente a desistência a evasão e notadamente o número de reprovados.

2.1 PROBLEMAS GERADOS PELO PROCESSO DE AVALIAÇÃO NA VIDA ACADÊMICA DOS ALUNOS DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Para a fundamentação teórica da avaliação, nesta investigação buscou levantar as referências relacionadas com as dificuldades de aprender matemática e os processos de avaliação, que muitas vezes alheio a realidade pregressa do aluno vem determinar sua desistência antecipada do curso (ARAÚJO; RABELO, 2015).

Um dos problemas que tem afetado a vida acadêmica dos alunos é o processo de

avaliação, pois muitas avaliações são desproporcionais ou fora do contexto dado em sala de aula, conteúdos não conectados com a realidade do aluno. “Estas atividades podem se tornar uma prática extremamente indesejável e desmotivadora para o aluno, que tem suas expectativas frustradas, produzindo, geralmente, efeitos desastrosos” (LEITE, 2012).

Neste sentido, as expectativas e as avaliações são entendidas como uma variável importante na explicação das trajetórias de transição e adaptação dos estudantes às exigências e desafios da aprendizagem das ciências exatas, notadamente nos cursos de engenharias e matemática (ALMEIDA et al., 2006).

Além disto, são frequentes os casos de afastamento, por causas afetivas que podem ocorrer entre o aluno e todo o ambiente escolar, tendo como consequência imediata à evasão e posterior reprovação (STURION; REIS, 2015).

Corroboramos com Saviani (2000, p.29) ao afirmar que o caminho do conhecimento é perguntar dentro da cotidianidade do aluno e na sua cultura “mais que ensinar e aprender um conhecimento, é preciso concretizá-lo no cotidiano, questionando, respondendo, avaliando, num trabalho desenvolvido por grupos e indivíduos que constroem o seu mundo e o fazem por si mesmos”.

Houve aumento nos anos de estudo do brasileiro, de maneira que o desafio dessa geração é buscar a melhoria da qualidade da educação oferecida, sobretudo, nas formas mais adequadas de avaliações das universidades públicas onde o índice de abandono, desistência e reprovação são muito altos (MENEZES-FILHO, 2007; BIONDI; FELÍCIO, 2008).

Pericchi e Pereira (2016), em suas pesquisas sobre Cálculo Diferencial, Álgebra Linear e Teoria das Probabilidades, mostraram que estas ciências não têm que ser apenas uma ciência complexa e carregada de demonstrações matemáticas, mas precisa achar o equilíbrio, para ser usada com acurácia, mas sem torná-la vulgar, pois é através dela que se estabelece a aplicação nas várias áreas da Engenharia de Produção.

De acordo com Luckesi (1999), a avaliação que se pratica na escola é a avaliação da culpa, e que as notas são usadas para fundamentar necessidades de classificação

de alunos, onde são comparados desempenhos e não objetivos que se deseja atingir.

Quando se trata de matemática a avaliação para muitos alunos se torna um verdadeiro pesadelo, muitos alunos veem do ensino básico sem as competências e habilidades necessárias para poder compreender e estruturar em nível de carga mental e raciocínio lógico e cognitivos que os torne capazes de enfrentar os desafios do Ensino Superior (CIRINO; JESUS, 2014).

Para enfrentar todas estas dificuldades de aprendizagem principalmente em matemática, muitos estudiosos tentam buscar novos métodos, novas tecnologias e novos processos metodológicos. Buscando atender a estas necessidades, novas formas de ensinar e motivar os alunos, uma das técnicas mais recentes tem sido o uso de atividades mediáticas com a aplicação das TICs que vieram como um instrumental que pudesse oferecer ao professor um *upgrade* nas suas aulas (STURION; REIS, 2016).

Dentro deste contexto, fica clara a importância de se procurar introduzir um curso de nivelamento básico de matemática no primeiro ano dos cursos de ciências exatas, notadamente nos de Engenharias.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia adotada nesta pesquisa é de cunho investigativo exploratório e buscou levantar as principais dificuldades encontradas pelos alunos, do primeiro ano do curso de Engenharia de Produção, nas disciplinas exatas de Cálculo Diferencial e Integral, Geometria Analítica, Álgebra linear e Probabilidades.

A investigação fundamentou-se nos autores que tratam da temática de pesquisas qualitativas e exploratórias, tendo como principais fontes de pesquisa os autores: Louis, Laurence e Keith (2005), Malhotra (2006) e Ribeiro (2008).

A coleta de dados foi obtida seguindo os seguintes passos: na Universidade Pública Federal obtiveram-se as informações, através de um levantamento feito em um banco de dados que é atualizado semestralmente para todos os cursos de engenharias e tecnologias, é uma planilha eletrônica onde consta o resultado do ENEM do ingresso do aluno e também, as médias semestrais do

desempenho dos alunos das disciplinas cursadas e sua condição de ativo, desistente ou reprovado em cada disciplina em curso.

Na Universidade Particular os dados foram obtidos de forma análoga, porém, a média de ingresso nesta IES foi obtida como sendo a média aritmética obtida no ENEM, mais a nota do vestibular do aluno ingressante e as médias das notas semestrais dos alunos obtidos nos semestres nas disciplinas em curso ou cursadas no semestre anterior, de forma análoga à obtida na Universidade Pública.

A pesquisa de campo tomou como referencial os levantamentos feitos, no ano de 2016, no curso de Engenharia de Produção de duas universidades do município de Londrina – PR: uma Pública Federal e a uma Particular Profissional. O fato de escolher as duas universidades está em comparar a realidade de alunos de uma instituição particular e uma pública, buscando um paralelo de comparação entre as principais causas de evasão escolar entre elas no curso de Engenharia de Produção.

O estudo procurou ainda, relacionar as dificuldades com as defasagens de aprendizagem de matemática dos alunos ingressantes na Universidade Pública, tomando como referência as notas apresentadas no ENEM. Na Instituição Particular, estas deficiências foram buscadas a partir de um questionário aplicado aos alunos que frequentaram os cursos de nivelamento de matemática, oferecidos aos alunos ingressantes com o objetivo de minimizar a evasão no primeiro ano.

3.1 PERFIS DOS PARTICIPANTES

Todos os participantes da pesquisa são alunos ingressantes no primeiro ano das duas universidades, matriculados no 1º e 2º semestres do ano de 2016, que frequentaram o curso de Engenharia de Produção. Foram pesquisados 480 alunos da Universidade Pública e 502 da Universidade Particular.

A coleta de dados referente ao desempenho dos alunos ocorreu no final do primeiro ano, com início no ano de 2016. Os dados obtidos no ENEM e nas avaliações semestrais dos alunos foram analisados com a utilização do *software* estatístico Bioestat (versão 5.3) e Statistic (versão 10.0).

4. DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

A dificuldade dos alunos para aprenderem matemática já vem de muito tempo e aparece desde os primeiros anos do ensino fundamental até o Ensino Superior. Para ilustrar este grave problema a pesquisa buscou inicialmente estudar o curso de Engenharia de Produção de uma IES Pública e de uma Particular. As duas universidades possuem ensino de excelência em Engenharia de Produção. Para as

comparações, foram adotadas as variáveis de desistência, evasão e reprovações nas duas universidades, onde o corte do ENEM para acesso foi maior que 500 pontos. Observou-se que alunos desistentes eram notadamente os que possuíam escores menores nas provas classificatórias.

A seguir apresentamos os índices de desistência e de reprovação do curso de Engenharia de Produção da Universidade Pública.

Tabela 1 – Número de alunos de Engenharia de Produção ingressantes, desistência e evasão escolar por reprovação na Universidade Pública

Total de alunos/	Regular	Desistente durante o semestre	%	Reprovados na Recuperação final
480	283	197	41,5	78

Fonte: pesquisa de campo Universidade Pública (2016).

Observa-se que os alunos de Engenharia de Produção da Universidade Pública apresentam um alto índice de desistência, pois muitos alunos que ingressam no curso não possuem uma visão abrangente da estrutura do curso, o qual embora apresente muitas disciplinas de gestão de fácil assimilação, também tem na sua grade nos

anos iniciais uma carga de disciplinas exatas como: Cálculo Diferencial e Integral, Geometria Analítica, Álgebra linear e Probabilidades, entre outras e que exigem do aluno um conhecimento de matemática básica consistente, o que muitos alunos ingressantes não possuem.

Tabela 2 – Comparação de aprovados e reprovados comparados com o corte de 500 pontos do ENEM na Universidade Pública

ENEM	Aprovados inclusive com Recuperação	Desistente + reprovados na recuperação
Resultados no ENEM	Aprovados	Reprovados
Na faixa de 500 a 600	7	197
Acima de 600	283	11

Como pode ser observado nos resultados do teste a seguir, existem diferenças estatísticas significativas:

Estatística do teste $\chi^2_{cal.} = 184,4820$ $p\text{-valor} < 0,0001$

Os dados obtidos na Instituição Particular apresentam uma diferença em relação à Pública. Enquanto na Instituição Pública, a desistência inicial é alta e a reprovação fica por volta dos 16,25%, na Particular a desistência é menor, mas em compensação, a reprovação é alta 42%, e isto se deve ao fato de que por ser pago, o aluno ou a família que arca com o pagamento das

mensalidades, faz pressão para que o aluno fique até o final do semestre e como muitos alunos ingressam na instituição com o mínimo de exigência, mesmo com todas as condições facilitadas para a aprovação, uma boa parcela deles não atinge a média necessária para sua promoção para o semestre seguinte.

Os resultados obtidos na pesquisa, apresentados na tabela 3, mostraram a

realidade da dificuldade de aprendizagem das disciplinas exatas no curso de Engenharia de Produção da Universidade Particular, verifica-se que o maior índice de desistência e reprovação está concentrado na dificuldade de acompanhar as disciplinas

exatas e entre elas a que mais contribui é a de Cálculo Diferencial Integral, acompanhado de Álgebra Linear, Geometria Analítica e Probabilidades. Quando o aluno tem reprovação em três disciplinas ou mais, o aluno fica retido e é considerado reprovado.

Tabela 3 - Alunos de Engenharia de Produção da Universidade Particular e Universidade Pública

Fatores que afetam a aprendizagem	Universidade Particular			Universidade Pública		
	Nº de alunos	Desist.	Repr.	Nº de alunos	Desist.	Repr.
Motivos da Desistência						
Dificuldade em acompanhar as disciplinas	206	122	84	206	134	88
Dificuldade em Cálculo Diferencial Integr.	182	110	78	172	110	88
Dificuldade em Álgebra Linear	156	80	54	166	90	58
Geometria Analítica	133	60	47	137	68	57
Dificuldade em Probabilidades	124	32	18	128	36	25
Falta de entrosamento com a turma	64	24	4	69	28	6
Problemas com o método do professor	36	22	8	39	25	9
Não se encontra no curso	90	74	60	93	77	56
Outros motivos	34	20	6	33	22	8
* Alunos amostrados	502	122	211	480	134	208

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2016).

Verifica-se que o maior índice de desistência e reprovação está concentrado na dificuldade de acompanhar a disciplina de Cálculo Diferencial Integral, acompanhado de Álgebra Linear, Geometria Analítica e Probabilidades. Quando o aluno tem reprovação em três disciplinas ou mais, o aluno fica retido e é considerado reprovado.

Com o objetivo de verificar se existia uma associação de alunos desistentes com alunos reprovados aplicou-se uma regressão linear múltipla. Os resultados apontaram uma correlação muito forte de (94%), entre estas duas variáveis e um coeficiente de explicação também alto da ordem de (88,6%), o que leva a uma percepção que na Universidade Particular os fatores de dificuldade levam os

alunos a desistirem e consequentemente os que não desistiram foram na sua grande maioria reprovados.

As análises ainda apontaram que as duas universidades apresentam situações muito semelhantes em relação às dificuldades de aprendizagem dos alunos nas disciplinas exatas, como mostrou os resultados da análise de variâncias a seguir.

Os resultados da Tabela 4 apresentam diferenças estatísticas significativas, para as duas universidades, em função destes resultados um gráfico de regressão foi plotado para visualizar com mais clareza os efeitos entre os dois fatores desistência e reprovação.

Tabela 4 – Análise de variância para testar a significância da regressão entre aprovados reprovados e desistentes das duas Universidades

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p valor
Regressão	1	30.533,73	30.533,37	206,71	$p < 0,0001$
Resíduo	6	886,27	147,71		
Total	7	31.420,00	---		

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2016).

Os resultados apresentam diferenças estatísticas significativas, para as duas universidades, em função destes resultados um gráfico de regressão foi plotado para visualizar com mais clareza os efeitos entre os

dois fatores desistência e reprovação. Observou-se pelo gráfico que existe uma forte correlação positiva entre eles, apresentando um coeficiente de Explicação $R^2 = 97\%$.

Figura 2 – Diagrama de dispersão entre o número de desistência e reprovados

Os resultados obtidos na pesquisa deixam uma reflexão, os exames de ingresso no ensino superior, principalmente nas IEs particulares, não proporcionaram uma seleção adequada, uma vez que estas instituições precisam de um número grande de alunos por turma para atingir a viabilidade econômica estipulada no mercado. Este fato faz com que aceitem ingressantes sem os conhecimentos necessários para acompanhar um curso de exatas.

Um segundo ponto a considerar é que o alunado entrando muito jovem nas universidades, não tem maturidade para escolher um curso para o qual estejam vocacionados, e acabam sendo motivados por outras razões para ingressar nos cursos de engenharias, indo por outras influências como nível de empregabilidade, *status* e modismo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da investigação apontaram que os alunos ingressantes nas duas universidades, no curso de Engenharia de Produção, que apresentavam um baixo desempenho no ENEM, acabaram tendo muitas dificuldades nas disciplinas que exigem um bom conhecimento de matemática e esta deficiência levou muitos alunos, a desistência e a reprovação. Fato idêntico ocorre na universidade particular com os alunos que entram com pontuação nos exames vestibulares, mais a nota do ENEM abaixo do desejado, verificou-se resultados similares.

Outro fator que levou a desistência dos alunos, notadamente na universidade pública, foi a não identificação do estudante com o curso de Engenharia de Produção, o que provocou a desmotivação e a desistência antes de terminar o primeiro ano.

Ainda, um fator de extrema relevância que influencia e provoca o aumento da evasão e da reprovação é a falta de experiência didática pedagógica de muitos professores, que têm apenas algumas noções de disciplinas pedagógicas na sua formação e apresentam dificuldades para motivar e ensinar matemática, para alunos que apresentam dificuldades de raciocínio lógico ou falta de competências e habilidades que deveriam ter adquirido no ensino fundamental e médio.

Outro fato relevante apontado pela pesquisa, que provocou a diminuição dos escores de desistência e evasão dos alunos, foi um curso de nivelamento de matemática básica aos ingressantes no curso de Engenharia de Produção. Estes cursos têm proporcionado a muitos alunos suprir as defasagens de matemática básica necessária para um bom desempenho nas disciplinas exatas. Vale ressaltar que estes cursos devem ser

ministrados por professores experientes e que consigam relacionar os conteúdos dados com as disciplinas a serem cursadas pelos alunos.

Por outro lado, cabe às universidades, através do seu corpo pedagógico, proporcionar aos professores, principalmente aos iniciantes, cursos de psicopedagogia, discutindo e preparando formas de atuar e avaliar os alunos através de métodos adequados e que sejam proporcionais aos conteúdos dados, abordando os aspectos relevantes para a formação cognitiva pedagógica dos alunos.

Concluindo, esperamos que as reflexões apresentadas nesta investigação possam motivar novos estudos sobre aspectos que devem ser valorizados no ensinar e aprender as ciências exatas, bem como, minimizar as dificuldades dos alunos e encontrar novas formas de ensinar estas disciplinas e que levem a diminuição da desistência, da evasão e principalmente os índices de reprovação nas engenharias.

REFERÊNCIAS

- [1]. ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. Modelagem matemática na educação básica. São Paulo: Contexto, 2012.
- [2]. ALMEIDA, L. S. et al. Acesso e sucesso no Ensino Superior em Portugal: questões de gênero, origem sócio-cultural e percurso acadêmico dos alunos. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, v. 19, n. 3, p. 507-514, 2006.
- [3]. ARAUJO, C. M. M.; RABELO, M. L. Avaliação educacional: a abordagem por competências. *Avaliação*, Campinas, Sorocaba, SP, v. 20, n. 2, p. 443-466, jul. 2015.
- [4]. BATANERO, C.; DÍAZ, C. Training teachers to teach statistics: what can we learn from research? *Statistique et enseignement*, v.1, n. 1, p. 5-20, 2010.
- [5]. BIONDI, R. L.; FELÍCIO, F. de. Atributos escolares e o desempenho dos estudantes: uma análise em painel dos dados do SAEB. Brasília: MEC/INEP, 2008.
- [6]. BLUM, W.; FERRI, R. B. Mathematical modelling: can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, v. 1, n. 1, p. 45-58. 2009.
- [7]. CADAVAL, A. F.; MONTEIRO, S. M. M. Determinantes da qualidade da educação fundamental no Brasil: uma análise com dados do SAEB. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA – ANPEC, XXXIX, 2011, Foz do Iguaçu. Anais. Foz do Iguaçu, de 6 a 9 de dezembro de 2011.
- [8]. CIRINO, C. T. C.; JESUS, C. C. Análise de tarefas matemáticas em uma proposta de formação continuada de professoras que ensinam matemática. *Ciênc. Educ.*, Bauru, v. 20, n. 3, p. 751-764, 2014.
- [9]. GAL, I. Adult's statistical literacy. Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, v. 70, n. 1, p.1-25, 2002.
- [10]. GODFREY, A. J. R.; LOOTS, M. T. Advice From Blind Teachers on How to Teach Statistics to Blind Students. *Journal of Statistics Education*, v. 23, n. 3, 2015.
- [11]. KORRES, K.; TSAMI, E. Supporting the development of critical thinking skills in secondary education through the use of interdisciplinary statistics and mathematics problems, *Journal of Interdisciplinary Mathematics*, v. 13, n. 5, p. 491-507, 2010.
- [12]. LEITE, S. A. S. da. Afetividade nas práticas pedagógicas. *Temas em Psicologia*, São Paulo, v. 20, n. 2, p.355-368, 2012.
- [13]. LOPES, R. B.; GOMES, A. C. Paz na sala de aula é uma condição para o sucesso escolar: que revela a literatura? Ensaio: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v. 20, n. 75, p. 261-282, abr./jun. 2012.
- [14]. LOUIS, C.; LAURENCE M.; KEITH, M. Research methods. fifth edition, published in the Taylor & Francis e-Library, 2005.

- [15]. LUCKAY, M. B.; LAUGKSCH, R. C. The development and validation of an instrument to monitor the implementation of social constructivist learning environments in grade 9 science classrooms in South Africa. *Research in Science Education*, v.45, n.1, p. 1-22, 2015.
- [16]. LUCKESI, C. C. Avaliação da aprendizagem escolar. 9. ed. São Paulo: Cortez, 1999.
- [17]. MALHOTRA, N. Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- [18]. MENEZES-FILHO, N. Os determinantes do desempenho escolar no Brasil. Instituto Futuro Brasil, IBMEC São Paulo e Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo. Sumário Executivo, 2007.
- [19]. PERICCHI, L.; PEREIRA, C. Adaptive significance levels using optimal decision rules: balancing by weighting the error probabilities. *Brazilian Journal Probability and Statistics*, v. 30, n. 1, p. 70-90, 2016.
- [20]. RIBEIRO, E. A perspectiva da entrevista na investigação qualitativa. Evidência, olhares e pesquisas em saberes educacionais, Araxá, Centro Universitário do Planalto de Araxá, n. 4, maio 2008.
- [21]. SAVIANI, D. Saber escolar, currículo e didática. 3. ed. Campinas: Autores Associados, 2000.
- [22]. SENER, R. Os determinantes da qualidade da Educação Básica no Rio Grande do Sul: uma análise com dados da Prova Brasil. 2012. 112 f. Dissertação (Mestrado em Economia do Desenvolvimento) – Programa de Pós-graduação em Economia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- [23]. STURION, L; REIS M. C. Impactos da utilização das tecnologias de informação e comunicação no processo de ensino e aprendizagem da matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12., 2016, São Paulo. Anais do XII Encontro Nacional de Educação Matemática, 2016.
- [24]. STURION, L; REIS, M. C. Os impactos na aprendizagem causados pela baixa frequência e evasão escolar. In: SIMPÓSIO DE ENSINO E APRENDIZAGEM, 2., 2014, Londrina. Anais... Londrina: UTFPR, p. 35-44, 2015.

Capítulo 16

REDUÇÃO DE PERDAS EM UM PROCESSO PRODUTIVO ATRAVÉS DA IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL – TPM

Leonardo Sturion

Luiz Henrique Chueire Sturion

Marcia Cristina dos Reis

Resumo: A busca da qualificação dos processos produtivos para o aumento da competitividade empresarial a nível global é cada dia mais necessário assim como identificar novas formas de trabalho que melhorem a disponibilidade, eficiência e qualidade dos produtos. Dentre as diversas ferramentas utilizadas para a obtenção de qualidade e aumento da competitividade está a implantação da manutenção produtiva total (TPM). A manutenção produtiva total (TPM) proporciona mudanças no processo e nos métodos de trabalho com a aproximação entre operação e gerência. A interligação entre estes elos da empresa intervém nas perdas de disponibilidade, eficiência e qualidade (OEE). Em se avaliando a implantação do TPM numa indústria de embalagens flexíveis, verificou-se que a ferramenta foi funcional para a empresa estudada proporcionando um aumento no OEE, uma melhora na produtividade e qualidade dos processos e produtos.

Palavras-chave: Manutenção Produtiva Total (TPM). Qualidade. Competitividade. OEE.

1. INTRODUÇÃO

O aumento da competitividade empresarial em nível global, presenciado nos dias de hoje, faz com que seja necessária a busca de novas formas de trabalho que melhorem a disponibilidade, a eficiência e a qualidade dos produtos. O TPM (manutenção produtiva total) é um dos métodos que podem ser utilizados para a melhoria da disponibilidade, eficiência e qualidade da produção, pois possibilita ganhar tempo melhorando máquinas e otimizando métodos de trabalho das operações, e com isso aumentar a produção, e sua qualidade, o que é um objetivo almejado por organizações produtoras de bens físicos.

A empresa analisada nesse trabalho é a maior fabricante de embalagens flexíveis da América Latina. Com o intuito de permanecer competitiva em relação às concorrentes instaladas no Brasil e no exterior, espera-se que a empresa alcance altos níveis de qualidade e produtividade. Todavia, recentemente foram registradas perdas de processo, que dificultam o alcance dos objetivos de produção atuais e podem, em médios e longos prazos, reduzir a competitividade da organização. A implantação do TPM teve por objetivo, justamente, melhorar tal quadro.

O conjunto de atividades desenvolvidas pela manutenção em qualquer organização industrial pode caracterizar a diferença entre o sucesso e o fracasso. Isso, pois a manutenção está associada a todas as ações necessárias para que os equipamentos sejam conservados ou restaurados, para permanecerem em suas condições ideais de funcionamento, necessárias para a continuidade operacional, a segurança, e a obtenção de produtos que atendam aos requisitos de qualidade planejados (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

Buscou-se com esse trabalho analisar as possíveis melhorias com a implementação do pilar gestão autônoma do programa TPM no setor de coextrusão de uma indústria de embalagens flexíveis.

2. PROGRAMA DE MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL – TPM

O TPM é uma metodologia que envolve toda a organização para a realização de atividades de qualidade, produtividade e segurança,

visando padronizar métodos, prevenir falhas e unir a empresa de forma que ela se torne única em seus processos. De acordo com Suzuki, a metodologia foi criada no Japão, em um momento em que se buscava aliar o sistema *just-in-time* com a automação industrial, o que gerou estímulos para o aprimoramento da manutenção dos equipamentos. Foi desse estímulo, esclarece o autor, que nasceu o TPM.

Para Takahashi (1990), a manutenção produtiva total abrange as atividades de manutenção e produtividade com total envolvimento dos empregados dentro de toda a empresa, incluindo a alta gerência, a supervisão e também todo o nível de operação. Além disso, é um método de gestão orientado aos equipamentos que visa garantir a confiabilidade, segurança, manutenção e características operacionais que constituem o processo decisório dos elementos que afetam a produção, qualidade, quantidade e custos da empresa. Esse mesmo autor distinguiu dois conceitos de TPM especialmente direcionados para as indústrias, pelo fato de a manutenção produtiva total poder ser implantada em outros tipos de empresas.

2.1 OBJETIVOS DO TPM

A manutenção produtiva total tem como seu principal objetivo aumentar a confiabilidade do equipamento com olhar para a qualidade dos produtos, prevenindo quebra, garantindo a manutenção, segurança e operacionalidade, como um programa para promover o conhecimento da engenharia na empresa (TAKAHASHI; OSADA, 1990).

Para Pinto e Xavier (2001), a manutenção produtiva total objetiva a eficácia da empresa através de maior qualificação das pessoas e melhoramentos introduzidos nos equipamentos. Também prepara e desenvolve pessoas e organizações aptas a conduzir as fábricas dotadas de automação.

O objetivo da manutenção produtiva total é, portanto, promover o conhecimento das pessoas envolvidas na empresa, e através destes promover melhoramentos nas máquinas e processos que garantam a confiabilidade, qualidade, produtividade da empresa.

Para a realização destes objetivos, Takahashi e Osada (1990) listam uma série de atividades

a serem seguidas, que é reforçada por Mirshawka e Olmedo (1994).

A primeira atividade é a de investigar e aprimorar os mecanismos e métodos da empresa e explorar como padronizar estas técnicas, para trabalhar de acordo com as especificações e garantir a eficiência global do equipamento (OEE);

A segunda atividade determina como conseguir e garantir a confiabilidade da qualidade dos produtos através dos mecanismos e métodos da empresa implementando um mecanismo de manutenção preventiva e preditiva por meio do treinamento da equipe nestas técnicas;

A terceira atividade compreende em aprender como melhorar a eficiência da operação como a maximização destas operações garantindo a total cooperação e compreensão dos departamentos afetados;

A quarta atividade é descobrir como educar operadores para que eles tomem interesse no cuidado com os equipamentos, com isso consegue-se a colaboração dos trabalhadores com seus conhecimentos na melhoria do processo de fabricação e no desenvolvimento das equipes para uma melhoria contínua.

Disso pode-se concluir que para atender os objetivos é necessário entrar no mérito de como realizar as atividades apresentadas é preciso entender que a mais importante dentro das atividades descritas acima é a OEE. Essa se trata de um indicador de desempenho que mede o grau de eficiência do equipamento analisado, e é através dessa medição que se analisa o progresso do TPM. A OEE, por sua vez, é avaliada por meio da multiplicação dos índices disponibilidade, desempenho e qualidade (SUJKOWSKI, 2008).

Segundo Sujkowski (2008), a disponibilidade é composta pelas perdas por paradas, o desempenho é a medição das perdas de tempo por variação do ritmo da produção e a qualidade é medida das perdas por defeitos nos produtos.

Para demonstrar a perfeita relação da OEE com o conceito da manutenção produtiva total, o autor sugere que se verifique a eficiência global dos equipamentos, que é uma abordagem focada com o comprometimento da equipe de operação, utilizando suas melhores práticas, explorando

todo o potencial das operações de manufatura.

Souza (2004) considera que um índice de eficiência global do equipamento satisfatório é de 85% e que os índices ideais para isso seriam de disponibilidade acima de 90%, desempenho acima de 95% e qualidade acima de 99%.

A aferição do OEE passa primeiramente pela verificação das principais perdas que contribuem para diminuir a qualidade, a disponibilidade e o desempenho. Pinto e Xavier (2001) dividem as principais perdas em seis: Perdas por quebras e Perdas por mudanças; Perdas por operação e pequenas paradas, e Perdas por queda de velocidade de produção; Perdas por produtos defeituosos e Perdas por queda no rendimento e as perdas que influenciam no tempo efetivo de produção e consequentemente no índice de qualidade (ARAGÃO, 2007).

2.2 PILARES DO TPM

De acordo com o modelo de Nakajima (1989 apud SOUZA, 2004), os pilares do TPM proporcionam a melhoria contínua dos processos produtivos, entre eles temos: Gestão autônoma, Treinamento e educação, Manutenção para a qualidade, Manutenção planejada, Early equipment Management (E.E.M.), Melhorias individuais, Segurança e ecologia e TPM Office.

Todos estes pilares, agindo de forma integrada, são capazes de proporcionar um sistema produtivo que atendam as necessidades, produtivas, ambientais, de manutenção e aferição dos equipamentos, treinamentos de todo o sistema operacional, melhorias e implantações de tecnologias inovadoras além de:

Desburocratizar, organizar e racionalizar os escritórios e o fluxo de documentos dentro da empresa, pois dinamiza o trabalho e reflete nos escritórios o mesmo conceito de ordem, limpeza e melhoramento das atividades que estão na base da manutenção produtiva total na fábrica (FEI, 1997);

As atividades administrativas e suporte departamental são importantes no apoio às atividades de produção. A qualidade e o tempo de respostas das informações são de alto impacto na produção. Devido a este fato as atividades da manutenção produtiva total

são as de fortalece as funções dos departamentos e melhoram sua organização e cultura (SUZUKI, 1994).

3. Materiais e Métodos

Trata-se de um trabalho de aplicação prática da metodologia TPM, que teve como finalidade demonstrar os resultados de sua implantação numa indústria de embalagens flexíveis. Para tanto, optou-se pela adoção de pesquisa com estudos descritivos do trabalho.

Andrade (2009), Marconi e Lakatos (1999) e Oliveira (2000) concordam que pesquisas são métodos racionais/científicos que visam responder a indagações formuladas em todos os ramos de conhecimento, pelo que, pode-se caracterizar o estudo do trabalho realizado com o TPM como uma pesquisa.

Pesquisas podem ser agrupadas em diferentes categorias, a saber: pesquisa bibliográfica; levantamento documental; pesquisa teórica, aplicada e de campo; pesquisa motivação e atitudes; pesquisa sobre propaganda; pesquisa sobre produto; pesquisa sobre vendas; pesquisa de mercado (OLIVEIRA, 2000). Desses, o presente trabalho inclui quatro: pesquisa bibliográfica, levantamento documental, pesquisa teórica e a pesquisa de campo.

A pesquisa bibliográfica é o levantamento global sobre as diferentes formas da contribuição científica sobre o assunto ou fenômeno estudado (OLIVEIRA, 2000). Este tipo de pesquisa foi utilizado no trabalho para o levantamento da abordagem científica do TPM, e suas aplicações nas empresas do mercado.

O levantamento documental se assemelha à pesquisa bibliográfica, mas se restringe ao levantamento informações documentais ex: balanços de empresas, normas, regulamentações etc. Este tipo de pesquisa foi a base para a geração dos resultados do trabalho, pois, a partir dela, foram encontradas as informações para demonstrar a situação da aplicação do TPM na empresa, além dos dados sobre os indicadores e o próprio indicador, que é a base comparativa para definir e demonstrar a aplicação do método.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para elaborar o trabalho foi necessário identificar o cenário da empresa antes da aplicação do TPM, no sentido de perceber de que forma a manutenção produtiva total (TPM) influenciou nos métodos de trabalho, nos resultados da empresa e na otimização dos processos. Para tanto, foi realizado uma pesquisa de campo para identificar como era o setor de coextrusão antes da implementação da manutenção produtiva total.

O setor estudado não conhecia seus indicadores nem os medias de forma correta. A percepção da influência de cada ação dos envolvidos no processo era negligenciada proporcionando um ambiente sem cobrança e exigências, se resumindo em produtos e processos com baixa qualidade, altos índices de refugo e baixa produção.

Pôde-se observar que 60% das atividades realizadas antes da implementação da manutenção produtiva total (TPM) eram cumpridas sem padrões. 20% das atividades realizadas eram realizadas da mesma forma e os outros 20% eram realizadas sem planejamento e sem pensar em melhorias para o processo.

Pode-se argumentar que a falta de padrão gera uma má qualidade no trabalho e leva desconforto para os colaboradores envolvidos. O trabalho realizado também não sai da forma esperada, pois não há o que esperar de um trabalho sem padrão.

A medição de desempenho não deve servir apenas para controlar e planejar, mas também para diagnosticar. Assim, é evidente que a manutenção produtiva total (TPM) e avaliação de desempenho estão relacionadas e ambos influenciam os processos administrativos e operacionais das empresas. A quantidade de informações que são reunidas das diversas áreas da empresa torna possível identificar com mais segurança os problemas da fábrica e elaborar os eventos de melhoria (CARDOZA; CARPINETTI, 2005).

A qualidade é um fator importante para o desenvolvimento da empresa e deve estar envolvida com as pessoas que fazem parte do processo. A qualidade existente tem envolvimento de todos os colaboradores no processo de transformação da organização (DEMING, 1982).

A qualidade está presente quando se há expectativas em relação ao serviço ou produto, e estas expectativas sejam cumpridas (MALHOTRA; RITZMAN; KRAJEWSKI, 2009).

O controle de qualidade era presente na empresa, porém não exigia muito da operação para a correção de defeitos antes da fabricação do produto, não gerando expectativa necessária para que produzisse um produto de alta qualidade.

Outro fator determinante para a baixa qualidade e eficiência são a falta de cobranças para com a operação, onde 40% eram cobrados apenas pela produção da máquina e 60% não recebiam algum tipo de cobrança.

De modo a avaliar se os resultados do pilar gestão autônoma bem como a da manutenção produtiva total (TPM) como um todo, estão dentro do esperado, utiliza-se o OEE (MIRSHAWKA; OLMEDO, 1994).

Para Pinto e Xavier (2001), é considerado que a máquina foi projetada para trabalhar com zero defeito, então passa ser a obrigação o equacionamento das medidas e soluções para atingir este objetivo.

Reiterando as considerações feitas por Nakajima (1989 apud SOUZA, 2004, p. 41), o OEE permite a medição objetiva do progresso da manutenção produtiva total. Resultante do produto dos índices de disponibilidade, eficiência e qualidade. Não devendo ser tratados como medidas operacionais e sim como um indicador de melhoria de processo e do ambiente de manufatura.

Ainda o autor indica os seguintes valores como de sendo ideais para o rendimento global, índices de disponibilidade acima de 90%, eficiência acima de 95% e qualidade acima de 99%. Obtendo-se desta forma um OEE satisfatório de 85%.

Tendo em vista o quadro abaixo, no momento da implantação da manutenção produtiva total (TPM), os índices de eficiência e qualidade encontram-se distantes dos índices ideais considerados por Nakajima (1989 apud SOUZA, 2004).

Quando se iniciou a implantação da manutenção produtiva total (TPM) o OEE encontrava-se em 71,4%, 13,1% abaixo do ideal. Com grande deficiência no índice de eficiência e qualidade. A partir de 2005, a implantação de padrões operativos, padrões

para processamento, e a capacitação de pessoal, o OEE passou a apresentar sinais de melhoria.

Com os novos padrões de processo implantados e a fase de aprendizado da manutenção produtiva total (TPM), o OEE de 2005 para 2007 apresentou uma melhora de 4,2%, com uma variação em 2006 devido ao favorecimento de uma linha de produtos que rodam acima da média e foram produzidos acima da quantidade prevista para o ano.

Ainda com os padrões implementados houve um acréscimo na produção que anteriormente média (4.920.685 Kg em 2005) passou a níveis ótimos (8.664.389 Kg em 2007).

A partir de 2008 inicia-se o pilar de gestão autônoma no setor de coextrusão, momento em que se dá início à premissa do pilar, a restauração das condições básicas de processamento dos equipamentos.

Para a implantação dos pilares da manutenção produtiva total (TPM) é necessário a definir os grupos e atividades a serem realizadas por estas pessoas, assim como identificar seu local de trabalho para que possam ser otimizadas as atividades por desenvolver destes indivíduos (SUZUKI, 1994).

A elaboração de um planejamento, a utilização de indicadores, e a quantificação dos resultados são variáveis importantes para o sucesso da implantação da manutenção produtiva total (TPM). O registro e o controle de dados, ao longo do processo, permitem a verificação da evolução e o redirecionamento pertinente (YAMAGUCHI, 2005).

A primeira medida implantada foi a limpeza que é fator determinante no funcionamento da gestão autônoma, ela é o fator organizacional do equipamento, pois através da organização passa-se a ficarem visíveis os pontos em deterioramento (TAKAHASHI; OSADA, 1990).

O processo de organização se deu através da divisão das máquinas, criação de um *checklist* de limpeza, criação de padrões de limpeza e a colocação de etiquetas. O *checklist* determina os possíveis dias para realização da limpeza em determinado local da máquina, onde é seguido um padrão de limpeza criado através da lição de um ponto (OPL).

Para inspecionar os locais que podem ocorrer problemas foram feitos etiquetagens, que são ações para a realização da restauração da

máquina e manutenções preventivas não interferindo assim no processo produtivo.

Estes pontos identificados são reparados pelo pessoal da manutenção que são monitoradas através de um gráfico de colocação e retiradas de etiquetas, onde deveria ser mantido o nível de 80% de retiradas.

Outra forma de controle foi utilizada para um melhor andamento do projeto, a verificação através de auditorias quinzenais, realizadas entre o líder do pilar e os integrantes do projeto.

O segundo passo objetiva a redução do tempo de limpeza e inspeção. Portanto para que não haja sujeira, é necessário identificar pontos geradores de sujeira e difícil acesso (SUZUKI, 1994).

Para que houvesse a facilidade na limpeza a equipe montou um sistema único de identificação de locais de difícil acesso, difícil limpeza e fontes de sujeira. Este sistema contou com a identificação do local, o tipo de sujeira e ação corretiva para o fato.

O passo 2 foi muito importante no aumento de conhecimento para operação, que a partir dele os colaboradores passaram a ter um olhar mais crítico para com o ambiente de trabalho propiciando a pró-atividade entre manutenção e produção.

Com a identificação destes pontos foi possível corrigi-los e entrar no terceiro passo, a definição dos padrões de limpeza e lubrificação.

Com o objetivo de restabelecer e manter os padrões operativos da máquina no passo 3 do pilar de gestão autônoma, a manutenção tem o seu papel fundamental instaurado. A manutenção inicia o processo de padronização das partes mais simples da máquina para transmitir o conhecimento de inspeção e lubrificação destes pontos para a operação. “A chave para a redução das falhas é prevenir as condições de acelerado deterioramento” (SUZUKI, 1994, p. 99).

O objetivo maior da inspeção é garantir a total segurança da máquina das áreas inspecionadas, geralmente selecionadas com o objetivo de antecipar um evento indesejável (TAKAHASHI; OSADA, 1990, p. 237).

Os itens de inspeção foram baseados no *checklist* de identificação dos locais de difícil inspeção, que foram encontrados pelo pessoal da operação e manutenção. A

manutenção cooperou também acrescentando os locais que podiam ser inspecionados, aparecidos durante as manutenções corretivas. Portanto, junto com os colaboradores da manutenção, os operadores passaram a inspecionar e lubrificar a máquina trabalhando de forma preventiva às quebras e paradas desnecessárias.

As inspeções e lubrificações implantadas no setor provocaram uma possível melhora na confiabilidade da máquina, otimização o processo, reduzindo o tempo de paradas de máquina, e levou ao aumento da capacidade produtiva, unido ao incremento da velocidade de máquina.

Com o pilar gestão autônomo introduzido e reanalizando o OEE do setor de coextrusão observa-se o quanto o pilar é importante.

O pilar de gestão autônoma elevou o OEE do setor em 10,6% em relação a 2005 e 2008. Isto foi possível após o processo da restauração básica dos equipamentos envolvidos no setor. Este fator pode ser observado através da otimização da eficiência, que evoluiu em 8,6%, através da redução de aproximadamente 1000 horas de baixa velocidade.

Já o índice de disponibilidade apresentou uma melhora de 2% na média, reduzindo os tempos de trocas de serviço, devido aos padrões e melhorias desenvolvidas. Índice este que já se encontra dentro do ideal sugerido por Nakajima (1989 apud SOUZA, 2004).

O índice de qualidade apresentou uma significativa melhora por consequência do aumento da quantidade produzida.

Outro fator importante agregado pelo pilar e pelo projeto como um todo é a de melhora no desempenho do trabalho dos colaboradores, que passaram a produzir com mais qualidade, a compreender e controlar os processos a de criar padrões e métodos para seu trabalho e de pensar na melhoria contínua das atividades.

5. CONCLUSÕES

A investigação até aqui contribuiu para a melhora do trabalho e dos processos para os colaboradores ali envolvidos, mas também foi de extrema importância para a Empresa. O projeto proporcionou redução dos custos de

produção, gerou conhecimento prevenindo assim a repetição de erros cometidos até o momento e aumentou a satisfação dos clientes para com os produtos que lhe são entregues.

No decorrer da implantação do programa gestão autônoma ocorreu uma grande evolução do OEE e dos índices que os compõe, ficando implícito que a aplicação da metodologia da manutenção produtiva total (TPM), apresentou bons resultados para o setor de coextrusão da uma indústria de embalagens flexíveis, alvo deste estudo.

Foi apontado muitas melhorias para o setor através da implementação de padrões e conhecimento para a operação que passou a interagir mais com o processo de produção.

A metodologia adotada apresentou muitos benefícios para o processo e mudou o

comportamento das pessoas envolvidas no processo produtivo. A organização passou a ser pró-ativa e entrar num processo de constante melhoramento, devido ao grau de aprendizado que a metodologia propõe.

Fica desta forma sugestões para que a manutenção produtiva total (TPM) possa ser mais bem aproveitada, e que os resultados possam ser apresentados de forma mais rápida.

Concluindo o setor estudado tem grandes chances de otimização com a implementação do pilar de gestão autônoma, junto à manutenção produtiva total (TPM), podendo atingir o nível ideal do OEE que é de 85%. Para que seja possível é necessária uma melhor integração das áreas de suporte e da gerência no apoio a operação.

REFERÊNCIAS

- [1]. ANDRADE, M. M. Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- [2]. ARAGÃO, I. R. Redução de perdas num processo produtivo através da implantação da sistemática da árvore de perdas. Revista Produção Online, Florianópolis, v.7, n.2, ago. 2007.
- [3]. CARDOZA, E.; CARPINETTI, L. C. R. Indicadores de desempenho para o sistema de produção enxuto. Revista Produção Online, Florianópolis v. 5, n. 2, jun. 2005.
- [4]. DEMING, W. E. Quality, productivity and competitive position. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Engineering Study, 1982.
- [5]. FEI – GERÊNCIA DA MANUTENÇÃO. TPM: Total Productive Maintenance. 1997.
- [6]. MALHOTRA, M.; RITZMAN, L.; KRAJEWSKI, L. Administração de produção e operações. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- [7]. MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- [8]. MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N.L. TPM à moda brasileira. São Paulo: Makron Books, 1994.
- [9]. OLIVEIRA, S. L. Tratado de metodologia científica: projetos de pesquisas, tgi, tcc, monografias, dissertações e teses. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 2000.
- [10]. PINTO, A. K.; XAVIER, J. A. N. Manutenção: função estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.
- [11]. SLACK, N., CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da produção. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- [12]. SOUZA, F. J. Melhoria do pilar "Manutenção Planejada" da TPM através da utilização do RCM para nortear as estratégias de manutenção. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- [13]. SUJKOWSKI, A. Além do OEE. Pharmaceutical Technology (Ed. Brasileira), São Paulo, v.12, n. 3, p.90-94, jun. 2008.
- [14]. SUZUKI, T. TPM in process industries. USA, Portland: Productivity Press, 1994.
- [15]. TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. PM-Total productive maintenance. Asian Productivity Organization, Tokio, 1990.
- [16]. YAMAGUCHI, C. T. TPM: Manutenção Produtiva Total. São Paulo Del Rei: ICAP, 2005.

Capítulo 17

IMPLANTAÇÃO DO SOFTWARE DOTPROJECT PARA APOIAR A GESTÃO DE PROJETOS EM UM GRUPO ACADÊMICO DE ASSESSORIA EMPRESARIAL

Lucas Salotti Rodrigues dos Santos

Lucas Portilho Camargos Gomes

Francisco Rodrigues Lima Junior

Resumo: O objetivo deste estudo é implantar um *software* de gestão de projetos para apoiar as atividades de um grupo acadêmico de assessoria empresarial (AEPRO), que atua na implantação de projetos de melhoria contínua em pequenas e médias empresas. Por meio de um levantamento realizado com base na norma ISO/IEC 25000, foram identificados os requisitos desejáveis ao *software* de gestão de projetos. Com base nesses requisitos, o *software dotproject* foi selecionado. Posteriormente, a implantação do *dotproject* envolveu atividades como a instalação e configuração do *software*, cadastro do projeto e da equipe, definição dos procedimentos de uso, elaboração de material de treinamento e execução de treinamento dos usuários. Embora ainda não tenha sido possível avaliar o nível de satisfação dos usuários, alguns benefícios já percebidos pelo gestor do projeto são: obtenção de uma visão sistêmica das atividades do projeto em termos de prazos e de inter-relacionamentos entre as tarefas; melhor controle do progresso das atividades; maior comprometimento da equipe no cumprimento de prazos e maior compartilhamento e segurança dos arquivos gerados pelo projeto. O processo de implantação apresentado pode ser replicado por pessoas que desejem implantar um *software* de gestão de projetos, tanto em ambientes acadêmicos quanto em empresas.

1 INTRODUÇÃO

Diante da necessidade de responder às pressões competitivas do mercado atual, empresas de diferentes setores vêm investindo na realização de projetos com o propósito de produzir resultados exclusivos e criar diferenciais competitivos (HAZIR, 2015; LINZALONE; SCHIUMA, 2015). Embora existam diferentes definições para a palavra “projeto”, uma das mais difundidas é apresentada no PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*), que declara que um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único. Os projetos e as operações diferem, principalmente, pelo fato de que os projetos são temporários e exclusivos, enquanto as operações são contínuas e repetitivas (PMI, 2013).

A gestão de projetos consiste em aplicar técnicas, conhecimentos e habilidades para que um projeto seja executado de forma eficiente e obtenha êxito. A gestão de projetos se baseia em uma estratégia para as organizações, fazendo com que elas unam os resultados dos projetos com os objetivos do negócio – e, assim, se tornem melhores competidoras em seus mercados (HAZIR, 2015). A utilização de ferramentas de gestão de projetos minimiza não conformidades e evita atrasos nas etapas do projeto. Uma organização que possui uma boa gestão de projetos consegue melhorar a tomada de decisão, promover um ambiente mais produtivo e colaborativo, minimizar os riscos e maximizar a eficiência do uso dos recursos (BRAGLIA, FROSOLINI, 2013).

Os *softwares* de gestão de projetos, também chamados de PMIS (*Project Information Management Systems*), desenvolvem um papel importante no apoio ao gerenciamento do escopo, do tempo e de outras áreas de um projeto. Segundo Ahlemann (2009), esses *softwares* permitem que indivíduos ou equipes monitorem projetos desde sua concepção até sua execução, fornecendo informações pertinentes aos gerentes de projeto e outros membros da equipe, bem como programação de recursos, gerenciamento de orçamentos, gerenciamento de fornecedores e de

tempo, atribuição de tarefas, controle de qualidade, de documentação, dentre outros.

No Centro Universitário da Fundação Educacional Guaxupé (UNIFEG), o Grupo de Assessoria Empresarial do curso de Engenharia de Produção (AEPRO) identificou a necessidade de implantar um *software* para apoiar a condução dos seus projetos de consultoria, de modo a contribuir para o aumento da efetividade desses projetos e da segurança das informações armazenadas, bem como permitir o acesso remoto dos usuários e ajudar na comunicação entre os membros da equipe. Além disso, tal implantação visa a propiciar aos alunos do curso a experiência de conduzir projetos práticos usando ferramentas gerenciais de apoio. Nesse contexto, o objetivo deste estudo é implantar um *software* de gestão de projetos no apoio às atividades do grupo AEPRO. Quanto à estrutura do artigo, a Seção 2 apresenta os procedimentos metodológicos utilizados para condução de pesquisa, a Seção 3 apresenta um referencial teórico sobre gestão de projetos e *softwares* PMIS, a Seção 4 apresenta os resultados deste estudo e, por fim, a Seção 5 apresenta a conclusão e sugestões para estudos futuros.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Essa pesquisa pode ser caracterizada como um estudo de caso. O estudo de caso é uma forma de aprofundar e responder questionamentos em situações em que o pesquisador não tem controle sobre o fenômeno estudado, auxiliando no entendimento de fenômenos individuais, processos organizacionais e políticos da sociedade (ALOISE et al., 2011). Pode-se dividir esta pesquisa nas seguintes etapas:

a) Pesquisa bibliográfica: o objetivo desta etapa foi revisar a literatura acadêmica sobre gestão de projetos e *softwares* PMIS, com foco no *software dotproject*. Essa etapa forneceu subsídios para apoiar o levantamento de requisitos junto aos usuários e para a elaboração do questionário sobre a adequação do *software* implantado;

b) Pesquisa de campo: nessa etapa os autores participaram de todo o processo de implantação de um *software* de gestão de projetos no Centro Universitário da Fundação Educacional Guaxupé. O Quadro 1 apresenta o cronograma das atividades componentes do processo de implantação. Inicialmente foi feito um levantamento dos requisitos do sistema junto ao coordenador do projeto, a fim de direcionar a escolha de um *software* adequado. Após a seleção do *software*, o processo de implantação envolveu a escolha das funcionalidades a serem ativadas, a definição do perfil de acesso

dos usuários, a construção da WBS (*Work Breakdown Structure*) e a tradução de alguns termos do *software* que estavam em língua inglesa. Em seguida, foi elaborado um material de suporte aos usuários e também foi oferecido um treinamento aos mesmos. Após alguns meses de uso do *software* pela equipe do grupo AEPRO, será feita uma avaliação da adequação do *software* ao cenário em questão, considerando a opinião de seus usuários quanto ao atendimento de requisitos e procedimentos de uso. Essas informações serão usadas para planejar melhorias no sistema em questão.

Quadro 1 – Cronograma da implantação do *software* ao longo do ano de 2017

	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
1. Levantamento de requisitos	X								
2. Escolha do <i>software</i>		X							
3. Implantação do <i>software</i>		X	X						
4. Treinamento dos usuários			X	X					
5. Suporte ao uso				X	X	X	X	X	X
6. Avaliação de resultados									X

Fonte: O autor

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 GESTÃO DE PROJETOS

O PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) é uma referência fundamental na área de gestão de projetos, consistindo em um conjunto de conhecimentos de gerenciamento de projetos que dispõe de práticas aplicáveis em qualquer projeto, com a finalidade de atender os requisitos necessários ao sucesso do mesmo. As áreas de competência (ou disciplinas) do PMBOK são brevemente descritas a seguir (PMI, 2013):

Integração: responsável por administrar os processos que envolvem o controle das atividades da equipe de gerenciamento;

Escopo: consiste em monitorar e analisar todas as mudanças de escopo que podem ser incluídas no projeto;

Tempo: monitora toda a estrutura temporal do projeto, isso vai desde duração de atividades até monitoramento de cronogramas;

Custos: monitora toda a parte de custo do projeto identificando possíveis gastos a mais e alertando outras áreas caso isso ocorra;

Qualidade: consiste em melhorar a qualidade do projeto em si, analisar se todas as entregas estão sendo feitas dentro de um padrão pré-estabelecido;

Recursos humanos: todas as estruturas de seleção da equipe, bem como a definição de papéis e estabelecimento de prazos, ficam por conta dessa área de conhecimento;

Comunicação: responsável por todos os processos que envolvem troca de informação dentro do projeto;

Riscos: monitora e identifica possíveis riscos que podem interferir no prazo de entrega do projeto;

Stakeholders: uma pessoa, um grupo ou uma empresa que tem interesse ou preocupação em uma organização. As partes interessadas podem afetar ou ser

afetadas pelas ações, objetivos e políticas da organização.

Diversas ferramentas podem ser usadas para apoiar a gestão de projetos. Uma delas é a WBS (*Work Breakdown Structure*), que, de acordo com o PMI (2013) é um procedimento de decomposição de forma hierárquica as tarefas e as entregas de trabalho em elementos menores que serão executados pela equipe de um projeto, o que torna o gerenciamento mais fácil. Cada elemento dessa decomposição é chamado de pacote de trabalho, que pode ser agendado, monitorado, controlado e ter seu custo estimado. A WBS trabalha a identificação de riscos, entregas de trabalhos e responsáveis pelo projeto, além de definir seu escopo.

Outras ferramentas que apoiam a gestão do tempo em projetos são o calendário e o gráfico de Gantt. O gráfico de Gantt é um recurso que auxilia no planejamento, controle e análise dos processos e atividades de um projeto. É uma ferramenta visual e de fácil compreensão que permite visualizar o avanço das diferentes etapas ao longo do ciclo de vida de um projeto. Cada atividade possui informações como datas, responsáveis, prioridades, duração, percentual de execução e as suas dependências. O gráfico de Gantt ajuda a equipe envolvida no projeto a entender melhor suas tarefas e prazos, facilitando a organização pessoal e garantindo maior eficiência no gerenciamento do projeto (CARVALHO, 2015).

Para apoiar a gestão do conhecimento e a comunicação entre os membros do projeto, os fóruns de troca de conhecimento podem ser adotados, uma vez que melhoram a comunicação entre os envolvidos na equipe do projeto e são uma forma colaborativa de compartilhar e acessar informações relevantes para o desenvolvimento do projeto de maneira rápida e fácil. Os tópicos criados no fórum são desmembrados e divididos por temas, e ordenados do mais atual para o mais antigo (ATOUM, BONG, 2015).

Além dessas ferramentas, de acordo com Patah e Carvalho (2007), um gestor de projetos também pode utilizar 5W2H (*What, When, Where, Who, Why, How, How*

much), PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), KPI (*Key Performance Indicators*), entre outros. O 5W2H permite elaborar planos de ação para o maior controle sobre as tarefas e os prazos determinados, além de ajudar a estruturar o cronograma. O PDCA garante a melhoria contínua dos processos por meio de 4 ações: planejar, fazer, checar e agir. Já o KPI mede o *status* das demandas, projetando análises entre o que foi planejado e o que foi realizado.

3.2 SOFTWARES DE GESTÃO DE PROJETOS

Delegar, acompanhar e avaliar a execução de atividades, bem como obter um panorama geral do andamento do projeto, fica bastante difícil sem o auxílio de uma ferramenta computacional voltada para gestão de projetos (LIMA JUNIOR; MARTIMIANO, 2010a). A definição dos requisitos necessários a um *software* PMIS (*Project Management Information System*) é essencial para orientar o processo de escolha devido ao grande número de alternativas disponíveis no mercado.

Segundo Raymond e Bergeron (2008), os *softwares* PMIS proporcionam suporte aos gerentes de projetos por fornecer informações necessárias ao controle dos projetos, além de: permitir a criação de listas de tarefas de forma simples e também atribuir prioridade a elas; permitir que todos os envolvidos no projeto possam ajudar na solução de problemas e acompanhar a evolução de cada uma das tarefas e o andamento das metas do projeto; mostrar, de forma gráfica, como está o nível de produtividade da equipe e o quanto todos os membros estão se dedicando a cada tarefa do projeto; permitir a análise dos custos estimados e executados, do consumo de recursos escassos e do cronograma previsto e realizado; disponibilizar documentos referentes às tarefas e projetos; e medir o tempo de realização de cada tarefa. Outras capacidades dos *softwares* PMIS apontadas por Lima Junior e Martimiano (2010) referem-se à: definição, sequenciamento e monitoramento das fases e atividades do projeto, utilização de marcos de finalização, alocação de recursos, facilitação da comunicação da equipe, agendamento de eventos,

verificação do progresso geral do projeto, dentre outras.

Diante da necessidade de escolher um *software* PMIS dentre as várias opções disponíveis no mercado, alguns autores vêm propondo modelos de apoio à avaliação da destes produtos com base em um conjunto de requisitos. Kostalova, Tetreova e Svedik (2015) se baseou em outros estudos da literatura para verificar quais técnicas de gestão de projetos são disponibilizadas para suportar as diferentes fases do ciclo de vida do projeto. Esses autores avaliaram os *softwares* *ProjectLibre*, *Gantt*, *Easyproject*, *MS Project* e *Primavera*. Outro modelo de avaliação de *softwares* de gestão de projetos foi proposto por Lima Junior e Martimiano (2010) considerando os critérios propostos pela norma ISO 9126. Nesse estudo foram avaliados os *softwares* *MS Project*, *Dotproject* e *Open workbench*, sendo que o *Dotproject* se mostrou o mais adequado.

Lima Junior e Morais (2017) propuseram um modelo multicritério de avaliação da qualidade de *softwares* de gestão de projetos baseado no método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) e na ISO/IEC 25000 (*System and Software Quality Requirements and Evaluation*). Um diferencial desse modelo é a possibilidade de atribuir pesos aos requisitos usando o método AHP. Os autores aplicaram o modelo na avaliação dos *softwares* *Basecamp*, *MS Project*, *Service Desk* e *Primavera*, considerando os critérios de funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência e portabilidade. Os resultados indicaram que o *software* *Primavera* é o mais adequado aos requisitos dos usuários e gestores, principalmente por permitir que vários usuários trabalhem em um mesmo projeto simultaneamente e por não limitar a quantidade de linhas de base.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 APRESENTAÇÃO DO GRUPO AEPRO

O Grupo de Assessoria Empresarial do curso de Engenharia de Produção e Qualidade (AEPRO) é composto e gerenciado por professores e alunos de um curso de Engenharia de Produção situado na região Sul de Minas Gerais. Esse grupo atua na implantação de projetos de melhoria contínua em pequenas e médias empresas da região utilizando os princípios de redes de colaboração interorganizacional. Seus objetivos são:

- a) Capacitar os alunos do curso de Engenharia de Produção e Qualidade para a realização de trabalhos técnicos de assessoria e consultoria empresarial;
- c) Desenvolver um relacionamento colaborativo entre os membros do curso de Engenharia de Produção e Qualidade, as empresas locais e os órgãos de governança;
- d) Fomentar a prática de melhoria contínua entre um conjunto de empresas da região por meio da implantação de métodos escolhidos conforme a demanda das empresas;
- e) Contribuir para a qualificação da mão de obra local e para a formação de agentes de inovação, estimulando assim o desenvolvimento econômico regional;
- f) Desenvolver e publicar artigos relatando os casos de intervenção nas empresas participantes do grupo, estimulando assim a melhoria da produção científica do curso e o posterior ingresso dos alunos em programas de mestrado e doutorado.

O Quadro 2 descreve a composição da equipe do grupo, destacando papéis e responsabilidades. A implantação de um *software* de gestão de projetos nesse contexto se fez necessária apoiar o gerenciamento dos projetos de melhoria conduzidos individualmente nas empresas atendidas pelo grupo, bem como para gerenciar a equipe do projeto em termos de integração, comunicação, troca de conhecimento, gestão do tempo e de resultados.

Quadro 2 – Descrição dos papéis dos membros do grupo

Membros	Principais atribuições	Carga semanal
1 professor coordenador do grupo	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer orientações estratégicas para o grupo; - Gerir atividades de rotina e controlar o cronograma geral do grupo; - Acompanhar o desenvolvimento dos projetos nas empresas; - Buscar o estabelecimento de parcerias com atores da governança local. 	2 horas
4 professores orientadores	<ul style="list-style-type: none"> - Fornecer treinamentos, material bibliográfico e orientar os alunos durante a condução dos projetos nas empresas; - Realizar eventuais visitas nas empresas, conforme houver demanda; - Controlar o cronograma dos projetos de sua responsabilidade. 	2 a 3 horas
5 alunos	<ul style="list-style-type: none"> - Buscar novos conhecimentos em prol do autodesenvolvimento e do sucesso do grupo; - Conduzir a implantação de projetos nas empresas; - Controlar o cronograma dos projetos de sua responsabilidade. 	10 horas

Fonte: O autor

4.2 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS E ESCOLHA DO *SOFTWARE*

Por meio de um levantamento realizado junto ao professor coordenador do AEPRO, foram identificados os requisitos desejáveis ao *software* de gestão de projetos a ser implantado no grupo. Esse levantamento de requisitos foi orientado pelas características da qualidade sugeridas pela norma ISO/IEC 25000 (ISO/IEC25000, 2014), que suporta a identificação e avaliação de requisitos da qualidade de *softwares*. Alguns dos requisitos foram baseados em Lima Junior e Martimiano (2010b), uma vez que estes autores também identificaram requisitos para um *software* de gestão de projetos acadêmicos em um curso de Engenharia de Produção.

Embora tenham sido levantados diversos requisitos, o coordenador do projeto

indicou quatro deles como sendo compulsórios: (1) ser de livre utilização; (2) oferecer suporte multiusuário; (3) ter acesso *online* via *browser*; (4) permitir a anexação de arquivos. Como o *software dotproject* atende a esses quatro requisitos, ele foi selecionado para ser avaliado considerando a totalidade de requisitos listados pelo coordenador do projeto. O Quadro 3 apresenta todos os requisitos levantados, organizados de acordo com os critérios da qualidade relacionadas a cada um. O Quadro 3 também apresenta o resultado da avaliação do *dotproject* em relação a esse conjunto de requisitos. O *dotproject* foi escolhido para ser implantado para gerenciar as atividades do grupo AEPRO por atender vinte e dois dentre os vinte e nove (75,86%) requisitos listados.

Quadro 3 – Critérios da qualidade, requisitos e resultados da avaliação do *dotproject*

Critérios de qualidade	Requisitos	<i>Dotproject</i> atende?
Adequação	Provê agendamento de tarefas?	Sim
	Provê gráfico de <i>Gantt</i> ?	Sim
	Provê redes de atividades?	Não
	Provê gerenciamento da Estrutura Organizacional?	Sim
	O número de usuários que opera o sistema concorrentemente é ilimitado?	Sim
	Propicia troca de informações por <i>chats</i> ?	Não
	Possibilita conferências <i>online</i> ?	Não
	Propicia troca de informações por fórum?	Sim
	O software propicia a geração de relatórios?	Não
	Propicia organização e sumarização das tarefas?	Não
	O sistema dispõe de calendários onde se possam visualizar datas importantes ao projeto?	Sim
	Capaz de agendar eventos (ex: reuniões) e alertar a equipe envolvida?	Sim
	O software apresenta demonstração de uso no site oficial ou CD de instalação?	Sim
	Apresenta tutorial no site oficial ou internamente?	Sim
	Contém arquivo de ajuda?	Sim
Acurácia	Provê cálculo de utilização de recursos humanos?	Sim
	Provê cálculo de utilização de recursos financeiros?	Sim
	Provê cálculo de utilização de recursos de equipamentos?	Sim
Interoperabilidade	Interage com outros sistemas permitindo importar/exportar dados?	Sim
Segurança de acesso	Permite o uso de senhas de acesso para cada usuário?	Sim
	Propicia acesso às informações em diferentes níveis hierárquicos?	Sim
Recuperabilidade	Em caso de falha no sistema, o software provê recuperação de dados não salvos?	Não
Operacionalidade	O software dispõe de atalhos facilmente visíveis para as principais funcionalidades?	Sim
Atratividade	É possível customizar os elementos da interface gráfica?	Sim
Capacidade para ser instalado	O software pode ser considerado fácil de instalar e configurar, mediante os pré-requisitos de instalação?	Não
Coexistência	Funciona compartilha recursos de hardware com outros aplicativos sem gerar falhas constantes?	Sim
Custo de aquisição	A distribuição do software é gratuita?	Sim
Custo de manutenção	Existe suporte ao usuário gratuitamente?	Sim
	O recebimento de atualizações de novas versões é gratuito?	Sim

Fonte: O autor.

4.3 IMPLANTAÇÃO DO SOFTWARE

A implantação do *dotproject* no grupo AEPRO envolveu atividades como a instalação e configuração do *software*, cadastro do projeto e da equipe de projeto, definição dos procedimentos de uso, elaboração de material de treinamento e execução do treinamento dos usuários.

O processo de implantação do *dotproject* se iniciou pela instalação do *software*, que foi hospedado em um computador servidor da instituição de ensino onde o grupo AEPRO é sediado. Para instalar o *dotproject* foi necessário configurar um servidor com sistema operacional *Linux*, servidor de páginas *Apache*, PHP e banco de dados *MySQL*. O sistema instalado pode ser acessado pelo endereço eletrônico <http://labserver.unifeg.edu.br/dotproject>.

Após a instalação, foram realizadas as seguintes atividades de configuração do

software: customização da interface gráfica, definindo título e cor de alguns cabeçalhos; tradução de alguns termos dos menus do *software*, que originalmente eram exibidos em língua inglesa; configuração do calendário do projeto, definindo quantidade de dias úteis e carga horária semana; cadastro da instituição e do departamento. Na sequência, cadastrou-se as atividades do grupo AEPRO na forma de um único projeto. Foram criadas as contas de usuário da equipe do projeto, de modo a definir os níveis de permissão de acesso para cada um dos quatro grupos de usuário (administrador, coordenador, professores e alunos). Foram cadastrados os contatos de empresas parceiras e criados fóruns para troca de conhecimento entre os membros do grupo. Criou-se uma estrutura de atividades do projeto (WBS) com base no cronograma definido pelo coordenador, a qual é ilustrada na Figura 1. Uma estrutura de pastas para o armazenamento de arquivos também foi criada e associada às atividades da WBS.

Figura 1 – WBS criada para as atividades do grupo AEPRO. Fonte: O autor.

Tarefas Tarefas (inativas) Fóruns Gráfico de Gantt Relatórios de Tarefa Events Arquivos Links									
Expand Todos/One Level : Collapse Todos/One Level					Mostrar: ☐ Apenas Tarefas Incompletas				
Marca	Novo Registro	Trabalho	P	Nome da Tarefa	Task Owner	Usuários Vinculados	Data de Início	Duração	Data de Encerramento
🔍	Registre	60%		ETAPA 01 - PLANEJAMENTO			06/03/2017 08:00	0 horas	06/03/2017 16:00
🔍	Registre	100%		↳ T01 - Seleção dos alunos			06/03/2017 08:00	64 horas	17/03/2017 08:00
🔍	Registre	100%		↳ T02 - Definir programação e realizar divulgação de minicursos			20/03/2017 08:00	40 horas	27/03/2017 08:00
🔍	Registre	40%		↳ T03 - Realização de minicursos para alinhamento de conhecimentos			01/05/2017 08:00	456 horas	14/07/2017 16:00
🔍	Registre	0%		ETAPA 02 - DIAGNÓSTICO ORGANIZACIONAL			28/04/2017 08:00	0 horas	28/04/2017 08:00
🔍	Registre	15%		↳ T01 - Elaboração da ferramenta de diagnóstico organizacional			01/05/2017 08:00	200 horas	06/06/2017 08:00
🔍	Registre	0%		ETAPA 04 - DESENVOLVIMENTO DE ARTIGOS			17/06/2017 21:00	0 horas	17/06/2017 21:00
🔍	Registre	0%		ETAPA 03 - IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES DE MELHORIA			01/08/2017 08:00	0 horas	01/08/2017 08:45
🔍	Registre	0%		ETAPA 05 - FECHAMENTO DO PROJETO, AVALIAÇÃO E LIÇÕES APRENDIDAS			02/10/2017 08:00	0 horas	02/10/2017 16:00
Summaries:						06/03/2017	760 horas	02/10/2017	

Por último, a fim de padronizar a forma como o sistema é alimentado, os procedimentos de uso do *software* foram definidos com base em Lima Junior e Martimiano (2010b). Para exemplificar, um procedimento de uso que foca na inserção e acompanhamento de atividades é descrito a seguir:

a) O administrador do sistema (que é um aluno do grupo) cadastra as atividades e atribui responsáveis e prazos conforme solicitado pelo coordenador;

b) Durante a execução das atividades, a equipe de alunos responsáveis insere informações e resultados parciais no sistema, solicitando aprovação de atividades do projeto ou esclarecimento de dúvidas sobre a condução destas atividades;

c) Os professores devem atender às solicitações dos alunos via sistema e fornecer um parecer;

d) Após algumas rodadas de troca de informação entre alunos e professores, assim que a atividade for concluída, esta deve ser finalizada no sistema por um professor ou pelo coordenador do projeto.

4.5 TREINAMENTO

Um material de suporte ao usuário foi criado e disponibilizado para todos os membros do grupo AEPRO para que estes pudessem sanar suas dúvidas quanto ao uso do sistema. O material explica cada uma das funcionalidades do *software*, bem como

descreve os procedimentos de utilização do sistema para as atividades de rotina. A partir equipe AEPRO com duração de duas horas. O treinamento incluiu os seguintes tópicos: acesso ao sistema e configurações do usuário; cadastro, atualização e finalização de projetos e tarefas; cadastro de contatos do projeto; uso do calendário e gráfico de Gantt; cadastro de eventos; inserção e atualização de arquivos e diretórios; inserção de chamados de suporte ao usuário; gerenciamento dos fóruns de troca de conhecimento; e procedimentos de rotina para uso do *software*. Após o treinamento sobre os procedimentos de uso, o *dotproject* entrou em funcionamento.

4.4 AVALIAÇÃO DA ADEQUAÇÃO DO SOFTWARE PELOS USUÁRIOS

A avaliação da utilização do *dotproject* pelos usuários será feita por meio da elaboração e aplicação de um questionário à equipe

do material elaborado, foi realizado um treinamento da AEPRO. O questionário será aplicado a todos os membros do projeto assim que estes completarem seis meses de uso do sistema e tiverem experiência de uso suficiente para realizar a avaliação. Essa avaliação objetiva saber o nível de satisfação dos usuários quanto à adequação do *dotproject* às atividades do projeto, assim como levantar possíveis requisitos que não tenham sido atendidos. Conforme mostra o Quadro 4, com base em Lima Junior e Martimiano (2010b), desenvolveu-se um questionário composto por 9 questões. A partir dos resultados da aplicação do questionário, espera-se identificar possíveis sugestões para melhoria dos procedimentos de uso do sistema. Até o momento da conclusão deste estudo, como os usuários tinham pouca de experiência quanto ao uso do sistema, ainda não foi realizada a aplicação do questionário para avaliação da satisfação dos mesmos.

Quadro 4 – Questionário para avaliação do *dotproject* pelos usuários

Você já trabalhou com algum <i>software</i> voltado à gestão de projetos anteriormente? Em caso afirmativo, você considera o <i>dotproject</i> mais adequado que o <i>software</i> anteriormente utilizado?
Você considera o <i>dotproject</i> adequado às necessidades das suas atividades no grupo AEPRO?
() Completamente adequado; () Parcialmente adequado; () Não é adequado.
Você considera os procedimentos de uso adequados às suas atividades no grupo AEPRO?
() Completamente adequado; () Parcialmente adequado; () Não é adequado.
Quais procedimentos de uso você sugerem que sejam melhorados? Como?
Como você considera o nível de dificuldade de uso? () Fácil; () Normal; () Difícil.
Você já procurou ajuda sobre o uso do software? Como?
Quais aspectos você julga que o <i>Dotproject</i> deixa a desejar?
() Interface gráfica; () Visualização das Informações; () Ferramentas elementares para a gestão de Projetos; () Segurança; () Suporte ao usuário; Outros: _____
Você está satisfeito com o <i>Dotproject</i> ou sugere a adoção de outro <i>software</i> para gerenciamento do grupo AEPRO? Qual <i>software</i> ?
09. Atribua uma nota entre 0 e 10 ao nível de adequação do <i>Dotproject</i> ao grupo AEPRO: _____

Fonte: O autor

5 CONCLUSÃO

Este estudo apresentou um processo de implantação de um *software* para apoiar a gestão de projetos do Grupo de Assessoria Empresarial do curso de Engenharia de Produção do UNIFEG. A escolha do *software* foi baseada em um conjunto de requisitos relacionados às características e subcaracterísticas da qualidade de *software* propostos pela norma ISO/IEC 25000:2014. O *software dotproject* foi escolhido para gerenciar as atividades do grupo por atender a maior parte dos requisitos.

Embora ainda não tenha sido possível avaliar o nível de satisfação da equipe do projeto em relação ao *dotproject*, alguns benefícios já percebidos pelo gestor do projeto a partir do uso deste *software* são: obtenção de uma visão sistêmica das atividades do projeto em termos de prazos e de inter-relacionamentos entre as tarefas; melhor controle do progresso das atividades; maior comprometimento da equipe no cumprimento de prazos e maior compartilhamento e segurança dos arquivos gerados pelo projeto. Algumas dificuldades encontradas durante o processo de

implantação foram: convencer todos os usuários da equipe a usar o sistema periodicamente; manter os padrões definidos para o uso do sistema (por exemplo, codificação de tarefas); e configurar o servidor *web* conforme os requisitos de instalação do *dotproject*.

Por meio deste estudo foi possível desenvolver um conjunto de atividades sequenciadas de forma lógica para conduzir o processo de implantação do *dotproject* em um ambiente acadêmico, que pode ser replicado por pessoas que desejem implantar um *software* de gestão de projetos, tanto em ambientes acadêmicos quanto em empresas. Estudos futuros podem implantar o *dotproject* em diferentes cenários, principalmente em situações em que é requerido um *software open source* com suporte a múltiplos usuários. Entretanto, antes de fazer a escolha do *software*, recomenda-se fazer um levantamento de requisitos detalhado com base na literatura relacionada e em entrevistas com o gestor e com a equipe do projeto para maximizar a probabilidade de utilização contínua do *software*.

REFERÊNCIAS

- [1]. AHLEMANN, F. Towards a conceptual reference model for project management information systems. *International Journal of Production Management*, v. 27, n. 1, p. 19-30, 2009.
- [2]. ALOISE, D. J.; DANTAS, S. T. A.; QUEIROZ, J. V.; QUEIROZ, F. C. B. P.; ROCHA, M. K. Métodos e tipos de pesquisa em artigos da Engenharia de Produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE), XXXIX, 2011, Blumenau: ABENGE/FURB, 2011, 9 p.
- [3]. ATOUM, I.; BONG, C. H. Measuring Software Quality in Use: State-of-the-Art and Research Challenges. *ASQ. Software Quality Professional*, v.17, n.2, p.4–15, 2015.
- [4]. BRAGLIA, M; FROSOLINI, M. An integrated approach to implement Project Management Information Systems within the Extended Enterprise. *Int. J. of Project Management*, v. 32, n. 1, p. 18-29, 2014.
- [5]. CARVALHO, M.M; PATAH, L.A.; BIDO, D.S. Project management and its effects on project success: Cross-country and cross-industry comparisons. *International Journal of Project Management*, 2015.
- [6]. HAZIR, O. A review of analytical models, approaches and decision support tools in project monitoring and control. *International Journal of Project Management*, v.33, n.4, p.808-815, 2015.
- [7]. ISO/IEC 25000:2014. Software engineering - System and software Quality Requirements and Evaluation (SQuARE). Genebra: ISO, 2014.
- [8]. LIMA JUNIOR, F. R.; MARTIMIANO, L. A. M. Avaliação da qualidade de software voltados a gestão de projetos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 30, 2010, São Carlos, SP. Anais... São Carlos, SP: ENEGEP, 2010a.
- [9]. LIMA JUNIOR, F.R.; MARTIMIANO, L.A.F. Avaliação e implantação de um sistema de gestão de projetos. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (SIMPEP), XVII, 2010, São Carlos, SP. Anais... São Carlos, SP: SIMPEP. 2010b, 15 p.
- [10]. LINZALONE, R.; SCHIUMA, G. A review of program and project evaluation models. *Measuring Business Excellence*, vol. 19, n. 3, p. 90-99, 2015.
- [11]. MORAIS, M. H. B. M.; LIMA JUNIOR, F. R. Proposição e aplicação de uma metodologia baseada no AHP e na ISO/IEC 25000 para apoiar a avaliação da qualidade de softwares de gestão de projetos. GEPROS. Gestão da Produção,

Operações e Sistemas, v. 12, n. 2, 2017, p. 239-260.

[12]. PATAH, L.A.; CARVALHO, M.M. Quantifying the Value of Project Management: the Actual Situation in the IT Market in Brazil. In: EUROPEAN OPERATIONS MANAGEMENT ASSOCIATION (EUROMA), 14th, 2007, Ankara. Ankara: Conference Proceedings, 2007.

[13]. PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide). 5 ed. United States: Project Management, 2013. 589 p.

[14]. RAYMOND, L.; BERGERON, F. Project management information systems: an empirical study of their impact on project success. Int. J. of Production Management, v. 26, p. 213-220, 2008.

Capítulo 18

PROPOSTA DE MODELO PARA ANÁLISE DE DESPERDÍCIOS EM MANUFATURA

Luis Henrique Rodrigues

Viviane Santiago Coelho Gomes

Leidiane Mendes Da Penha

Helen Sodré Medrado

Rafaella Gomides Andrade

Resumo: Grandes desafios surgiram para as organizações, devido ao avanço tecnológico ocorrido nos últimos tempos. Qualidade no produto, aumento da produtividade e eliminação de desperdícios são fatores que, além de auxiliar as empresas a obterem vantagem competitiva, tornam-se uma necessidade para que elas mantenham seus clientes e mercado. Deste modo, visando auxiliar as organizações a utilizarem as ferramentas existentes na literatura de maneira efetiva, este artigo propõe um modelo que servirá de apoio na identificação e análise dos desperdícios em processos de manufatura. Sob o ponto de vista da metodologia científica, o estudo desenvolvido se classifica como de natureza aplicada, exploratória, de abordagem qualitativa em um estudo de caso. A pesquisa foi enriquecida e embasada pelos conceitos e definições encontrados no referencial teórico, o que possibilitou a construção de uma proposta de um modelo teórico. Conclui-se que o modelo, em sua estrutura lógica, se mostra eficaz na gestão de melhorias em processos de manufatura. A contribuição futura deste estudo será a aplicação do modelo em uma empresa de pequeno porte do segmento médico odontológico, com o objetivo de validar a proposta.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o ambiente empresarial tem se tornado cada vez mais competitivo. Visando uma maior satisfação dos clientes, as empresas tendem a procurar métodos e ferramentas para atuar em seus processos visando a redução de custos, melhoria da qualidade, aumento da confiabilidade, redução dos desperdícios, além de tentar reduzir o *lead time*, tornando-se consequentemente mais competitivas. (CUDNEY; ELROD, 2011; PRASANNA; VINODH, 2013 apud NASCIMENTO et al., 2016).

Para entregar o produto certo e na hora certa, é necessário compreender e identificar as necessidades e expectativas do ponto de vista do cliente, pois este é o primeiro princípio para a qualidade (BARROS; BONAFINI, 2014). Gerenciar os processos de qualidade e tomar decisões com mais exatidão, é uma tarefa importante e deve ser feita com base em dados e fatos. Para isto servem as ferramentas da qualidade, pois elas visam a coleta, o processamento e a disposição clara das informações ou dados relacionados aos processos gerenciados (MARIANI, 2005). Com a compreensão clara do que está ocorrendo no processo produtivo, torna-se possível identificar as causas dos desperdícios (MORAIS; MENEZES, 2016).

E essa corrida em busca da qualidade e competitividade empreendida por empresas de todos os setores, faz com que a eliminação do desperdício seja algo prioritário, além de ser uma questão de sobrevivência. O mercado não tem mais espaço para empresas ineficientes e a disputa pela preferência do cliente vai além do preço. Hoje, o cliente procura o valor no produto (TERNER, 2008).

Esse valor pode ser agregado ao produto, através da eliminação ou redução das perdas (desperdícios). Os princípios do Sistema Toyota de Produção é um exemplo da busca incessante da eliminação de toda e qualquer perda (RIANI, 2006). Além disso, o Sistema Toyota de Produção busca também identificar valor, sequenciar da melhor forma as atividades que agregam valor e garantir que o processo flua continuamente sem interrupções (WOMACK; JONES 1998 apud HILGEMBERG et al. 2012).

Mas para que a eliminação dos desperdícios seja possível, é preciso enxergá-los e

reconhecê-los, identificando o motivo e o responsável pelo desajuste, devendo ser ele mensurado para que se estabeleça seu tamanho e magnitude de abrangência (OLIVEIRA; PAGLIARINI; ROCHA, 2013). Na produção enxuta, existe um conjunto de técnicas e ferramentas que visam a eliminação dos desperdícios, bem como o alcance de metas estabelecidas, podendo ser citado como exemplo, o Mapa do Fluxo de Valor (VSM - *Value Stream Mapping*) (RIANI, 2006).

O MFV abrange todas as etapas do processo que agregam e não agregam valor, bem como, o que é necessário no fluxo de produção, desde a matéria-prima, até a entrega do produto ao cliente (BHAT; SHIVAKUMAR, 2011 apud HILGEMBERG et al. 2012). Além disso, ele é o ponto inicial para as empresas que buscam ter um plano de produção bem estruturado, redução de desperdícios e *lead time*, à medida que melhora a produtividade, qualidade e lucratividade (ELIAS; OLIVEIRA; TUBINO, 2011).

Uma metodologia também utilizada dentro do Sistema Toyota, é o ciclo PDCA, que foi desenvolvido por Walter Shewhart (SOBEK II; SMALLEY, 2010). “Trata-se do método mais genérico de processo de melhoria contínua, que se caracteriza por ser um processo iterativo e cíclico” (CARPINETTI, 2012 apud PINTO et al., 2016). E para que a implementação do ciclo PDCA se torne mais simples, pode-se utilizar o relatório A3 como ferramenta de apoio, pois ele registra a lógica de raciocínio do ciclo PDCA. O relatório A3 surgiu como uma forma de simplificar e agilizar o processo de compreensão e comunicação (SOBEK II; SMALLEY, 2010). Um complemento à utilização do mapa do fluxo de valor estão as ferramentas da qualidade, que organizadas e aplicadas adequadamente em um relatório A3 exercem uma contribuição importante para enxergar os problemas nos processos produtivos e direcionar ações eficazes de melhorias na redução dos desperdícios.

Diante disso, é importante que as empresas consigam identificar quais são os processos cujos desperdícios impactam em seus resultados e de que forma as melhorias serão gerenciadas para que alcancem desempenhos mais competitivos. Partindo-se desse pressuposto, este trabalho tem o objetivo de propor um modelo lógico de

implantação de melhorias, que identifique os tipos de desperdícios em processos de manufatura e encaminhe ações de mudança, com ganhos de competitividade.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONCEITO DE QUALIDADE

A qualidade é uma palavra muito citada nas empresas, porém é pouco praticada (GOZZI, 2015) e embora ela seja um termo muito conhecido, ela ainda precisa ser explorada, pois há muito a ser estudado sobre este assunto. Ela surge no pensamento humano, no momento em que se compra algum produto que atenda suas necessidades e expectativas. Segundo a ISO 9000:2005, necessidades e expectativas são definidas como um conjunto de características que atendam aos requisitos esperados. Por isso, o ponto inicial para a qualidade é justamente identificar essas necessidades e expectativas dos clientes (BARROS; BONAFINI, 2014).

De maneira simplificada, a qualidade significa entregar ao cliente produtos que atendam às suas expectativas e que sejam feitos da melhor forma e com o menor custo possível (BARROS; BONAFINI, 2014).

2.2 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Mariani (2005) diz que as ferramentas da qualidade têm por finalidade a coleta, o processamento e a disposição clara das informações, ou dados relacionados aos processos gerenciados e segundo Morais e Memezes (2016), elas não apenas ajudam a identificar o que está acontecendo em um processo produtivo, como também apontam as prováveis causas. Entre as ferramentas da qualidade mais importantes pode-se citar o gráfico de Pareto que foi desenvolvido pelo sociólogo e economista italiano Vilfredo Pareto (1843-1923) e segundo ele, 80% da riqueza estava nas mãos de 20% da população e somente 20% da riqueza, estava nas mãos dos outros 80% da população (TRIVELLATO, 2010). Foi de acordo com este princípio que o Gráfico de Pareto foi desenvolvido. Na prática, verifica-se que um pequeno número de causas (geralmente 20%) é responsável pela maioria dos problemas (80%).

Outra ferramenta da qualidade é o diagrama de Ishikawa ou diagrama de causa e efeito, também é conhecido como espinha de peixe,

devido seu formato e foi criado por Kaoru Ishikawa em 1949 (CUSTODIO, 2015). É definido como uma ferramenta que apresenta a relação entre causas e efeitos do processo e por razões técnicas, podem afetar o resultado considerado. (MACHADO, 2007; LEONEL, 2008).

Os 5 porquês é uma técnica simples que tem como objetivo encontrar a causa raiz de um defeito ou problema (NUNES, 2008; TERNER, 2008). Este método consiste em perguntar o porquê de um problema em 5 iterações, para ser encontrada a sua causa raiz, sempre questionando a causa anterior. Os 5 porquês é uma técnica bastante utilizada na montagem do diagrama de Ishikawa.

Outra técnica é o 5W2H. As siglas são derivadas das primeiras letras em inglês: *What* (O quê), *When* (Quando), *Who* (Quem), *Where* (Onde), *Why* (Por que), *How* (Como) e *How Much* (Quanto custa). São perguntas que precisam ser respondidas, para se obter eficiência e eficácia na elaboração de um plano de ação. É considerada uma ferramenta simples e que fornece resultados excelentes, no que tange atividades de planejamento organizacional para os gestores (PIECHNICKI, 2014).

A Folha de verificação (também chamada de *checklist*) é um formulário pré-impresso ou digital que permite qualquer pessoa identificar exatamente os itens a medir/registrar e em que altura e sequência isso deve ser feito. Elas facilitam o recolhimento de dados e também propiciam a sua organização, que futuramente ajudarão a encontrar dados que venham a ser necessários, assim como fazer estudos retrospectivos (ROJAS, 2014).

O gráfico de controle é uma ferramenta estatística que proporciona a realização de monitoramento de determinado processo, sobretudo no que tange sua estabilidade, avaliação e controle de qualidade. Sua representação gráfica se dá por meio de uma característica da qualidade ou estatística mensurável, através de seu eixo de ordenadas, o número da amostra ou o tempo pelo eixo das abscissas (MATA, 2013).

2.3 O CICLO PDCA

Segundo Campos (2013) o PDCA é o método para a prática do gerenciamento, na qual é o ato de buscar as causas da impossibilidade de atingir uma meta, estabelecer contramedidas, montar um plano de ação, executar e padronizar em caso de sucesso. Leonel (2008, p. 6) define o PDCA como um “método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização”.

As fases do ciclo PDCA são explicitadas da seguinte maneira segundo Machado (2007): Planejar (P): Na etapa de planejamento são estabelecidas as metas e as formas de alcançá-las, porém, antes disto é necessário observar o problema a ser solucionado, analisar o fenômeno e descobrir as causas do problema. Esta etapa tem como característica, muita complexidade, porque são cometidos muitos erros na identificação do problema e no delineamento das ações que irão dificultar no alcance dos resultados.

Executar (D): Na etapa de execução, as tarefas planejadas na etapa anterior são colocadas em prática e dados são coletados para serem submetidos a análises na próxima etapa (verificação). Nesta etapa é necessário iniciativa, educação e treinamento no trabalho.

Verificar (C): Na etapa de verificação, os dados coletados na etapa de execução, são utilizados para comparar o resultado conquistado e a meta traçada. Caso a meta não tenha sido alcançada, deve-se retornar a fase de observação da etapa de planejamento, analisar novamente o problema e elaborar um novo plano de ação.

Atuar (A): Na etapa de atuação corretiva, acontecem as ações de acordo com o resultado obtido. Se a meta foi conquistada, a atuação será de manutenção. Se a meta não foi conquistada, a atuação será de agir sobre as causas que impediram o sucesso do plano.

2.4 DESPERDÍCIO

O termo desperdício ou *muda*, como se diz no Japão, é visto pelo sistema Toyota como principal alvo para ser eliminado (ILDELFONSO, 2011) e é definido por Favaretto (2012) como toda atividade que não agrega valor. Womack e Jones (1998) apud

Moreno (2014); Prates e Bandeira (2011) acrescentam, que além de ser uma atividade a qual não se cria valor, ela também absorve recursos. Ou seja, são atividades totalmente desnecessárias que geram custos e devem ser imediatamente eliminadas (GHINATO, 2000).

2.5 LEAN MANUFACTURING

O Sistema Toyota de Produção é um assunto que vem sendo debatido desde 1950, mas apesar disso, a expressão “manufatura enxuta” ou *Lean Manufacturing* ainda não apresenta uma clara definição conceitual (SHAH; WARD, 2007; PETTERSEN, 2009 apud JABBOUR et al., 2012). Alguns autores têm diferentes definições sobre a manufatura enxuta, por exemplo, Womack e Jones (2004) afirmam resumidamente que a manufatura enxuta significa fazer mais com menos.

Já Shah e Ward (2007) apud JABBOUR et al., (2012), definem manufatura enxuta como um sistema sócio técnico integrado, cujo objetivo principal é eliminar desperdícios pela redução ou mitigação da variabilidade interna de fornecedores e de clientes.

Para Scherrer-Rathje, Boyle e Deflorin (2009) apud JABBOUR et al., (2012), manufatura enxuta é uma filosofia que busca identificar e eliminar desperdícios em toda a cadeia de valor do negócio, e não somente internamente à organização. E Ohno (1998) apud JABBOUR et al., (2012) define a produção enxuta como a eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos.

2.5.1 FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING

Para se conseguir atingir os objetivos da manufatura enxuta, é necessário aplicar algumas ferramentas que auxiliarão na obtenção dos resultados. Essas ferramentas são utilizadas para implementação de um sistema de manufatura enxuta, que ditam “como” seguir seus princípios (RIANI, 2006).

Segundo Jabbour et al. (2012) a implementação destas ferramentas visa proporcionar a melhoria em várias medidas do desempenho operacional das organizações que engloba redução de custos, aumento da qualidade, flexibilidade, prazo de entrega, desenvolvimento de novos produtos, e *time-to-market* de novos produtos.

O Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) é uma ferramenta criada pelo movimento de

produção enxuta com o objetivo de redesenhar os sistemas produtivos (LASA; LABURU; VILA; 2008). Ela é capaz de fornecer detalhadamente a visão de todo processo produtivo de uma empresa e é utilizada quando se torna necessário obter todos os recursos a fim de atender à demanda, eliminando desperdícios de tempo, altos níveis de estoque, perda de produtividade e competitividade. (NASCIMENTO et al., 2016).

Além disso, através do MFV é possível identificar todos os processos do fluxo e desenhar o estado futuro levando em consideração todos os princípios do pensamento enxuto. (WOMACK; JONES, 2004). Além dele detalhar as interfaces entre os setores produtivos e esmiuçar a relação que existe entre as interfaces, caminhando em direção ao produto final, ele também é considerado uma ferramenta estratégica que auxilia na visualização macro do processo (FONSECA; VALENTE, 2016).

2.6 Relatório A3

A Toyota considera a abordagem visual como a mais eficiente para interpretação de dados e ideias complexas. Ter de lidar com longos relatórios para compreender essas ideias, tornaria todo o processo mais demorado e este não era o objetivo da Toyota. A comunicação era algo extremamente importante para ela e foi a partir deste princípio, que surgiu o relatório A3, como uma

forma de simplificar e agilizar o processo de compreensão e comunicação entre os funcionários (LIKER, 2005). Segundo Jackson (2006) apud Calado (2011), este relatório é uma ferramenta eficaz e é utilizada para solucionar e resumir os problemas, descrever e expor a situação atual e também sugerir melhorias ou novas ideias.

Através do uso desta ferramenta A3, a implementação do PDCA pode ser feita de maneira simples, pois ela registra os principais resultados do ciclo PDCA e auxilia em uma compreensão mais profunda do problema ou da oportunidade identificada, além de oferecer novas maneiras de abordar um problema (SOBEK II; SMALLEY, 2010).

Existem três variações de relatório A3, de acordo com Sobek II e Smalley (2010): solução de problemas, elaboração de propostas e revisão do *status* do projeto. O relatório que será adotado para auxiliar na descrição da construção do modelo que este trabalho propõe, será o relatório A3 de solução de problemas. O relatório A3 de solução de problemas é o tipo mais básico. Ele documenta todo o ciclo PDCA, possui um foco em melhorias de qualidade, custos, entrega, segurança, produtividade, entre outros. Além disso, captura as causas fundamentais dos problemas, confirmando que os problemas foram resolvidos, para então refletir sobre os esforços de solução de problemas. A Figura 1 ilustra o modelo deste tipo de relatório.

Figura 1 - Fluxo típico de um relatório A3 de solução de problemas.

Fonte: Sobek II e Smalley (2010)

3. MODELO PROPOSTO

O modelo foi construído dentro da metodologia PDCA, seguindo a lógica de gestão estruturada no relatório A3. A proposta desse trabalho não é desenvolver um relatório A3, mas utilizar o conceito por trás da construção desse tipo de relatório e principalmente, o pensamento promovido por ele. Segundo Sobek II, Smalley (2010), não existe uma forma única de escrever ou mesmo de organizar um relatório A3. Cada um apresenta de forma única o conteúdo gerado, pois isso depende do mecanismo de cada organização. Deste modo, o modelo é composto por 12 etapas que serão apresentadas na Figura 2.

O tema para a abertura do relatório A3 é sempre de identificar e reduzir os desperdícios existentes no processo de manufatura. A partir deste objetivo as etapas são distribuídas da seguinte forma:

Análise da condição atual: Esta seção compreende as etapas (1) e (2) do modelo, que se referem a: (1) seleção dos processos e produtos que possuem maior relevância na empresa, utilizando o gráfico de Pareto e (2) aplicação do mapeamento do fluxo de valor (MFV) para desenhar o mapa do estado atual.

Objetivo: Com a identificação do estado atual, será possível definir um valor quantitativo de meta e também a base de comparação que será utilizada neste modelo, para verificar o sucesso da implementação.

Análise da causa fundamental: Após o estado atual dos processos e produtos mais relevantes terem sido identificados e compreendidos, segue-se para a etapa (3), que se refere à identificação dos desperdícios que mais impactam no processo, utilizando para isto, o gráfico de Pareto. A próxima etapa (4), proposta pelo modelo, é encontrar as causas e efeitos principais, utilizando-se do diagrama de Ishikawa. A etapa (5), é um complemento da etapa anterior cujo objetivo é investigar a causa-raiz dos desperdícios, para tanto utiliza-se a técnica dos 5 porquês. Com

essas causas devidamente identificadas, será elaborado um mapa do estado futuro, utilizando a ferramenta MFV. Esta é a etapa (6) do modelo.

Contramedidas: Tendo em mente onde se pretende chegar, segue-se então para a etapa (7), cuja finalidade será o desenvolvimento do plano de ação, utilizando a ferramenta 5W2H e posteriormente para a execução deste plano de ação, que envolve a etapa (8).

Confirmação de efeito: Esta seção compreende três etapas. (9): acompanhamento da efetividade das ações, com a utilização do gráfico de Gantt. (10): verificação do atingimento de meta, após a implementação do plano de ação ter sido executada. Para esta atividade, serão utilizados gráficos de controle. Caso a meta tenha sido atingida, o processo poderá seguir para as ações de acompanhamento. Caso contrário, será necessário retornar para a seção de contramedidas, que envolve a etapa (11), cujo o objetivo é identificar se houve algum erro na elaboração do plano de ação. Para isto, será utilizado o *brainstorming*. Se os erros forem identificados nesta seção, o objetivo será elaborar um novo plano de ação e seguir novamente com as etapas posteriores. Porém, se os erros não forem identificados no plano de ação, significa que eles podem estar na etapa anterior, à de contramedidas. Neste caso, será necessário voltar para a etapa (4), para compreender com mais profundidade as causas e efeitos do problema. Feito isto, o processo poderá seguir novamente.

Ações de acompanhamento: Esta seção envolve a etapa (12), cujo o objetivo será padronizar o processo e expandir o conhecimento adquirido para outros processos da empresa. Desta forma, caso ela necessite aplicar o mesmo conceito em outra área do setor produtivo, isto poderá ser feito. Para auxiliar este processo de padronização, será utilizada a ferramenta folha de verificação.

Figura 2 - Representação da proposta do modelo de análise de desperdícios.

Fonte: autores (2017).

4. CONCLUSÃO

No desenvolvimento do modelo proposto, foi possível constatar que a utilização das ferramentas da qualidade é fundamental para identificar e analisar diversos problemas existentes em uma empresa e compreender suas causas. Além disso, a utilização dessas ferramentas proporciona a possibilidade de melhorias nos processos produtivos e auxilia o processo de tomada de decisão. Promovendo as oportunidades de redução de desperdícios e maior competitividade.

A eliminação de desperdícios se dá pelo cumprimento de um conjunto de medidas propostos pelo *lean manufacturing*, que quando aplicados corretamente, melhora-se a

eficiência do processo produtivo. Este conjunto de medidas é apoiado por algumas ferramentas. Dentre elas, foi citado o mapa de fluxo de valor, que possui diversos benefícios, sendo alguns deles, o de identificar os desperdícios, descobrir suas origens e compreender amplamente a situação atual da empresa.

Porém, a utilização das ferramentas de forma isolada não potencializa os seus efeitos, sendo ideal utilizá-las em conjunto com outras ferramentas e metodologias, pois isto proporciona uma melhor visibilidade e compreensão do problema. Para complementar esta ideia e garantir o alcance das metas, foi apresentado o ciclo PDCA, que

se trata de uma das metodologias que apoia o processo de tomada de decisão e gerenciamento.

E com o objetivo de sustentar e simplificar a implementação do ciclo PDCA, este trabalho apresentou os conceitos do relatório A3, que além de proporcionar um agrupamento dos principais resultados do ciclo PDCA, visa também compreender profundamente o problema identificado, o que

consequentemente auxilia na escolha da melhor solução.

Os conceitos e definições encontrados no referencial teórico, enriqueceram, embasaram e fundamentaram a realização desta pesquisa e diante disto, atinge-se o objetivo de compreender os processos que devem ser levados em consideração, para construir um modelo teórico que seja capaz de identificar e analisar os desperdícios existentes em um processo produtivo.

REFERÊNCIAS

- [1]. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9000: Sistemas de gestão da qualidade. 2005. Disponível em: <https://qualidadeuniso.files.wordpress.com/2012/09/nbr-iso-9000_2005.pdf>. Acesso em: 10 maio 2017.
- [2]. BARROS, E.; BONAFINI, F.. Ferramentas da qualidade. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014.
- [3]. CALADO, R.D.. Método de diagnóstico de empresa: uma abordagem segundo os princípios lean. 2011. Tese (Doutorado), Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas.
- [4]. CAMPOS, V. F.. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia. 9ed. Nova Lima: FALCONI, 2013.
- [5]. CUSTODIO, M. F. Gestão da qualidade e produtividade. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.
- [6]. ELIAS, S. J. B.; OLIVEIRA, M. M.; TUBINO, D. F.. Mapeamento do fluxo de valor: um estudo de caso em uma indústria de gesso. Admpg Gestão Estratégica, Ponta Grossa, v.4, n.1, p.2011. Disponível em: <<http://www.admpg.com.br/revista2011/artigos/5.pdf>>. Acesso em: 24 maio 2017.
- [7]. FAVARETTO, S.. Análise das práticas de manufatura enxuta em uma indústria de alimentos. Monografia (Graduação), Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2012. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/11091/1/MD_COENP_2012_1_02.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2017.
- [8]. FONSECA, B. G.; VALENTE, C. M. O. Estudo sobre a proposta de implantação do lean manufacturing utilizando a ferramenta do mapeamento de fluxo de valor em uma indústria de alimentos. In: SIMPEP (SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO), 2016.
- [9]. GHINATO, P. Produção & competitividade: aplicações e inovações, Recife: UFPE, 2000. Disponível em: [https://pt.scribd.com/document/294131/Fundament os-do-Sistema-Toyota-de-Producao](https://pt.scribd.com/document/294131/Fundament-os-do-Sistema-Toyota-de-Producao) >. Acesso em: 22 abr. 2016.
- [10]. GOZZI, M. P.. Gestão da qualidade em bens e serviços. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.
- [11]. JABBOUR, A. B. L. S et al. Análise da relação entre manufatura enxuta e desempenho operacional de empresas do setor automotivo no Brasil. Revista Administração, São Paulo, v. 48, n. 4, p.843-856, 29 out. 2012.
- [12]. LASA, I. S.; LABURU, C. O.; VILA, R. C. An evaluation of the value stream mapping tool. Business Process Management Journal. p. 39-52. Feb. 2008.
- [13]. LEONEL, P. H. Aplicação prática da técnica do PDCA e as ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais para melhoria e manutenção de resultados. Monografia (Graduação). Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.
- [14]. LIKER, J. K.. O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- [15]. MACHADO, L. G. Aplicação da metodologia PDCA: etapa P (Plan) com suporte das ferramentas da qualidade. Monografia (Graduação). Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007.
- [16]. MARIANI, C. A.. Método PDCA e ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais: um estudo de caso. Revista de Administração e Inovação, São Paulo, v. 2, n. 2, p.110-126, 2005.
- [17]. MATA, J. H. Modelos ARFIMA e gráficos de controle no monitoramento do spread de preços de uma ação e sua respectiva ADR. TCC

(Graduação). Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

[18]. MORAIS, T. M.; MENEZES, J. E. Importância do uso de ferramentas da qualidade no processo produtivo: estudo de aplicação em uma empresa alimentícia. In: SIMPEP (SIMPÓSIO DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO). Bauru., 2016.

[19]. MORENO, L. R. Escritório enxuto: a metodologia lean aplicada à melhoria de processos administrativos. 2014. TCC (Graduação). Engenharia de Produção, Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2014.

[20]. NASCIMENTO, F. A. et al. Utilização da ferramenta mapeamento do fluxo de valor (MFV) para eliminação dos desperdícios da produção: um estudo de caso aplicado em uma empresa do segmento odontológico. In: SIMPEP (SIMPÓSIO DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO). Bauru, 2016.

[21]. NUNES, T. G. Métodos de melhoria de processo e uma aplicação na MRS Logística S/A. 2008. TCC (Graduação). Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.

[22]. OLIVEIRA, G. A.; PAGLIARINI, M. R.; ROCHA, R. P. Aplicação de ferramentas da qualidade para análise dos desperdícios de materiais de uma metalúrgica. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL. São Paulo: Eepa, 2013.

[23]. PIECHNICKI, A. S. Proposta de um método de análise e solução de perdas. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA. Resende: Seget, 2014.

[24]. PINTO, R. C. et al. Estudo de caso no processo de embalagem de uma indústria alimentícia: aplicação do ciclo pdca e de

ferramentas da qualidade. In: SIMPEP (SIMPÓSIO DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO). Bauru, 2016. p. 1 - 15.

[25]. PRATES, C. C.; BANDEIRA, D. L. Aumento de eficiência por meio do mapeamento do fluxo de produção e aplicação do índice de rendimento operacional global no processo produtivo de uma empresa de componentes eletrônicos. Gestão & Produção, São Carlos, v. 18, n. 4, p.705-718, maio 2011.

[26]. RIANI, A. M.. Estudo de caso: o lean manufacturing aplicado na Becton Dickinson. 2006. TCC (Graduação). Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2006.

[27]. ROJAS, P. Introdução a logística portuária e noções de comércio exterior. Porto Alegre: Bookman, 2014.

[28]. SOBEK II, D. K.; SMALLEY, A.. Entendendo o pensamento A3: Um componente crítico do PDCA da Toyota. Porto Alegre: Bookman, 2010. 192 p.

[29]. TERNER, G. L. K.. Avaliação da aplicação dos métodos de análise e solução de problemas em uma empresa metal-mecânica. 2008. Dissertação (Mestrado). Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

[30]. TRIVELLATO, A. A. Aplicação das sete ferramentas básicas da qualidade no ciclo PDCA para melhoria contínua: estudo de caso numa empresa de autopeças. 2010. TCC (Graduação). Engenharia de Produção Mecânica, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

[31]. WOMACK, J.P.; JONES, D. T.. A máquina que mudou o mundo. 10. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 342 p.

Capítulo 19

PESQUISA DE CLIMA ORGANIZACIONAL: UM ESTUDO COM OS COLABORADORES DE UMA AGÊNCIA DOS CORREIOS

Andreza Negrão Melo

Denyane da Silva Pantoja

Arthur Rocha Aquino

Resumo: Este estudo teve por objetivo avaliar o clima organizacional percebido pelos funcionários de uma agência de correios situada no estado do Pará. Utilizou-se um questionário que tomou como base os trabalhos de Santos et al. (2012) contemplando 6 dimensões descritas como: vida profissional; ambiente de trabalho; remuneração; treinamento e desenvolvimento; relacionamento e motivação. Desmembrando as 6 dimensões obteve-se um total de 27 quesitos, os quais foram respondidos levando em consideração uma escala que passou por diferentes níveis. De todas as dimensões analisadas a qual foi menos aceita pelos participantes foi referente a remuneração recebida, as demais tiveram conceito positivo.

Palavras-chave: Clima Organizacional. Agência de Correios. Satisfação. Melhoria de Resultados

1. INTRODUÇÃO

Em busca de crescimento e garantia de continuidade no mercado, as empresas buscam novas estratégias, dentre elas a gestão dos recursos humanos, onde procuram estabelecer vínculos consistentes com seus empregados influenciando o comportamento e o envolvimento destes no ambiente de trabalho e por consequência o modo como os resultados, a nível organizacional, serão alcançados (GONÇALVES et al., 2005; SANTOS, et al., 2015).

O ambiente interno de uma organização constituída por seus subordinados, supervisores e direção deve estabelecer um relacionamento interpessoal o mais saudável possível, levando em consideração o nível de satisfação do trabalhador e os resultados deste na corporação, e para tanto faz-se importante o estudo da variável coletiva, clima organizacional, alvo de muitos estudos (NEVES, 2006; OLIVEIRA, CARVALHO e ROSA, 2012).

Em vista disso, a pesquisa e estudo do clima torna-se um importante instrumento capaz de diagnosticar a organização através da quantificação da percepção coletiva dos empregados sobre a empresa para a qual prestam serviços. É de grande relevância ter esse conhecimento a fim de averiguar os principais problemas da empresa e desta forma criar condições de melhoria tanto para seu quadro de funcionários quanto para a empresa. Uma avaliação positiva do contexto de trabalho e da organização, eleva a produtividade do trabalhador a nível de qualidade e empenho (NEVES, 2006; LACOMBE, 2005, SANTOS et al., 2015).

Dentro deste contexto e relevância da temática do clima organizacional pertencente a área do comportamento organizacional, o presente estudo realizará uma análise do clima organizacional em uma unidade da empresa Brasileira de Correios e Telégrafos, ou simplesmente, Correios, organização pública com vínculo empregatício ao Ministério das Comunicações.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste tópico trata-se sobre o assunto central, clima organizacional, e alguns assuntos diretamente relacionados a este, como a satisfação no ambiente de trabalho, o fator

motivação resultado de um clima favorável no local de atuação do colaborador e a pesquisa do clima organizacional (PCO) como importante meio de identificação e avaliação destes assuntos.

2.1 CLIMA ORGANIZACIONAL

Segundo Chiavenato (2012), o clima organizacional é o conjunto de fatores que atuam diretamente, na caracterização da ambientação interna de uma instituição. Ou seja, são o aspecto sentimentais do ambiente onde os envolvidos de um referido departamento ou de um complexo organizacional completo, elaboram suas atividades. Sendo que este clima, não possui atributos físicos que permitam que este possa ser visível e nem palpável, mas sim sentido.

Para Siqueira (2008), clima organizacional é a forma com que os integrantes de uma determinada organização, conseguem reagir com as diversas relações trabalhistas que podem gerar impactos no ambiente organizacional. Tais como interferências na satisfação e na produtividade dos colaboradores, que são recursos primordiais para o desempenho organizacional.

Diante da temática abordada, Chiavenato (2012), alega que o gestor precisa atribuir influências no clima organizacional, utilizando suas habilidades como a liderança, administração de pessoas e também as suas competências que podem ser exemplificadas pela escolha do projeto de trabalho, pela forma de treinar e avaliar as equipes e no método para recompensar os esforços feitos pelos colaboradores organizacionais. De modo a direcionar empenhos, para que ocorra o desenvolvimento de um clima organizacional melhor.

As contribuições expostas anteriormente, evidenciam que o nível de satisfação e motivação do trabalhador, são de suma relevância para avaliar o clima organizacional de uma organização. Para que assim, se possa ter parâmetros que irão subsidiar a escolha das mudanças certas a serem feitas no ambiente empresarial. Pois dessa forma, será possível interferir no desempenho dos colaboradores, que são recursos essenciais para que a organização possa atingir de forma eficiente seus respectivos objetivos.

2.2 SATISFAÇÃO NO TRABALHO

De acordo com Siqueira (2008), a redução na frequência de faltas, o prolongamento na empresa e o ganho de desempenho interligado a produtividade, foram os identificadores utilizados nos primeiros estudos referentes a satisfação no trabalho. Pois estes aspectos, eram interpretados como fatores ligados a motivação dos funcionários.

Robbins (2010, p. 75), alega que “trabalhos interessantes que fornecem treinamento, variedade, independência e controle, satisfaz a maioria dos funcionários”. Ou seja, a proporcionalidade de satisfação do funcionário quanto ao seu emprego, está diretamente ligado na criação por parte da instituição, de mecanismos que possibilite a criação de oportunidades de desenvolvimento e crescimento na organização em que o colaborador está inserido.

2.3 RESULTADOS EFICAZES PARA A ORGANIZAÇÃO

2.3.1 MOTIVAÇÃO

A motivação é um item estratégico, pois ela é o fator que faz com que as pessoas busquem seu objetivo com mais persistência, segundo Robbins, Judge e Sobral (2010), a motivação está relacionada ao esforço do indivíduo para alcançar a sua meta.

A motivação é caracterizada por ser um processo psicológico que causa reações de direção e persistência, e tem como alvo a meta (MITCHELL, 1982). Já para Daft (1999) a mensuração sobre o quanto que o colaborador está motivado tem resultantes ligadas diretamente a produtividade da organização.

2.4 PCO (PESQUISA DO CLIMA ORGANIZACIONAL)

A pesquisa do clima organizacional, para Said (2014), é um mecanismo funcional e relevante, que permite identificar o momento propício, para impor intervenções na administração da organização. Pois, esta ferramenta possibilita a análise e compreensão dos fatos ocorridos no ambiente organizacional, que interferem no aspecto psicológico da instituição.

Dentre as diversas técnicas utilizadas na pesquisa operacional, a mais propícia para

Luz (2003), é o questionário, pois além dele poder ser no formato manual ou eletrônico, ele possibilita ser aplicado para uma enorme quantidade de colaboradores, em um tempo, que na maioria das vezes demonstra ser favorável para o aplicador. Para Luz (2003), esta ferramenta, possui outra característica que a torna mais vantajosa no momento de utilização, que é a de anonimato dos respondentes, ou seja, é a possibilidade de deixar em sigilo a autoria das pontuações feitas pelos entrevistados, de modo com que mesmo assim, possibilite expor as opiniões de interesse.

Em virtude das colaborações demonstradas acima, é possível apurar a real relevância que esta metodologia possui, para identificar não somente o nível do clima organizacional, mas também, os aspectos que interferem na atmosfera do ambiente da organização, com um teor mais exato.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Classificado como estudo exploratório e descritivo, o presente estudo de caso buscou descrever as sensações e percepções sentidas quanto ao clima organizacional de uma agência de correios, situada no município de Abaetetuba, por parte dos colaboradores pertencentes a unidade. Seu caráter exploratório deu-se devido a investigação atribuída aos questionários aplicados e pela pesquisa empírica.

Primeiramente realizou-se uma breve reunião com a gerência da organização para apresentação e aprovação da pesquisa e do instrumento a ser utilizado. Posteriormente houve a aplicação dos questionários para diferentes setores. Os questionários foram aplicados de modo individual, a cada colaborador, a partir de uma seleção realizada pela gerente, que determinou quais colaboradores iriam participar da pesquisa, sendo esta feita de modo aleatório, e de forma a contemplar todos os níveis hierárquicos da organização. Os dados obtidos foram tabulados e posteriormente analisados pela equipe. vale ressaltar que somente uma pequena amostra foi liberada por parte da gerência para participar da pesquisa.

O instrumento utilizado para a coleta de dados tomou como base o questionário aplicado por Santos et.al (2012), cuja estrutura dividiu-se em duas partes, sendo a primeira referente as informações do perfil do

entrevistado com perguntas abrangentes para a área de atuação, função, gênero, idade, tempo de atuação na área, dentre outros. E a segunda parte teve em sua composição um total de 27 questões relativas ao clima organizacional, cujo alguns dos aspectos observados foram:

- Perfil dos entrevistados;
- Vida Profissional;
- Ambiente de Trabalho;
- Remuneração;
- Treinamento e Desenvolvimento;
- Relacionamento;
- Motivação.

5. ESTUDO DE CASO

Nesta seção, será feita a caracterização da empresa, a definição do problema, bem como a tabulação dos dados coletados.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

O presente estudo foi realizado em uma agência de correios localizada na região do

Baixo Tocantins. A agência está situada no mercado local a mais de cinquenta anos, oferece serviços operacionais (envio e recebimento de mercadorias) e comerciais (área de atendimento ao público), possui um quadro de 20 funcionários que estão divididos entre as áreas.

5.2 ANÁLISE DE RESULTADOS

Através dos resultados obtidos com a pesquisa buscou-se tabular os valores encontrados com o intuito de se ter uma visão mais objetiva e de rápido compreensão dos dados.

Dos 20 funcionários que compõem atualmente o quadro de colaboradores da organização em estudo, somente 25% poderão participar da pesquisa, conforme liberação da atual gerente da unidade.

Dos participantes que responderam ao questionário pode-se inferir que mais da metade estiveram na faixa etária de 25 a 45 anos de idade, com mais de 7 anos de tempo de trabalho. Destes, a maior parcela foi do sexo masculino, atuando em setores desde o operacional ao comercial.

Tabela 1- Avaliação quanto as perguntas relacionadas a Vida Profissional.

Perguntas	Muito satisfeito	Satisfeito	Insatisfeito	Muito insatisfeito
Atividade e Tarefas		100%		
Reconhecimento		100%		

Fonte: Os autores

A Tabela 1 retrata dois quesitos relacionados a vida profissional, o primeiro deles refere-se a como os funcionários se sentem com relação as atividades que executam no ambiente de trabalho, sendo que 100% dos participantes informaram estar satisfeitos com

o que faz em seu local de trabalho. E a segunda pergunta faz relação ao nível de reconhecimento por parte das pessoas pelo trabalho realizado o qual indicou total satisfação por partes destas.

Tabela 2- Avaliação quanto as perguntas relacionadas a Ambiente de Trabalho.

Perguntas	Muito satisfatório	Satisfatório	Insatisfatório	Muito insatisfatório
Condições Físicas de Trabalho		100%		
Disponibilidade de Equipamentos		100%		
Nível da Carga de Trabalho		80%	20%	

Fonte: Os autores

Com relação ao ambiente de trabalho, disponibilidade de equipamentos de trabalho disponíveis para desempenhar as tarefas necessárias, conforme as funções do cargo, e

a quantidade de trabalho exequível, as respostas foram quase que em sua totalidade de nível satisfatório para os colaboradores.

Tabela 3 – Avaliação quanto a Remuneração

Salário	Percentual
Injusto	80%
Baixo, porém compatível	
Abaixo da Média	20%
Justo e Adequado	

Fonte: Os autores

No que desrespeito ao salário, mais da metade dos entrevistados acharam injusto o valor pago pelo trabalho executado na unidade dos correios (Tabela 3). Isso pode indicar uma possível saída do colaborador

caso encontre novas e melhores oportunidades, na qual se tenha um salário melhor ou até um mesmo salário, porém adequado as atividades desempenhadas e habilidades do profissional,

Tabela 4 - Avaliação referente ao fator Treinamento e Desenvolvimento

Perguntas	Mais do que Suficiente	Suficiente	Insuficiente	Não há
Quantidade de Treinamento		40%	60%	
Conteúdos Abordados		40%	40%	20%
Incentivo para Aperfeiçoamento		60%	40%	

Fonte: Os autores

Como mostra a Tabela 4, a maior parte dos colaboradores acha insuficiente a quantidade de treinamento que realiza, apesar de receber em sua maior parte incentivos suficientes para realizar aperfeiçoamentos com relação às atividades que executa. Talvez seja

necessário que maiores oportunidades de treinamento sejam colocadas em prática por grau de necessidade de atualização das tarefas desempenhadas e isso deva estar sendo colocado como meta nas reuniões junto aos superiores.

Tabela 5 - Avaliação quanto as perguntas relacionadas ao fator Relacionamento.

Perguntas	Excelente	Ótimo	Bom	Ruim
Relação com Outros Integrantes		100%		
Cooperação entre os Integrantes		100%		

Fonte: Os autores

Em qualquer organização, um dos pontos cruciais relaciona-se ao trabalho em equipe e o modo como os colaboradores se

relacionam. Na unidade dos correios estudada, este relacionamento foi avaliado como sendo ótimo, o que indica que ambos

mantem entre si uma boa relação com seus colegas de trabalho, fator que implica no acréscimo da produtividade e no próprio

crescimento da organização, como pode ser visto na Tabela 5.

Tabela 6 - Avaliação quanto as perguntas relacionadas ao fator Motivação.

Perguntas	Sempre	Quase Sempre	Raramente	Nunca
Você acorda pela manhã disposto e pensando nos projetos do dia.	60%	40%		
Você tem curiosidade em aprender cada vez mais a respeito de seu trabalho.	40%	60%		
Sente orgulho de dizer para seus amigos o que faz e onde trabalha	20%	60%	20%	
Tem interesse em assumir posições mais elevadas e vislumbra esta possibilidade.	20%	40%	40%	
Recebe espontaneamente reconhecimento de seus superiores pelo seu trabalho.		60%	40%	
Se precisar ficar depois do horário, fica pelo prazer de mais uma tarefa concluída.	20%	20%	60%	

Fonte: Os autores

Na Tabela 6, listam-se as respostas relacionadas ao fator motivação, o qual está intimamente relacionado ao rendimento do profissional em seu ambiente de trabalho. Dentre estes, tem-se o reconhecimento dos superiores pelo trabalho desenvolvido, cuja

maior parte dos colaboradores informou receber a devida valorização pelos serviços prestados, o que incentiva os mesmos a continuar executando suas tarefas com motivação e quem sabe buscar novos desafios dentro da organização.

Tabela 7 - Avaliação relacionada a outros fatores de Motivação.

Fatores de Motivação	Percentual
Instalações Elétricas	
Treinamento Oferecido	
Oportunidade de Crescimento	6,67%
Integração da Equipe	
Autonomia	6,67%
Estabilidade no Emprego	33,35%
Gostar do que faz	6,67%
Salário somado a benefícios	26,68%
Imagem da Empresa	6,67%
Participação nas decisões	
Ser valorizado e reconhecido	
Ser Ouvido	
Nada	13,34%
Outro	

Fonte: Os autores

Além dos fatores expostos anteriormente, a estabilidade no emprego e os benefícios aliados ao salário, mostraram-se de alta

relevância como fator motivacional dos colaboradores, como mostra a Tabela 7.

Tabela 8 - Avaliação resumo das dimensões.

Dimensão	Qualificação
Vida Profissional	Positivo
Ambiente de Trabalho	Positivo
Remuneração	Negativo
Treinamento	Negativo
Relacionamento	Positivo
Motivação	Positivo

Fonte: Os autores

Na tabela 8, foi elaborada uma avaliação resumo para as dimensões, e analisou-se que quatro dos itens avaliados são caracterizados

como positivo pelos colaboradores e apenas as dimensões Remuneração e Treinamento possuem avaliações negativas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa de clima organizacional foi realizada em uma unidade dos correios, situada na região do Baixo Tocantins, e teve como uma de suas prioridades, o envolvimento dos principais cargos e setores da agência. Tendo um percentual de participação na análise de 25% dos colaboradores ativos, de um total de 20 que estão difundidos em dois turnos de funcionamento.

A análise foi dividida por diferentes critérios avaliativos que juntos contribuem para a formação do clima organizacional. Dentre os aspectos analisados, o que teve um maior percentual de insatisfação, foi o fator remuneração, onde 80% dos funcionários disseram achar injusto o valor recebido pelas atividades desenvolvidas.

De uma forma geral, os colaboradores estão no mínimo satisfeitos com a organização, e isso pode ser evidenciado no aspecto de satisfação do trabalho, onde demonstra que apesar de haver possibilidades que possam implicar no contentamento destes com o seu posto de trabalho estes ainda possuem um nível grande de satisfação em ser um colaborador da instituição

Contudo, diante das análises feitas, pode ser indicado como trabalho futuro, uma análise com uma amostragem maior de entrevistados, para que assim, possa se ter melhores subsídios para indicar quais serão as medidas mais adequadas, para melhorar o clima organizacional desta instituição, que é de suma relevância para a comunidade.

REFERÊNCIAS

- [1]. CHIAVENATO, Idalberto. Administração geral e pública - 3. ed. – Barueri, SP: Manole, 2012.
- [2]. DAFT, Richard L. Administração. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.
- [3]. GONÇALVES, Osvaldo Luiz; CARVALHO, Alex; CAMPELO, Cláudia; GUEDES, Wagner. Gestão de recursos humanos e o comprometimento organizacional: estudo de caso na empresa de correios e telégrafo (ETC) /RJ. VII

Simpósio de Engenharia de Produção, Bauru, São Paulo, 7 a 9 de novembro,

- [4]. LACOMBE, F. J. M. Recursos humanos: princípios e tendências – São Paulo: Saraiva, 2005.
- [5]. LUZ, R. Gestão do Clima Organizacional. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2003.
- [6]. MITCHELL Terence R. Motivation: New Directions for Theory, Research, and practice.

Academy of Management Review, v.7, n. 1, Jan.1982.

[7]. NEVES, Juliana de Brito Seixas. Pesquisa de clima organizacional: uma análise qualitativa. Monografia de conclusão de curso de psicologia do UNICEUB- Centro Universitário de Brasília. Brasília/DF, 2006.

[8]. OLIVIERA, Daniele de; CARVALHO, Roberto José; ROSA, Adriano Carlos Moraes. Clima Organizacional: Fator de satisfação no trabalho e resultados eficazes na organização. IX SEGET-Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2012.

[9]. ROBBINS, S. P.; JUDGE, T. A.; SOBRAL, F. Comportamento Organizacional: teorias e práticas no contexto brasileiro. 14ª. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

[10]. SANTOS, Bruno Samways; WILTENBURG, Thais Distefano; COLMENERO, João Carlos; SOARES, André Luiz. Pesquisa de clima organizacional: um estudo com os colaboradores de um hospital universitário. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção-

Desenvolvimento sustentável e desenvolvimento social: As contribuições da engenharia de produção, Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de outubro de 2012.

[11]. SANTOS, Wendel Roberto Martel; MONTERROZO, Brendon Machado; PEREIRA, Yane da Silva; SANTOS, Ygor Kauko Waldez Costa dos. Avaliação do clima organizacional percebido pela classe técnico administrativa de uma instituição de ensino superior pública. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção-Perspectivas globais para a engenharia de produção, Fortaleza, Ceará, Brasil, 13 a 16 de outubro, 2015.

[12]. SAID, Guilherme. Como está o clima por aí? Disponível em <<http://www.saidconsultoria.com.br/site/index.php?menu=artigos&id=13>>. Acesso em: 24/06/2017 às 15:20.

[13]. SIQUEIRA, M. M. M. Medidas do comportamento organizacional: ferramentas de diagnóstico e de gestão. Porto Alegre: Artmed, 2008.

Capítulo 20

QUALIDADE EM SERVIÇOS DE BELEZA: ABORDAGEM QUANTITATIVA A PARTIR DA PERCEPÇÃO DE ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS

Michele Stempkoski

Rodrigo Marques de Almeida Guerra

Susana Elisabeth Neumann

Maria Emilia Camargo

Resumo: O setor de serviços está crescendo constantemente e vem se mostrando cada vez mais importante para a economia de uma nação. Com o desenvolvimento do setor e a concorrência acirrada, atualmente a qualidade torna-se um fator primordial para a competitividade entre as empresas prestadoras de serviços. O objetivo do presente trabalho é mensurar a percepção dos clientes, em relação à qualidade dos serviços prestados por centros de beleza, por meio do instrumento *servqual* adaptado. Para tanto, realizou-se uma pesquisa *survey* com 202 estudantes universitários. Os dados coletados foram tratados no software estatístico IBM® SPSS®. Na análise dos resultados empregou-se a estatística descritiva, a análise fatorial exploratória e a regressão linear múltipla. Os resultados revelaram que na percepção dos clientes, as dimensões confiabilidade e empatia foram positivas e significantes. Destarte, enfatiza-se que o capital humano exerce extrema importância para que o serviço em centros de beleza seja realizado com qualidade.

Palavras-chave: Qualidade. Satisfação. Serviços de beleza. *Servqual*.

1 INTRODUÇÃO

O setor de serviços está crescendo de modo acelerado e contínuo, e para a área da beleza não é diferente. Nesta perspectiva, é importante que as organizações realizem a mensuração da qualidade dos seus serviços para que possam criar estratégias e diferenciais competitivos, com o intuito de melhorar a qualidade dos serviços prestados, satisfazer as necessidades dos clientes e obter um lucro maior.

Nesse sentido, o presente estudo coopera com as pesquisas realizadas no setor de serviços, envolvendo a área de serviços de beleza, na qual existem poucos estudos específicos referente a qualidade dos serviços prestados. Por isso, o assunto é relevante para os profissionais desse segmento, que poderão analisar a percepção dos clientes e criar táticas para melhorar essa avaliação dos serviços.

O setor de serviços é um dos que mais contribui para desenvolvimento da economia (MAIA, 2013; LAS CASAS, 2013), permitindo um crescimento do PIB, geração de emprego, renda e oportunidades de novos negócios (TORRES, 2011). De forma semelhante, a área da beleza é um segmento da área de serviços que tem demonstrado grande destaque para a economia (BUOSI; GIRALDI; DE OLIVEIRA, 2013).

Neste contexto, a qualidade dos serviços se tornou relevante no final do Século XX, por meio da informatização e o avanço da tecnologia, contribuindo para o aumento da competitividade das organizações (MELO, 2016). Ainda, a qualidade na prestação de serviço é fundamental para o êxito de qualquer negócio (GALVÃO; CRUZ; FAUCÃO, 2014; STEFANO, 2015).

Diante do exposto acima, o objetivo geral deste estudo é mensurar a percepção dos clientes, em relação à qualidade dos serviços prestados por centros de beleza, por meio do instrumento Servqual adaptado. Para tanto, foi necessário desenvolver a seguinte questão norteadora: *De que forma pode-se perceber a qualidade da prestação de serviços de centros de beleza sob a ótica dos clientes?*

Portanto, referente à estrutura do artigo, parte-se do referencial teórico em que são abordados os temas qualidade em serviços, dimensões que influenciam a percepção da qualidade em serviços, mensuração da qualidade em serviços e qualidade em

serviços de beleza. Na terceira seção é apresentado o método de pesquisa, com a indicação das técnicas de coleta e a análise dos dados. Na quarta seção são descritas a análise e a interpretação dos resultados da pesquisa. E por fim, a quinta seção apresenta as considerações finais da pesquisa frente ao objetivo proposto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 QUALIDADE EM SERVIÇOS

O conceito de qualidade em serviços é difícil de ser definido (COBRA, 2001; HOFFMAN et al., 2009). Las Casas (2012) salienta que a qualidade em serviços está ligada à satisfação do cliente. Outrossim, a qualidade mantém consumidores satisfeitos quando o serviço é prestado com excelência (ZEITHAML; PARASURAMAN; BERRY, 2014). Isso pode contribuir para o retorno do cliente, inclusive com indicações para outras pessoas (LAS CASAS, 2012; ZEITHAML; PARASURAMAN; BERRY, 2014).

Sob outra perspectiva, Las Casas (2012) cita que a qualidade em serviços está ligada à satisfação, porque um cliente satisfeito com o serviço prestado estará percebendo esse serviço como de qualidade, podendo ocorrer a satisfação devido a solução de um problema, o atendimento de uma necessidade ou expectativa. Por isso, o autor afirma que os serviços devem ser cuidadosamente planejados e oferecidos com qualidade, para que os clientes fiquem satisfeitos, voltem a comprar e façam indicações. Assim, é possível estabelecer a distinção entre os serviços prestados pelas empresas por meio da qualidade do serviço (COBRA, 2001), sendo esta considerada como conceito-chave para o sucesso de uma empresa prestadora de serviços.

2.2 DIMENSÕES QUE INFLUENCIAM A PERCEPÇÃO DA QUALIDADE EM SERVIÇOS

Conforme Zeithaml, Bitner e Gremler (2014, p. 87) “os clientes não percebem a qualidade de modo unidimensional; ao contrário, eles julgam a qualidade com base em fatores diversos, relevantes ao contexto”. Então, o conhecimento da percepção do cliente, direcionará a empresa a “atuar de forma dirigida, econômica e eficaz, na busca de excelência de serviços” (GONDIM, 2005, p.

11) visando satisfazer as necessidades dos consumidores (PINTO, 2015).

De acordo com Grönross (2009), os pesquisadores Berry, Parasuraman e Zeithaml iniciaram seus estudos na década de 1980 sobre os determinantes da qualidade em serviços e indicaram as dez dimensões da qualidade. Posteriormente, esses pesquisadores realizaram novos estudos e as dez dimensões da qualidade foram reduzidas para cinco dimensões: elementos tangíveis; confiabilidade; responsividade; segurança e empatia.

Os elementos tangíveis dizem respeito à aparência das instalações físicas, dos equipamentos utilizados, dos materiais de comunicação e do quadro de pessoal que realiza o atendimento (GRÖNROSS, 2009; RAZZOLINI FILHO, 2012; FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2014; ZEITHAML; BITNER; GREMLER, 2014).

A confiabilidade refere-se à capacidade de prestar o serviço prometido de maneira confiável e correto (LAS CASAS, 2012; RAZZOLINI FILHO, 2012; FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2014; ZEITHAML; BITNER; GREMLER, 2014). Aliado a isso, a responsividade é a capacidade dos profissionais em prestar o serviço com disposição ou prontidão (CHURCHILL; PETER, 2012). Em outras palavras, é o desejo de ajudar os clientes e ofertar um serviço imediato (ZEITHAML; BITNER; GREMLER, 2014).

A segurança está relacionada a cortesia e ao conhecimento dos funcionários e a sua capacidade de inspirar confiança, segurança e certeza no cliente (GRÖNROSS, 2009; RAZZOLINI FILHO, 2012; ZEITHAML; BITNER; GREMLER, 2014). E, por fim, a empatia é compreendida como a habilidade dos funcionários em demonstrar interesse pelos clientes e dispor atenção personalizada aos mesmos (RAZZOLINI FILHO, 2012). Em complemento, Fitzsimmons e Fitzsimmons (2014) citam que a empatia inclui a sensibilidade, a acessibilidade e o esforço para compreender as necessidades dos usuários.

Desse modo, os clientes utilizam essas cinco dimensões para realizar avaliações sobre a qualidade dos serviços, baseando-se na comparação entre o serviço esperado e o percebido (FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2014). No entanto, a confiabilidade é indicada

como a dimensão mais importante na avaliação da qualidade na percepção dos clientes (LOVELOCK; WRIGHT, 2001; ZEITHAML; BITNER; GREMLER, 2014; FERREIRA, 2016).

Portanto, “a confiabilidade torna-se um elemento chave nas operações dos serviços” (KOROCOSKI; FERREIRA; ATAMANCZUK, 2016, p. 226), uma vez que é possível verificar se o serviço entregue estava de acordo com o serviço prometido, por meio da confiabilidade (LOVELOCK; WRIGHT, 2001; FERREIRA, 2016). Ao passo que, as outras quatro dimensões fazem parte do processo e são julgadas pelos clientes durante a realização do serviço (LOVELOCK; WRIGHT, 2001). Assim, as organizações têm a oportunidade de encantar seus clientes enquanto eles realizam as interações com os profissionais e o ambiente.

2.3 MENSURAÇÃO DA QUALIDADE EM SERVIÇOS

A mensuração da qualidade em serviços é imprescindível (SOUZA et al., 2016). Razzolini Filho (2012, p. 119) cita que assim como “todo e qualquer subsistema, processo ou atividade organizacional, também a qualidade deve ser avaliada, uma vez que não obtemos a melhoria sem avaliações”.

Berry, Parasuraman e Zeithaml (2014) iniciaram uma fase de pesquisa quantitativa com o intuito de desenvolver um instrumento para mensurar a percepção dos clientes em relação a qualidade dos serviços. Nessa situação, desenvolveram uma escala de múltiplos itens denominada *Service Quality Gap Analysis* (Servqual), para avaliar as cinco dimensões da qualidade em serviços (KOTLER; KELLER, 2012; FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2014).

Dessa forma, a ferramenta Servqual é composta de duas partes, cada uma com 22 afirmações, sendo que a primeira registra as expectativas do clientes em relação às empresas de um segmento de serviço e a segunda mede as percepções dos clientes em relação a uma determinada empresa daquele segmento (HOFFMAN et al., 2009; TORRES, 2011). As afirmações são acompanhadas de uma escala de 7 pontos, variando de “1=discordância total” a “7=concordância total” (ZEITHAML; PARASURAMAN; BERRY, 2014).

A partir da escala Servqual é possível detectar e avaliar as divergências presentes na qualidades dos serviços, orientando às organizações a potencializar a qualidade dos serviços e a satisfação dos consumidores (MILAN et al., 2014). Desse modo, a ferramenta Servqual é replicada em diferentes setores de serviços (HUDSON; HUDSON; MILLER, 2013) e é um dos modelos mais utilizados para avaliar a qualidade percebida pelo cliente (MEDEIROS Jr., 2012).

Entretanto, ainda existem pesquisadores que se opõem ao instrumento, ou seja, não há consenso entre os mesmos. Contudo, o instrumento Servqual continua sendo muito utilizado para avaliar a qualidade dos serviços, visto que, desde o início os seus criadores alegam que a ferramenta é um ponto de partida útil para mensurar a qualidade, jamais uma resposta final (HOFFMAN et al., 2009). Em suma, mensurar a qualidade dos serviços permite ao empreendedor e ao empresário detectar melhorias e verificar o quão satisfeitos estão os seus clientes, desse modo, a Servqual se constitui em uma ótima ferramenta para essa avaliação.

2.4 QUALIDADE EM SERVIÇOS DE BELEZA

Para os empresários e profissionais de beleza, a avaliação da qualidade é uma importante ferramenta de diagnóstico de possíveis problemas, como o abandono da clientela e a redução da lucratividade (COSTA, 2015). Por isso, avaliar o desempenho dos serviços constantemente é um fator indispensável (LYRA, 2009), para não correr o risco de perder a competitividade e a fatia do mercado (BERLEZZI; ZILBER, 2011).

Destarte, as empresas de beleza que procuram satisfazer as necessidades de seus clientes, dirigindo os seus recursos e esforços em direção a essas necessidades, sairão lucrando, visto que, o elevado padrão de qualidade, atendimento e satisfação do consumidor são a essência do sucesso e a lucratividade de qualquer empresa prestadora de serviços (COELHO; BOTINI; VALENÇA, 2005).

Em síntese, a qualidade nos serviços prestados por uma empresa é indispensável para existência e permanência da mesma no mercado. Neste contexto, é importante mensurar a qualidade dos serviços para identificar os pontos positivos e negativos da

organização na percepção dos clientes, com a finalidade de melhorar o nível de qualidade da prestação de serviço.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Neste estudo optou-se pela abordagem de pesquisa quantitativa, em nível descritivo, de caráter exploratório, tendo sido aplicado o instrumento de coleta de dados por meio de uma pesquisa survey. Em vista disso, este trabalho estuda a área da qualidade nos serviços, tendo por base um tipo específico de serviço e público: os serviços de beleza e os estudantes de uma Instituição de Ensino Superior (IES) localizada em Farroupilha/RS, por isto, será utilizado o método de amostragem não probabilística.

No cálculo amostral foram utilizados os preceitos de Hair Jr. et al. (2009), os quais sugerem que para cada questão pertencente ao instrumento de pesquisa deve-se coletar, no mínimo, cinco respostas válidas. O presente trabalho obteve uma amostra mínima de 180 respondentes, obtendo-se 202 questionários válidos, número suficiente para atingir a amostra aceitável conforme pressupostos de Malhotra (2012).

Na elaboração desse instrumento de coleta de dados foi utilizado como base o instrumento de dados quantitativos do estudo de Christo (2001). Um dos fatores para a escolha desse questionário foi pelo fato do instrumento já ter sido validado em estudos anteriores, segundo preceitos de Christo (2001).

O questionário adotado foi alicerçado no instrumento Servqual adaptado, conforme o estudo anterior de Christo (2001), o qual apresenta 22 afirmações destinadas a mensurar a percepção dos consumidores sobre a qualidade nos serviços, por meio de uma escala tipo Likert de 5 pontos, a saber: 1- muito pior que o esperado, 2-pior que o esperado, 3-igual ao esperado, 4-melhor que o esperado, e 5-muito melhor que o esperado. O uso desse tipo de escala proporciona a economia de tempo e a colaboração dos respondentes ao preencher o questionário.

O instrumento de coleta de dados quantitativos apresentou 36 questões sendo: seis de caráter geral (gênero, idade, estado civil, renda mensal, campus e curso), oito de caráter específico e vinte e duas questões sobre as seguintes variáveis: **tangibilidade**

(TANG1, TANG2, TANG3 e TANG4), **confiabilidade** (CONF5, CONF6, CONF7, CONF8, e CONF9), **responsividade** (RESP10, RESP11, RESP12 e RESP13), **segurança** (SEGU14, SEGU15, SEGU16 e SEGU17) e **empatia** (EMPA18, EMPA19, EMPA20, EMPA21 e EMPA22).

Após formular o instrumento de coleta de dados é relevante realizar um pré-teste (VERGARA, 2016). Desse modo, o pré-teste corresponde ao “teste do questionário em uma pequena amostra de entrevistados, com o objetivo de identificar e eliminar problemas potenciais” (MALHOTRA, 2012, p. 256). O pré-teste deste estudo foi realizado com 63 acadêmicos e não apresentou necessidade de ajuste.

Diante do exposto, optou-se em realizar a coleta de dados por intermédio de um questionário impresso, o qual foi entregue pessoalmente a 246 estudantes de uma IES. E para a análise de dados deste trabalho, optou-se pela realização das seguintes técnicas: estatística descritiva, análise fatorial exploratória e regressão linear múltipla. Para efeito desse trabalho, fez-se uso do *software* estatístico IBM® SPSS® (*Statistical Package for Social Science*) versão 20.0 para Windows.

Primeiramente, analisou-se os dados das questões gerais por meio da estatística descritiva e as questões específicas por meio da análise fatorial exploratória. Posteriormente, aplicou-se a regressão linear múltipla para as variáveis TANG, CONF, RESP, SEGU e EMPA (sendo que, a TANG foi utilizada como variável dependente). Por intermédio da regressão linear múltipla foi possível analisar o coeficiente de determinação (R^2), a significância do modelo (p -valor), a colinearidade (tolerância e VIF), a estatística de Durbin-Watson, e a Correlação de Pearson.

4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Dos 246 estudantes participantes da pesquisa, apenas 202 responderam corretamente os questionários (taxa de resposta de 82,11%). Após a coleta, os dados foram inseridos e tabulados no *software* estatístico IBM® SPSS® versão 20.0 para Windows, tendo sido analisados por meio da estatística descritiva, análise fatorial exploratória e regressão linear múltipla.

Os principais resultados da estatística descritiva foram os seguintes: dos 202 respondentes, 59,4% são do gênero feminino e 40,6% do gênero masculino; a maioria dos estudantes participantes da pesquisa encontram-se na faixa etária de 17 a 23 anos (100 alunos) e de 24 a 29 anos (67 alunos), representando 82,7% do total da amostra investigada. Observa-se que 78,2% dos respondentes da amostra são solteiros, 19,8% são casados ou em união estável e 2% são separados. Com relação a renda mensal, 43,6% têm renda entre R\$ 937,01 a R\$ 1.874,00; e 27,7% entre R\$ 1.874,01 a R\$ 2.811,00.

A análise fatorial exploratória apresentou os seguintes resultados: alfa de cronbach de 0,926 para os 22 itens; KMO igual a 0,914, com nível de significância igual a zero para o teste de Esfericidade de Bartlett (o que sugere forte correlação entre os itens); a variância total explicada indica poder de explicação de 59,988% da variância total (agrupadas em quatro itens); e, apenas os itens TANG3 (0,490), TANG4 (0,474) e EMPA2 (0,498) apresentaram comunalidade abaixo de 0,499.

Na análise da regressão linear múltipla optou-se pelo método de regressão *stepwise*. O procedimento *stepwise* é usado para avaliar a significância estatística dos parâmetros de certas variáveis independentes, por meio da inclusão gradativa das variáveis que se mostrarem significantes a determinado nível de confiança (FÁVERO et al., 2009). Portanto, as variáveis que não apresentam uma capacidade de explicação significativa são excluídas da pesquisa, visando melhoria da significância do modelo (PESTANA; GAGEIRO, 2005).

Os coeficientes de determinação (R^2), para os dois modelos propostos, variam entre 0,311 a 0,329, ou seja, explicam 31,10% a 32,90% a partir da variável preditora. O teste Durbin-Watson é utilizado para a detecção de autocorrelações de resíduos (FÁVERO et al., 2009). Assim é possível identificar que o resultado da estatística de Durbin-Watson foi de 2,160, demonstrando a presença de autocorrelação considerada satisfatória.

Dessa forma, os resultados obtidos com a análise de regressão linear múltipla pelo método *stepwise* permitem observar o efeito das cinco dimensões da qualidade nos serviços de beleza. Os resultados da análise de regressão indicaram dois modelos,

conforme ilustrado na Figura 1, os quais podem ser considerados satisfatórios, visto que, as variáveis sugerem significância para ambos os modelos.

De acordo com a Figura 1, o primeiro modelo apresenta sig. = 0,000 para a variável CONF. De forma semelhante, o segundo modelo apresenta sig. = 0,000 para a variável CONF e sig. = 0,024 para a variável EMPA. Os erros para os coeficientes não “*standardized*” são considerados “bons”, uma vez que apresentaram valores baixos (entre 0,037 a 0,044).

O Fator de Inflação da Variância (VIF) é um importante índice para avaliar a multicolinearidade do modelo. Portanto,

sugere-se a obtenção de valores abaixo de 5 para reduzida colinearidade (FÁVERO et al., 2009, p. 359). Já a Tolerância diz respeito a dimensão da variação de uma variável explicativa que não depende das demais variáveis explicativas (FÁVERO et al., 2009). Para esse elemento recomenda-se que os valores obtidos sejam superiores a 0,20 (FIELD, 2009).

Diante do exposto e baseando-se nas informações contidas na Figura 1, percebe-se que não há problemas de multicolinearidade, tendo em vista que a estatística VIF apresentou valor de 1,454 (inferior a 5) e a Tolerância apresentou valor de 0,688 (superior a 0,20).

Figura 1 - Valores dos coeficientes, significância e colinearidade

	Modelo	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados		Estatísticas de colinearidade		
		B	Erro padrão	Beta	t	Sig.	Tolerância	VIF
1	(Constante)	8,337	0,617		13,516	0,000		
	CONF_Total	0,352	0,037	0,558	9,512	0,000	1,000	1,000
2	(Constante)	7,615	0,688		11,068	0,000		
	CONF_Total	0,296	0,044	0,469	6,701	0,000	0,688	1,454
	EMPA_Total	0,092	0,041	0,159	2,274	0,024	0,688	1,454

a. Variável dependente: TANG_Total

Fonte: base de dados da pesquisa (2017)

A exclusão das variáveis não significantes para o modelo a partir da regressão linear múltipla é: modelo 1 (variáveis SEGU_Total com sig. = 0,245; EMPA com sig. = 0,024; e RESP com sig. = 0,033) e modelo 2 (SEGU_Total com sig. = 0,757; e RESP com sig. = 0,230). Essa exclusão foi realizada pelo próprio *software* estatístico IBM® SPSS®, uma vez que o método escolhido para a realização da regressão linear múltipla foi o *stepwise*.

A correlação estima numericamente o nível de associação entre duas ou mais variáveis (BRUNI, 2012), sendo considerada a base para estabelecer todas as relações de regressão (HAIR Jr. et al., 2009). A Correlação de Pearson indica os valores que variaram entre 0,358 a 0,737, para um nível de significância p-valor < 0,001.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo teve como objetivo geral mensurar a percepção dos clientes, em relação à qualidade dos serviços prestados por centros de beleza, por meio do instrumento Servqual adaptado. Para tanto, foi necessário desenvolver o seguinte problema de pesquisa: *De que forma pode-se perceber a qualidade da prestação de serviços de centros de beleza sob a ótica dos clientes?*

Em conformidade com os resultados obtidos na pesquisa, a percepção dos clientes sobre a qualidade dos serviços de beleza está diretamente relacionada às dimensões confiabilidade e empatia. Apesar do instrumento Servqual apresentar cinco dimensões (tangibilidade, confiabilidade, responsividade, segurança e empatia), para efeito dessa pesquisa, foi possível identificar que apenas as duas dimensões

confiabilidade e empatia apresentaram resultados significativos em relação ao modelo proposto, conforme Figura 1.

Dessa forma, foi possível observar que, via de regra, a qualidade dos serviços prestados pelos centros de beleza foi bem conceituada pelos clientes, os quais demonstraram um bom grau de percepção da qualidade sobre os serviços recebidos. E a não significância das outras dimensões não interfere na qualidade percebida pelos clientes, uma vez que não está diretamente relacionada.

Entende-se então que a confiabilidade e a empatia influenciam a percepção da qualidade nos serviços ofertados nos centros de beleza. Assim, como implicação gerencial,

sugere-se que a confiabilidade e a empatia devem ser requisitos essenciais das empresas de serviços de beleza.

Portanto, constatou-se que os profissionais dos centros de beleza desempenham um papel essencial na qualidade percebida pelo cliente, sendo fundamental que as empresas prestadoras de serviços invistam no capital humano para realizarem um serviço com boa qualidade. Em vista disso, os colaboradores devem ser treinados e capacitados para melhor atender o consumidor, o que irá propiciar impressões positivas da empresa, recomendações para outras pessoas e maiores chances de elevação da lucratividade.

REFERÊNCIAS

- [1]. BERLEZZI, F. L. C.; ZILBER, M. A. Aplicação do modelo Servqual em restaurantes fast food de São Paulo: um estudo da qualidade de serviços. *Revista da Micro e Pequena Empresa*, v. 5, n. 2, p. 3-20, 2011.
- [2]. BRUNI, A. L. SPSS guia prático para pesquisadores. São Paulo: Atlas, 2012.
- [3]. BUOSI, J. C.; GIRALDI, J. M. E.; DE OLIVEIRA, M. M. B. A influência das dimensões da qualidade na satisfação dos consumidores de serviços de beleza. *Produto & Produção*, v. 14, n. 1, p. p. 128-148, 2013.
- [4]. CHRISTO, A. R. Qualidade percebida nos serviços de atendimento bancários em agências do banco do estado do Espírito Santo (Banestes S/A) da Grande Vitória - ES. 2001. 140 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.
- [5]. CHURCHILL, G. A.; PETER, J. P. Marketing: criando valor para os clientes. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2012.
- [6]. COBRA, M. Estratégias de marketing de serviços. 2. ed. São Paulo: Cobra, 2001.
- [7]. COELHO, C. U. F.; BOTINI, J.; VALENÇA, M. T. Salão de beleza: estrutura e funcionamento. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2005.
- [8]. COSTA, A. L. J. Boas práticas em serviços de beleza. Porto Alegre: Artmed, 2015.
- [9]. FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P.; SILVA, F. L. da; CHAN, B. L. Análise de Dados: modelagem multivariada para tomada de decisões. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- [10]. FERREIRA, J. B. Avaliação da qualidade de serviços em uma Instituição Privada de Ensino Superior do Alto Paranaíba/MG. 2016. 133 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Organizacional) – Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2016.
- [11]. FIELD, A. Descobrimos a estatística usando o SPSS. Tradução de Lorí Viali. 2. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2009.
- [12]. FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. Administração de serviços: operações, estratégia e tecnologia da informação. Tradução: Scientific Linguagem Ltda. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.
- [13]. GALVÃO, A. P.; CRUZ, F. N.; FAUCÃO, J. A. Satisfação dos clientes quanto à qualidade dos serviços do Terminal Rodoviário de Natal (RN). *Turismo em Análise*, v. 25, n. 1, p. 185-202, 2014.
- [14]. GONDIM, C. N. C. Análise da expectativa e percepção da qualidade de serviços administrativos em uma Instituição de Ensino Superior. 2005. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- [15]. GRÖNROSS, C. Marketing: gerenciamento e serviços. Tradução de Arlete Simille e Cláudia Mello Belhassof. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- [16]. HAIR, Jr. J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. Análise multivariada de dados. Bookman, 2009.
- [17]. HOFFMAN, K. D.; BATESON, J. E. G.; IKEDA, A. A.; CAMPOMAR, M. C. Princípios de marketing de serviços: conceitos, estratégias, casos. 3. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.
- [18]. HUDSON, S.; HUDSON, P.; MILLER, G. A. The measurement of service quality in the tour operating sector: a methodological comparison. *Journal of Travel Research*, 23 set. 2013.
- [19]. KOROCOSKI, S. R.; FERREIRA, P. L.; ATAMANCZUK, M. J. A Qualidade Percebida por

Consumidores de Serviços de Reparação Automotiva: uma aplicação do Modelo Servqual. *Revista Organizações em Contexto*, v. 12, n. 23, p. 221-240, jan./jun. 2016.

[20]. KOTLER, P.; KELLER, K. L. *Administração de marketing*. Tradução de Sônia Midori Yamamoto. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.

[21]. LAS CASAS, A. L. *Administração de marketing: conceitos, planejamento e aplicações à realidade brasileira*. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

[22]. _____. *Marketing de serviços*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

[23]. LOVELOCK, C. H.; WRIGHT, L. *Serviços: marketing e gestão*. Tradução de Cid Knipel Moreira. São Paulo: Saraiva, 2001.

[24]. LYRA, L. C. R. P. *Proposta de um modelo para a avaliação da qualidade em serviços farmacêuticos*. 2009. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2009.

[25]. MAIA, M. C. S. *Uma abordagem para avaliação da satisfação dos clientes em empresas de serviços de saúde: aplicação da integração dos modelos SERVQUAL, KANO e QFD*. 2013. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

[26]. MALHOTRA, N. K. *Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada*. Tradução de Leme Belon Ribeiro e Monica Stefani. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

[27]. MEDEIROS JUNIOR, N. M. R. *Qualidade em serviço: um estudo da qualidade dos serviços de ensino ao longo de um curso de administração de uma IES de Natal*. 2012. 148 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Potiguar, Natal, 2012.

[28]. MELO, F. J. C. *Uma abordagem quantitativa para a avaliação da qualidade em serviços*. 2016. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

[29]. MILAN, G. S.; SILVA, M. B. C.; TONI, D.; LARENTIS, F. *Adaptação da Escala Servqual para avaliação da qualidade dos serviços na construção de edificações multifamiliares*. *Revista de Administração da Unimep*, v. 12, n. 2, p. 136-158, 2014.

[30]. PESTANA, M. H.; GAGEIRO, J. N. *Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS*. 4. ed. Lisboa, Portugal: Sílabo, 2005.

[31]. PINTO, R. C. *Excelência em serviços: o valor percebido pelo cliente*. *Revista de Ciências Gerenciais*, v. 10, n. 12, p. 58-72, 2015.

[32]. RAZZOLINI FILHO, E. *Gerência de serviços para a gestão comercial: um enfoque prático*. Curitiba: Inter Saberes, 2012.

[33]. SOUZA, F. M. et al. *Quality in Services: An Analysis of the Quality of Services Offered by a Supermarket*. *Revista Espacios*, v. 37, n. 1, p. 17, jan. 2016.

[34]. STEFANO, N. M. *Abordagem da percepção da qualidade: na visão de clientes interno e externo em organização de serviço*. *Revista de Ciências Gerenciais*, v. 14, n. 19, p. 75-87, 2015.

[35]. TORRES, R. D. *A qualidade dos serviços prestados por uma instituição de ensino superior federal na visão dos vestibulandos e acadêmicos*. 2011. 92 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Fundação Pedro Leopoldo, Pedro Leopoldo, 2011.

[36]. VERGARA, S. C. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. 16. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

[37]. ZEITHAML, V. A.; BITNER, M. J.; GREMLER, D. D. *Marketing de serviços: a empresa com foco no cliente*. Tradução: Felix Nonnenmacher. 6. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

[38]. ZEITHAML, V. E.; PARASURAMAN, A.; BERRY, L. L. *A excelência em serviços*. Tradução de Cecília Bartaloti. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

Autares

AMANDA LOIOLA DE CARVALHO

Possui graduação em Administração em Agronegócios pela Universidade do Estado de Mato Grosso (2012). Pós-graduada em Gestão de Pessoas por Competências e Coaching. Mestrado em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola pela Universidade do Estado de Mato Grosso. Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Administração. Professora de Administração do Instituto Federal de Mato Grosso - IFMT.

ANDREZA NEGRAO MELO

Graduada em Engenharia Industrial pela Universidade Federal do Pará, campus Abaetetuba. Possui experiência nas áreas de qualidade, gestão ambiental, segurança do trabalho e gerenciamento de projetos.

ARTHUR ROCHA AQUINO

Graduando em Engenharia Industrial pela Universidade Federal do Pará, campus de Abaetetuba. Possui experiência em sistemas de produção sob encomenda e gestão de pessoas.

CARLOS BAZILIO

Possui Bacharelado em Computação pela Universidade Federal Fluminense (1997), Mestrado (2000) e Doutorado (2006) em Informática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal Fluminense (lotado no PURO - Pólo Universitário de Rio das Ostras) e professor bolsista do curso de Tecnólogo em Computação do Cecierj/CEDERJ (Consórcio de Universidades Públicas do Estado do Rio de Janeiro para o Ensino à Distância). Atua nos cursos de Graduação da UFF, do CEDERJ e no curso de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção e Sistemas Computacionais. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Linguagens de Programação, Sistemas Paralelos e Distribuídos, Programação Web, Especificação e Verificação Formais.

CLEBER BISOGNIN

Possui graduação em Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade Federal de Santa Maria (1999). Possui Mestrado (2003) e Doutorado (2007) em Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tem experiência na área de Probabilidade e Estatística, com ênfase em Séries Temporais, atuando principalmente nos seguintes temas: estimação clássica, estimação robusta, séries temporais, longa dependência e estatística matemática.

DALESSANDRO SOARES VIANNA

Graduado em Ciência da Computação pela Universidade Federal Fluminense (1996), mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Federal Fluminense (1999) e doutor em Informática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (2004). Atualmente atua como: vice-diretor do Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT/UFF); vice-coordenador do Programa de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas Computacionais (MESC); professor adjunto da Universidade Federal Fluminense (ICT/UFF); professor colaborador da Universidade Candido Mendes - UCAM-Campos; orientador de dissertações do Programa de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas Computacionais do ICT-UFF e do Programa

de Mestrado em Pesquisa Operacional e Inteligência Computacional da UCAM-Campos; referee dos Periódicos Enterprise Information Systems, Brazilian Journal of Operations & Production Management, Journal of the Brazilian Computer Society, Revista Gestão & Produção, Revista Produção, Revista Produção Online, Revista Sistemas & Gestão, Revista Gestão Industrial, Cadernos do IME - Série Estatística, Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento, dentre outros; e consultor Ad Hoc do CNPq e da FAPERJ. Em 2007 recebeu o prêmio "Jovem Cientista do Estado do Rio de Janeiro"; concedido pela FAPERJ. Em 2016 recebeu o prêmio de Excelência em Docência da UFF. Tem experiência nas áreas de Ciência da Computação e Engenharia de Produção, tendo como principais temas de pesquisa: metaheurística; inteligência computacional; programação paralela; programação matemática; otimização combinatória multiobjetivo; e pesquisa operacional.

DANIEL AUGUSTO FERRARI

Doutorando do Programa de Pós Graduação em Desenho Industrial FAAC-UNESP - Bauru – linha de pesquisa em Ergonomia. Mestrado em Desenho Industrial pela FAAC- UNESP Bauru (2014) linha de pesquisa - Ergonomia; Graduado em Desenho Industrial pela Universidade de Franca (2003). Tem experiência na área do Design Industrial, com ênfase em: Ergonomia e Usabilidade, Segurança no Trabalho, Projeto de Produtos, Desenho Técnico, Desenho a mão livre, Simulações em softwares CAD (2D - 3D), DMP (Digital Manufacturing Process), Maquetaria e Prototipagem.

DANIELA DA GAMA E SILVA VOLPE MOREIRA DE MORAES

Professora do Instituto Federal do Espírito Santo na área de Gestão da Produção. Possui graduação em Administração Pública pela UNESP (2008), mestrado em Engenharia de Produção pela UFSCAR (2011) e, atualmente, é doutoranda do mesmo programa na linha de pesquisa de Gestão da Tecnologia e Inovação. Foi pesquisadora do Programa Ambientronic - Produtos Eletroeletrônicos Ambientalmente Corretos- no Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI), dedicando-se a temas relacionados à gestão de resíduos eletroeletrônicos. Participa de atividades de normalização ambiental para produtos e sistemas elétricos e eletrônicos na comissão de estudos CE 03:111 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e no TC 111 da International Electrotechnical Commission (IEC).

DENYANE DA SILVA PANTOJA

Graduada em Engenharia Industrial pela Universidade Federal do Pará, campus Abaetetuba. Técnica em Eletromecânica pelo SENAI. Possui experiência nas áreas de reaproveitamento de resíduos industriais para a síntese de novos produtos, gestão de pessoas e engenharia de projetos.

EDWIN BENITO MITACC MEZA

Graduado em Engenharia Industrial pela Universidade de Lima-Perú (1997), M. Sc. em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Fluminense (2000), M. Sc. em Computação Aplicada e Automação pela Universidade Federal Fluminense (2001) e D. Sc. em Ciências da Computação pela Universidade Federal Fluminense (2006). Atualmente é professor Associado I da Universidade Federal Fluminense no Instituto de Ciência e Tecnologia. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Sistemas Elétricos de Potência, atuando principalmente nos seguintes temas: Sistemas de distribuição e transmissão de energia elétrica, redes neurais artificiais, sistemas de inferência nebulosa e otimização. Também tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em

Pesquisa Operacional, atuando principalmente nos seguintes temas: Gestão da Produção, Otimização Combinatória e Inteligência Computacional.

ERIC DAVID COHEN

Professor Doutor (Mercadologia) pela EAESP-FGV e Pós Doutor pela Universidade Mackenzie na área de Administração/ Métodos Quantitativos. Professor dos cursos de graduação e pós graduação em Administração de Empresas da Faculdade de Ciências Aplicadas da Unicamp, nas áreas de Estudos de Mercado, Estratégia Empresarial, Marketing Internacional e Marketing no setor público. Anteriormente, ocupou cargos de direção em empresas multinacionais como American Express, Citibank/Credicard, Zurich, Banco Carrefour, Itaú/Unibanco, Philips e Graham Bell (Nigeria) Ltd.

EVERTON SOARES COSTA DOS SANTOS

Profissional graduado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Fluminense (2016), mestrando Engenharia Elétrica com foco em Controle e Automação (2017). Além disso, possui certificado GreenBelt pela R&L Associados (2014), certificado em simulação computacional intermediário pela FlexSim Brasil e é auditor interno ISO 9001 pela empresa Baker Hughes. Atualmente é Analista de Lean Six Sigma responsável pela análise de capacidade dos processos de produção puxada das Lojas Renner S.A. Tem experiência em projetos de logística reversa pelo Laboratório de Engenharia de Alta Complexidade da UFF (LABRISK). Também tem experiência em realizar auditorias ISO 9001 na área offshore (Drilling & Completion Fluids - Baker Hughes). Em relação ao Lean e Six Sigma, tem experiência em diversos projetos premiados (categoria Ouro) pela Vallourec Transporte e Serviços, como Projeto de Otimização dos Recursos Logísticos, Kaizen de 5s na Fábrica de Acessórios, Projeto de Redução do Índice de Interrupção dos Tornos da Fábrica de Acessórios e Kaizen de 5s em uma Linha de Inspeção e Preservação de Tubos. No que tange à simulação, realizou diversos projetos sobre capacidade e otimização de processos, como por exemplo em empresa offshore e no varejo com E-Commerce e Buffer do Centro de Distribuição das Lojas Renner S.A.

FRANCISCO RODRIGUES LIMA JUNIOR

É graduado em Engenharia de Produção com ênfase em Software pela Universidade Estadual de Maringá-PR (UEM), mestre e doutor em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo-SP (USP). Foi professor e coordenador do curso de Engenharia de Produção e Qualidade do Centro Universitário da Fundação Educacional Guaxupé-MG (UNIFEG). Atualmente é professor adjunto do Departamento de Gestão e Economia e do Programa de Pós-graduação em Administração da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Tem experiência nas áreas de gestão de fornecimento, gestão da produção e qualidade, modelagem de processos, gestão de projetos, gestão de resíduos sólidos e tomada de decisão multicritério.

GABRIEL HENRIQUE CRUZ BONFIM

Possui graduação em Desenho Industrial pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2011) e mestrado em Design pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2014). Tem experiência na área de Design de Produto, com ênfase em Ergonomia, atuando principalmente com os seguintes temas: embalagens e usabilidade. Atualmente é aluno de doutorado em Design com ênfase em Ergonomia pelo programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - UNESP - Bauru em

regime de cotutela com a Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa (FA-ULisboa), com término previsto para fevereiro de 2019.

HELEN SODRÉ MEDRADO

Graduada em Engenharia de Produção pela Universidade Anhembi Morumbi. Atuou como Estagiária na Treelog S/A Logística e Distribuição, na área Comercial. Atualmente é analista de informações e processos da Abril Comunicações, na área de Planejamento da Distribuição. Participou de um projeto em uma cooperativa de reciclagem, onde teve a oportunidade de prestar uma consultoria e criar soluções para aumentar as metas de produção.

JANSER QUEIROZ OLIVEIRA

Possui graduação em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário do Triângulo – Unitri (2009). Especialização em Gerenciamento de Projetos pela Faculdade Católica de Anápolis (2013). Atualmente é professor do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. Possuindo experiência nas áreas de Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, Gestão da Qualidade e Gestão por Processos.

JOÃO EDUARDO GUARNETTI DOS SANTOS

João Eduardo Guarnetti dos Santos possui graduação em Engenharia Agrícola (1985), Especialização em Engenharia e Segurança do Trabalho (1990), Mestrado em Agronomia (Energia na Agricultura) pela FCA / UNESP (1990) . Doutorado em Agronomia (Energia na Agricultura) pela FCA/ UNESP (1993). Atualmente é Professor Adjunto MS5 - Livre Docente II (2014) -FEB/UNESP . É docente credenciado junto aos Programas de Pós-Graduação em Design da FAAC/ UNESP- nível 6 Capes , Energia na Agricultura da FCA/UNESP nível 4 Capes e junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica - FEB/UNESP - Bauru, nível 4 junto a Capes .

JUAN PABLO SILVA MOREIRA

Graduando em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM (2014 – atual). Possui experiência em pesquisas científicas nas áreas de Engenharia da Qualidade, Gestão por Processos, Gestão do Desempenho e Gestão Ambiental com ênfase em Certificações Ambientais e Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

LEIDIANE MENDES DA PENHA

Graduada em Engenharia de Produção pela Universidade Anhembi Morumbi. Participou de um projeto em uma cooperativa de reciclagem, através de uma empresa parceira da Universidade Anhembi Morumbi, onde prestou consultoria para aumentar as metas de produção. Atuou em empresas de grande porte, dos ramos de alimentos, têxtil e serviços. Estagiou no setor de PCP na empresa KG Sorensen, onde atualmente é analista de processos industriais.

LEONARDO STURION

Leonardo Sturion, Engenheiro Agrônomo com Doutorado em Engenharia de Produção. Professor Permanente do Programa de Mestrado em Educação Matemática (PPGMAT) na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPr), Campus Londrina, Paraná.

LIANE WERNER

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2005) e Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1996), possui graduação em Estatística pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Bacharelado em 1988 e Licenciatura em 1999. É professora associada da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Atua junto ao curso de estatística na graduação e nos cursos de engenharia. Atua também na Pós-graduação da Engenharia de Produção como professora e orientadora de mestrado e doutorado. É avaliadora de periódicos e congressos nacionais e internacionais. As áreas de interesse são: Controle Estatístico de Qualidade, Estatística aplicada à indústria; Técnicas de Previsão, Previsão de Demanda, Pesquisa e análise de mercado.

LUCAS PORTILHO CAMARGOS GOMES

Graduado em Engenharia de Produção pela Fundação Universidade de Itáuna e Mestre em Engenharia de Produção pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP). Docente no curso de Engenharia de Produção do UNNIFEG. Responsável pelo gerenciamento de projetos de pesquisa dos grupos EI (Engenharia Integrada) e Gestão da Qualidade, no departamento de Engenharia de Produção da EESC/USP. Possui experiência nas áreas de: Gestão da Qualidade (Sistemas Integrados de Gestão-SIG e Lean Six Sigma), Engenharia de Processos (Manufatura Enxuta e Melhoria Contínua, Modelagem de Processos), Logística (Logística de Transporte e Gestão de Desempenho Logístico) e Gestão de Projetos.

LUCAS SALOTTI RODRIGUES DOS SANTOS

É graduando em Engenharia de Produção e Qualidade no Centro Universitário da Fundação Educacional de Guaxupé (UNIFEG), bolsista do Programa de Iniciação Científica do UNIFEG e professor de língua inglesa e espanhola, com formação e certificação internacional. Beneficiado do programa Ciência sem Fronteiras. Possui experiência na área de Engenharia de Processos.

LUIS CARLOS PASCHOARELLI

Luis Carlos Paschoarelli é Professor Titular no Departamento de Design da UNESP (2017); Livre-Docente em Design Ergonômico pela UNESP (2009); possui Pós-doutorado em Ergonomia (2008) pela ULISBOA; Doutorado em Engenharia de Produção (2003) pela UFSCar; Mestrado em Projeto, Arte e Sociedade - Desenho Industrial (1997) e graduação em Desenho Industrial (1994) pela UNESP. É co-líder no Grupo de Pesquisa Design Ergonômico: Projeto e Interfaces. Está lotado Departamento de Design, onde atua como docente no curso de graduação em Design e do Programa de Pós-graduação em Design da UNESP. Atualmente é "Ergonomista Sênior" da ABERGO - Associação Brasileira de Ergonomia.

LUÍS HENRIQUE RODRIGUES

Doutor em Engenharia Mecânica pela UNICAMP na área de Engenharia de Manufatura e Materiais. Mestre em Engenharia Mecânica pela UNICAMP na área de Engenharia de Manufatura e Materiais. Especialista em Administração Industrial pela USP. Graduado em Engenharia Mecânica pelo Centro Universitário da FEI. Há 32 anos atua como professor em Instituições de Ensino Superior, gerente de manufatura e consultor em empresas de vários segmentos. Coordenador de curso na Universidade Anhembi Morumbi. Atualmente é sócio/consultor da Leancell Consultoria em Processos de Manufatura e Serviços, professor da Universidade Anhembi Morumbi e pesquisador no Núcleo de Estudos em Produção Mais

Limpa (NEPmaisL). Professor da FEI e FMU. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Planejamento, Projeto e Controle de Sistemas de Produção, implantação de sistema Lean Manufacturing. Atuação há mais de 30 anos em projetos de melhorias em empresas dos segmentos têxtil, automobilístico, autopeças, metalmecânica e linha branca.

LUIZ HENRIQUE CHUEIRE STURION

Luiz Henrique Chueire Sturion, Graduando em Engenharia de Materiais pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPr), Campus Londrina. Possui graduação em Direito pela Universidade Estadual de Londrina (2008). Especialista em Direito Internacional e Econômico pela Universidade Estadual de Londrina (UEL) e Direito Aplicado pela Escola da Magistratura do Paraná.

MARCIA CRISTINA DOS REIS

Marcia Cristina dos Reis, Mestre em Ciência da Computação, Doutoranda em Ciência da Informação no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Campus Marília, São Paulo. Docente do Instituto Federal do Paraná (IFPR), Campus Jacarezinho, Paraná.

MARCIELE LEÃO SELIA

Graduada em Tecnologia Agroindustrial-Alimentos pela UEPA, especialista em Engenharia de Produção, atuei como Analista de Laboratório por 2 anos e 6 meses empresa Agropalma em Belém do Pará e atualmente Gestora da Qualidade há 2 anos e seis meses na empresa CAMTA (Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu).

MARCILENE DE FÁTIMA VIANNA DIANIN

Graduada em Licenciatura em Matemática pela Universidade Estadual de Maringá (1998), mestre em Matemática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (2001) e doutora em Ciências Naturais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (2013). Professora adjunta da Universidade Federal Fluminense - Rio das Ostras; do Programa de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas Computacionais (MESOC), subchefe do Departamento de Computação, referee do Periódico IJM&P. Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Álgebra Linear, Cálculo Diferencial e Integral, Cálculo Numérico, Equações Diferenciais, Lógica, Probabilidade e Estatística, Auxílio Multicritério à Decisão, Heurísticas e Análise Multivariada (RMN, metabolômica, PCA, PLS).

MARIA EMILIA CAMARGO

Pós-doutorado em Controle Estatístico de Processo pela Universidade Estatal Técnica de Kazan. Pós-doutorado em Métodos Quantitativos Aplicados à Gestão pela Universidade do Algarve Portugal. Realizou Estágio Senior no Instituto Superior Técnico de Lisboa, Portugal em Georeferenciamento aplicado ao fluxo do conhecimento. Coordenadora do mestrado e doutorado em administração da Universidade de Caxias do Sul, no período de junho de 2012 a julho de 2017. Professora e Coordenadora pela UCS do doutorado em Administração em associação entre a Universidade de Caxias do Sul e PUCRS, no período de junho de 2012 a julho de 2017. Professora Permanente do Programa de Pós-graduação em Administração da Universidade de Caxias do Sul e Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da

Universidade de Caxias do Sul. Pesquisadora do CNPq nível 1-C, no período de 1993-2002. Bolsista de Produtividade Desen. Tec. e Extensão Inovadora do CNPq- Nível 2 (2013 a 2016).

MICHELE REJANE COURA DA SILVA

Mestre em Educação pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) com pesquisa sobre a hibridização do ensino. Diploma de Especialização (Pós-Graduação MBA em Gestão Executiva de Negócios pela Universidade de Cuiabá / UNIC). Possui graduação em Administração com formação em Empreendedorismo pela Universidade do Estado de Mato Grosso (2007). Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - Campus Campo Novo do Parecis. Membro do Grupo de Pesquisa: Laboratório de Estudos sobre Tecnologia da Informação e Comunicação na Educação (LêTece).

MICHELE STEMPKOSKI

Graduada em Administração pela Universidade de Caxias do Sul (UCS), Campus Universitário de Farroupilha (CFAR)

MONIQUE MAYARA FERNANDES DE SOUSA

Graduada em Química Industrial pela UFPA, especialista em Engenharia de Produção e Analista de Laboratório Pleno há 5 anos na empresa Agropalma em Belém do Pará.

RAFAEL VAZ DIAS

Possui graduação em Engenharia de Minas pela Universidade Federal de Goiás (2014) e Especialização em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Goiás (2017).

RAFAELLA GOMIDES ANDRADE

Graduada em Administração de Empresas com Ênfase em Marketing pela FCETM (Faculdade de Ciências Econômicas do Triângulo Mineiro) e em Engenharia de Produção pela Universidade Anhembí Morumbi. Possui mais de 6 anos de experiência nas áreas administrativa e logística. Trabalhou em empresas como FIEMG, Privalia, Ernst Young, Lanxess e Pepsico. Nesta última empresa atuou por 2 anos na área de Planejamento e Desenvolvimento de Vendas. Participou de um projeto em parceria com a Universidade Anhembí Morumbi, prestando consultoria para uma cooperativa de reciclagem, com o objetivo de melhorar a produtividade.

ROBERTA CARLETTI

Graduada em Administração de Empresas pela FCA Unicamp, atua na Goodyear do Brasil (Americana, SP)

RODRIGO DUARTE SOLIANI

Possui graduações em Publicidade e Propaganda e em Engenharia de Produção, especializações em Gestão de Marketing de Serviços e Agroenergia, MBA em Logística &

Gestão de Cadeia de Suprimentos e Mestrado em Administração. Conta com ampla experiência em operações logísticas no segmento de commodities agrícolas, com foco em transportes. Atua como docente em cursos de Engenharia de Produção e Administração, exercendo também a função de Consultor de Conteúdo dos cursos oferecidos na rede Kroton Educacional. É bolsista CAPES no Programa de Doutorado em Tecnologia Ambiental da Universidade de Ribeirão Preto.

RODRIGO MARQUES DE ALMEIDA GUERRA

Doutor em Administração em Associação entre a Universidade de Caxias do Sul (UCS) e PUCRS (2017), Mestrado em Engenharia de Produção pela UFPB (2005), Especialista em Gestão da Qualidade e Produtividade pela UFPB (2002), Especialista em Logística Empresarial pela UNP (2003) e Graduado em Administração pela UFPB (2001). Atua no Grupo de Pesquisa, na Categoria Pesquisador Associado Docente, do EC2M - Observatório: Câmara de Estudos em Engenharia de Custos e Modelagem de Métricas, do Departamento de Engenharia de Produção da UFPB, com Cadastro no Diretório dos Grupos de Pesquisa do Brasil - CNPq. Líder do Grupo de Pesquisa Interdisciplinar em Sustentabilidade e Competitividade (UCS). Atualmente, é Professor do Curso de Administração da UCS.

SAMUEL DA SILVA NETO

Economista pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (ESALQ-USP). Atualmente, é mestrando em Engenharia de Sistemas Logísticos pela Escola Politécnica da USP. Atua como pesquisador de mercado logístico no Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial (ESALQ-LOG). Especialista nas áreas de logística agroindustrial e operações, geoprocessamento de dados, pesquisa operacional e economia.

SARA DE SOUZA VITOR

Graduanda em Engenharia de Produção pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). Durante a faculdade participou de projetos de iniciação científica na área de gerenciamento por processos (BPM) e em estratégia de produção, incluindo a aprovação de artigos no ENEGEP, SIMPEP, ENCEPRO. Participou de trabalhos voluntários como AIESEC, Empresa Júnior, Bombeira Voluntária. Possui experiência nas áreas de gestão estratégica, gestão da qualidade e gestão por processos, incluindo conhecimento em normas ISO 9001/14001, OHSAS 18001 e cursos de extensão de Six Sigma Black Belt e Modelagem de Processos.

STELLA JACYSZYN BACHEGA

Possui doutorado e mestrado em Engenharia da Produção na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e graduação em Administração pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Atualmente é docente em regime 40h dedicação exclusiva na Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão. Dentre as áreas de atuação em ensino, pesquisa e extensão, estão: pesquisa operacional, sistemas e tecnologia da informação, gestão de operações, sustentabilidade e administração. Realiza pesquisas que proporcionem abordagens transversais envolvendo duas ou mais das seguintes áreas: administração de setores específicos, engenharia de produção, computação, ambiental, estatística e automação. Ainda, é líder do Grupo de Estudos em Modelagem e Simulação-GEMS.

SUSANA ELISABETH NEUMANN

Universidade de Caxias do Sul (1998). Bacharel em Administração de Empresas pela Universidade de Caxias do Sul (1997). Bacharel em Letras Habilitação Secretário Executivo pela Universidade de Caxias do Sul (1992). Professora do Centro de Ciências Sociais da Universidade de Caxias do Sul, desde 2001. Coordenadora do Curso de Biblioteconomia na modalidade de ensino à distância, na Universidade de Caxias do Sul. Membro do corpo permanente do Programa de Formação de Professores da Universidade de Caxias do Sul, desde 2014. Membro da Comissão Própria de Avaliação. Atua na Equipe de Qualificação de Projetos de Cursos de Graduação da Pró-Reitoria Acadêmica da Universidade de Caxias do Sul. Participa de projetos de pesquisa em temas relacionados à estratégia e gestão de produção, operação e tecnologia.

THIAGO JÉFFERY BARISÃO DE LIMA

Graduado em Análise de Sistemas pela Universidade Estácio de Sá / Nova Friburgo (2004), com especialização em Administração de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas (2006) e Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas Computacionais (MESC) no Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Fluminense (2016). Analista de Tecnologia da Informação do Instituto de Saúde de Nova Friburgo da Universidade Federal Fluminense. Possui experiência na área de Ciência da Computação, com foco em desenvolvimento de sistemas web, banco de dados, hardware e software. Principais temas de pesquisa: Pesquisa Operacional e Sistemas Colaborativos.

TIAGO ALQUAZ MATIAS

Professor do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - Campus Campo Novo do Parecis, na área de Contabilidade, atuando nos cursos: Técnico em Administração (Proeja) e Tecnologia em Processos Gerenciais. Mestrando em Educação pela Universidade Federal de Rondônia (UNIR), linha de pesquisa Políticas e Gestão Educacional. Especialista em Direito do Trabalho pela Universidade Norte do Paraná. Graduado no Curso de Bacharelado em Ciências Contábeis pela Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Cáceres.

VIVIANE SANTIAGO COELHO GOMES

Graduada em Engenharia de Produção pela Universidade Anhembí Morumbi. Trabalhou em empresas do mercado financeiro como Cynrel International e BRITech. Em seguida atuou como assistente de produção na 99Celulares, uma start up com foco em manutenção de celulares e fabricação de displays, onde teve a oportunidade de apoiar todo o desenvolvimento da cadeia produtiva e logística. Participou de um projeto em uma cooperativa de reciclagem, prestando consultoria para melhorar a produtividade. Possui dois artigos publicados nos anais do SIMPEP.

WILLIAM HAJIME YONENAGA

Possui mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos e graduação em Ciência da Computação pela USP de São Carlos. Ministra disciplinas da área de gestão no Instituto Federal do Mato Grosso. Tem interesse em Pesquisa Operacional, simulação, gestão de operações e matemática financeira.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-93729-51-5

9 788593 729515