Gestão da Produção em Foco

13
VOLUME

Editora Poisson

Editora Poisson

Gestão da Produção em Foco

Volume 13

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 13/
Organização Editora Poisson - Belo
Horizonte - MG : Poisson, 2018
293p**

Formato: PDF

ISBN: 978-85-93729-54-6

DOI: 10.5935/978-85-93729-54-6.2018B001

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: Sistemática de Otimização do Corte de Chapas de Mármore com uso de Algoritmo Genético	7
(André Calabrez Antunes, Everson Scherrer Borges, Igor Carlos Pulini)	
Capítulo 2: Proposta de melhoria do layout em uma fábrica de alimentos industrializados	17
(Nicole Frank Machado, Jocimar Bento Lindozo Junior, Talita da Conceição Dias Martins, Thayanne Alves Ferreira)	
Capítulo 3: Coleta e transporte de água: análise e proposta de produto ergonômico modelado em situação de referência	27
(Steffane Luiza Costa Neves, Layane Nascimento de Araújo, Iago Andrew de Oliveira Silva, Juliana Donato de Almeida Cantalice)	
Capítulo 4: O problema de corte de chapas de aço: um modelo de otimização linear para maximizar a utilização de chapas.....	37
(Karolyne Pereira De Oliveira, Francisco Filipe Cunha Lima Viana, Mônica Frank Marsaro)	
Capítulo 5: Análise da eficiência da produção de papel e celulose sob a ótica da economia circular	45
(Rafael Roque Diniz, Jéssica Suárez Campoli, Diogo Ferraz, Daisy Aparecida Do Nascimento Rebelatto)	
Capítulo 6: Aplicação da programação linear para a minimização de custos em uma indústria de confecções de peças infantis	56
(Erik Franco Rabelo Fernandes, Fernando Pereira, Leonardo Brito, Samuel Correia, Yvelyne Santos)	
Capítulo 7: Análise do desempenho de previsões individuais e combinadas: um estudo de caso em uma empresa varejista da cadeia automobilística	66
(Rodolfo Benedito da Silva, Nazime Sales Filho, Fábiana Fernanda Da Costa Aires, Eduardo José Oenning Soares, Alexandre Gonçalves Porto)	
Capítulo 8: A manutenção centrada na confiabilidade como proposta de aprimoramento dos planos de manutenção aplicados a uma máquina extrusora..	76
(Gabriel Berbert Molina, Moisés Duarte Filho, Luciana Lezira Pereira de Almeida, Guilherme Fernandes de Souza, Ivan Junio Silva Costa)	
Capítulo 9: Ajuste do valor de venda de equipamentos desafiante para o final da vida útil da defensora.....	87
(Evandir Megliorini, Osmar Domingues, Ricardo Reolon Jorge, Caio Arruda Siqueira)	

SUMÁRIO

Capítulo 10: Comunidades de prática, caminho para a inovação nas instituições de ensino	97
(Rosete de Andrade, Martius Vicente Rodriguez y Rodriguez, André Luis Azevedo Guedes)	
Capítulo 11: Rodovias Concedidas À Iniciativa Privada No Brasil: Análise Do Nível De Serviço	105
(Kennedy Kelvin Ramalho Batista, Djalma Silva Guimarães Júnior)	
Capítulo 12: Simulação baseada em agentes dos benefícios da manufatura avançada	114
(Júlio Takashi Cavata, Fábio Lima)	
Capítulo 13: Aplicação da Educação Ambiental com o auxílio do ciclo PDCA no ambiente escolar - Desafios e soluções sustentáveis	124
(Armando Dias Duarte, Luana Lagedo Santos, Jefferson Carlos de Oliveira Ribeiro Costa, Deysianne Cristina Santos da Silva, Osmar Veras Araujo)	
Capítulo 14: Apontamentos na literatura sobre a decisão entre contratar e realizar serviços no setor público	132
(Andréia Cittadin, Fabricia Silva da Rosa)	
Capítulo 15: Ouve Fácil - um aplicativo para identificação de problemas de infraestrutura, saúde e segurança em uma cidade	142
(Flávio Izo, Matheus Mauricio De Souza Araujo)	
Capítulo 16: Engenharia de processo na saúde: o caso da cirurgia de catarata	150
(Lorena Fernandes Leal, Rodrigo Bomfim Madeira, Thaís Spiegel, Ana Carolina Pereira De Vasconcelos Silva, Daniel Bouzon Nagem Assad)	
Capítulo 17: Estudo de tempos e movimentos como ferramenta para análise da capacidade produtividade em uma fábrica de caulim	162
(Américo Johny Jaques Melo, Eliete Santana Chaves Barroso, Gustavo Andre Correa Figueiredo, Iann Cavalcante Dos Santos, Ruan Leal Dos Santos Alves)	
Capítulo 18: O fluxo de pacientes em uma unidade de saúde	171
(Guilherme Henrique De Assumpção Portugal, Pedro Galaxe Pimentel, Thiago Barreto De Oliveira Lima, Thaís Spiegel, Dércio Santiago Da Silva Jr)	

SUMÁRIO

Capítulo 19: Gestão da Inovação: um estudo de caso sobre a Incubadora de Empreendimentos Tecnológicos de Macaé..... (Victor Araújo dos Santos, Luciano José de Oliveira, Ailton da Silva Ferreira, Denise Cristina de Oliveira Nascimento)	183
Capítulo 20: Gestão da qualidade em nutrição hospitalar..... (Rodrigo Godoy de Lima, André de Melo Silva Paulo, Thaís Spiegel, Elaine de Oliveira Pinto, Dércio Santiago da Silva Jr.)	192
Capítulo 21: A utilização do fluxograma como ferramenta auxiliar da qualidade para a identificação de problemas operacionais..... (Antônio José de Sousa Filho, Simone Veloso Silva, Francisco das Chagas Rodrigues Oliveira Filho)	202
Capítulo 22: Práticas de sustentabilidade nas estratégias competitivas: uma perspectiva da logística reversa verde e produto verde (Adriana Karin Goelzer Leinig, Edelvino Razzolini Filho)	211
Capítulo 23: Oportunidades para desenvolvimento do mercado de <i>jerked beef</i> no Brasil (Shirley Martins Menezes, Carmen Josefina Contreras Castillo, Sergio De Zen)	221
Capítulo 24: Planejamento tático de centro cirúrgico: a decisão de alocação de salas cirúrgicas (Daniel Bouzon Nagem Assad, Ana Carolina Pereira De Vasconcelos Silva, Thaís Spiegel, Leonidas Cardoso)	229
Capítulo 25: Ferramenta de análise econométrica para previsão de vendas de apartamentos em goiânia..... (Marcilon Fonseca de Lima, Raphael Vasconcellos Ludovico de Almeida, Rodrigo Propicio Carneiro Filho, Priscilla Borges de Freitas Rodrigues, Clarimar José Coelho)	241
Capítulo 26: Perfil industrial da região metropolitana do Cariri – Ceará (Tamara Sampaio Alves De Lima, Priscilla De Oliveira Sales, Diego Santos Da Silva, Cicero Thercio Rodrigues De Assis, Savio De Brito Fontenele)	251
Capítulo 27: Métodos para aumento da produtividade dos terminais de contêineres baseado em Lean Service..... (Roquemar de Lima Baldam, Moacyr Reis Neto, Luciano Lessa Lorenzoni, Lourenço Costa, Thalm de Paiva Coelho Júnior)	260
Autores	274

Capítulo 1

SISTEMÁTICA DE OTIMIZAÇÃO DO CORTE DE CHAPAS DE MÁRMORE COM USO DE ALGORITMO GENÉTICO

André Calabrez Antunes

Everson Scherrer Borges

Igor Carlos Pulini

Resumo: O objetivo deste artigo é propor uma sistemática de otimização para o problema de corte bidimensional que diminua o desperdício no corte de rochas ornamentais efetuados sobre as chapas de granito. A proposta utiliza Algoritmos Genéticos como metaheurísticas para otimizar o corte e uma adaptação da heurística de distribuição *Adaptive First Fit Decreasing Height* para o encaixe das peças na chapa retangular. A sistemática apresentou resultados significativos quando comparados com o método atual utilizado na empresa para calcular as perdas geradas pelo corte de chapas.

Palavras Chave: Algoritmo Genético, Corte Bidimensional, Rochas Ornamentais.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, é considerado um dos grandes produtores e exportadores mundiais do setor de rochas (FILHO; RODRIGUES; ARTUR, 2004). O Estado do Espírito Santo é o principal responsável por essa colocação, por conta da região de Cachoeiro de Itapemirim, principal polo extrator e beneficiador de granito no sudeste do Brasil, de onde se origina cerca de 60% das exportações de rochas ornamentais do país (AVRICHIR; CHUEKE, 2012).

Apesar do país se apresentar nesta posição no mercado de rochas, e segundo Silveira (2007) já apresenta uma significativa melhora na qualidade operacional de seus parques industriais, ainda não se tem atentado para a importância de desenvolver, de uma forma mais intensa, pesquisas nesse importante setor produtivo. Ainda que o setor apresente força econômica, as operações de lavra, beneficiamento e corte, na maioria das empresas (grande parte de micro e pequeno porte), fazem uso de técnicas simples, o que ocasiona muitos problemas, tais como desmonte ineficiente na lavra com altos custos e elevadas perdas de materiais, falta de segurança para o trabalhador e importantes impactos no meio ambiente (NETO; SILVESTRE, 2013).

Considerando a importância dessa questão e de que os principais problemas enfrentados pelo setor de rochas ornamentais estiveram relacionados com a ausência de tecnologias para a extração e beneficiamento das rochas, diversas instituições de pesquisa, governos e a sociedade civil organizada têm-se mobilizado no sentido de encontrar soluções e de desenvolver tecnologias que minimizem os problemas do setor (NETO; SILVESTRE, 2013).

O propósito deste trabalho, é mostrar os problemas relacionados ao corte das chapas de rochas ornamentais, que em sua grande maioria, geram desperdícios de chapas que são depositados no meio ambiente, essas perdas nem sempre podem ser reaproveitadas, isso porque não permite gerar peças de tamanhos que a empresa possa comercializar. Nesse sentido o artigo propõe o desenvolvimento de um software que seja capaz de projetar a distribuição dos objetos (recortados de chapas) e permitir que o operador da máquina de corte veja de forma gráfica a distribuição das peças que serão

recortadas, além disso, será possível identificar o percentual de perda.

A identificação dessa perda vai permitir que a precificação dos produtos (recortados de chapas) sejam mais exatos, já que a constituição do preço leva em consideração o desperdício de material, o método que atualmente é utilizado pela empresa não produz valores satisfatório de acordo com o empresário, isso porque é utilizada uma planilha com alguns valores pré-concebidos com médias de percentual de perda para alguns tipos de recortados.

Para a codificação desse sistema foi utilizado a linguagem de programação Java, com a IDE NetBeans 8.2, foi usando a plataforma JavaFX com a ferramenta JavaFX *Scene Builder* 2.0, para armazenamento dos pedidos, foi utilizado o banco de dados MySQL v 5.7.14.

2 ROCHAS ORNAMENTAIS

As rochas ornamentais são utilizadas na indústria da construção civil como por exemplo, em revestimentos internos e externos de paredes, pisos, pilares e soleiras. As rochas também são usadas para fabricação de peças isoladas, como estruturas, tampos, pés de mesa, bancadas, balcões, lápides e arte funerária em geral, além de edificações e podem ainda ser torneadas para revestimento de colunas. A aplicação do granito na construção civil em substituição a outros produtos vem sendo crescente, pelo fato de suas características apresentarem vantagens de uso: resistência, durabilidade, facilidade de limpeza e estética. Seu dinamismo de mercado está fundamentado na sua elevada capacidade de substituição em relação a outros materiais. Como é resistente ao ataque químico e ao desgaste abrasivo, a utilização do granito em revestimentos externos tem aumentado, tanto em pisos quanto em fachadas (PEITER; FILHO, 2001).

2.1 PROCESSOS PRODUTIVOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS

As rochas ornamentais, da extração da matéria prima ao produto final, sofrem diversos processos. O primeiro estágio da cadeia produtiva das rochas ornamentais são as lavras de blocos a céu aberto executadas pelas empresas extratoras (SPÍNOLA, 2002).

Com a retirada dos blocos na extração, os mesmos são levados às serrarias, onde são transformados em chapas, por meio de um equipamento chamado tear.

Executada a serragem, são realizados nas chapas de mármore o processo de beneficiamento, que consiste da mudança das chapas do estado bruto para o estado comercial.

O último processo de transformação ocorre nas marmorarias, onde as chapas são transformadas em materiais de revestimento interno e externo para a construção civil, além de peças isoladas como bancadas, soleiras, rodapés e objetos de decoração, essas peças também são referenciados como recortados de granito. Neste processo, segundo Rocha e Sousa (2010) é onde são geradas perdas chamadas de casqueiro, que é o restante da chapa não aproveitada do corte.

3 PROBLEMA DE CORTE

Segundo Temponi (2007) o Problema de Corte (PC) é a nomenclatura dada aos problemas de otimização combinatória, que consiste no encaixe de peças menores (itens) dentro de uma peça maior (objeto), não podendo existir sobreposição entre itens.

O PC teve seu início na literatura por Gilmore e Gomory (1961), e procura melhorar a maneira de corte de um objeto para se obter peças menores dele, respeitando as particularidades de cada problema, porém sempre em busca de minimizar as perdas ou maximizar a utilização do objeto.

O PC é classificado na literatura como um problema NP-Difícil, isso quer dizer que, mesmo com vários estudos, ainda não foram encontrados algoritmos exatos que possam solucionar tais problemas em um tempo viável, então, para se solucionar problemas envolvendo os PC's, utiliza-se métodos heurísticos, que não garantem uma solução perfeita do problema, porém se aproxima de uma solução muito boa, com baixo tempo e processamento, quando se comparado a soluções de métodos exatos (TEMPONI, 2007).

Com uma vasta área de aplicação, os PC's tornaram-se um tema relevante na área de

Pesquisa Operacional (PO). Os problemas envolvendo o PC segundo Mariano (2014) na maioria das aplicações, são de fácil entendimento, porém, possuem parâmetros de aplicações que tornam suas implementações complexas em termos computacionais.

Segundo Temponi (2007), o PC possui grande variedade de aplicação em situações reais, principalmente ligados a indústria, pois diversos processos produtivos necessitam de cortes de itens menores em objetos maiores para se obter produtos intermediários ou produtos finais.

3.1 PROBLEMA DE CORTE BIDIMENSIONAL

O PC caracteriza-se como Problema de Corte Bidimensional (PCB) quando possui duas dimensões relevantes para o corte (Temponi, 2007). Mariano (2014), define o PCB como a necessidade de cortar um número de objetos retangulares de determinada largura e comprimento (L, C), em itens de dimensões $l_i \times c_i$, de modo a atender um determinado pedido p_i , para $i = 1, 2, 3, \dots, n$, onde $l_i \times c_i$ deve caber em $L \times C$.

Uma restrição relevante para o PCB é a possibilidade ou não de rotação dos itens, Temponi (2007) afirma que, em alguns casos, o processo produtivo na indústria pode permitir a rotação dos itens para melhor aproveitamento, porém em outros casos as rotações dos itens não é permitida, tendo que os mesmos sejam alocados na orientação determinada.

Outra restrição do PCB é o modo de corte do objeto, podendo ser guilhotinado ou não-guilhotinado. Segundo Bianco e Silva (2010) o uso do corte guilhotinado, tem-se quando é necessário um corte por toda a extensão do objeto, obtendo após o corte, dois objetos de menores dimensões.

Já o corte não guilhotinado segundo Constantino e Junior (2002), baseia-se nas medidas do item para a realização do corte, sem a descaracterização do objeto. É possível visualizar nas Figura 1 e Figura 2 a diferença entre os cortes guilhotinado e não guilhotinado, respectivamente.

Figura 1 – Exemplo de corte bidimensional guilhotinado

Fonte Constantito e Junior (20002)

Figura 2 – Exemplo de corte bidimensional não guilhotinado

Fonte Constantito e Junior (20002)

3.2 SOLUÇÃO PARA O CORTE EM ROCHAS

O processo de corte em rochas ornamentais, caracteriza-se pela transformação de uma chapa inteira, com medidas variando de 2 a 3m de largura, por 1 a 2m de comprimento, em peças menores para atender uma solicitação do cliente, para uso principalmente na construção civil.

Nesta fase, os cortes das chapas são feitos através de serras diamantadas, conferindo as formas e dimensões das peças a serem cortadas. Neste processo observa-se uma grande produção de resíduos, seja por erro na distribuição do corte sobre a chapa ou por sobra.

O problema de corte de peças exige um cuidado na escolha do procedimento de encaixe para recorte, dependendo do leiaute de corte elaborado, cria-se diferentes soluções para o corte, algumas soluções podem ser mais eficientes e diminuir a perda e outras não. Segundo Campos e Castro (2007), nessa atividade, o objetivo é atender a demanda de itens, de maneira a diminuir a perda de matéria prima e consequentemente aumentar o lucro.

O controle de perda no processo de corte, auxilia também na precificação do produto final para o consumidor, uma vez que, a perda gerada no corte, é repassada de forma financeira para o cliente. Desta forma, quanto menor a perda, melhor a margem de negociação por parte da marmoraria com o cliente.

O setor industrial de corte de rocha possui algumas particularidades relacionados ao corte, objetos e itens. Por passar entre vários processos de produção até chegar ao corte, as chapas (objetos) possuem pequenas variações em suas dimensões, porém relevantes para a distribuição e cálculo da perda, então deve-se levar em conta a medida exata de cada chapa a ser utilizada para o corte.

Os itens para produção em chapas de rochas podem variar de acordo com o pedido, algumas vezes vários produtos iguais, como por exemplo, pedidos de apenas pisos, outros pedidos, variando apenas sua largura, mantendo o comprimento, como pias e espelhos de pias, também se tem pedidos existindo diversos itens, como pisos, soleiras e pias, nesse caso, os encaixes tornam-se difíceis, porém todos as peças possuem forma regular, sendo retângulos ou quadrados.

Outra característica importante é que as máquinas de cortes de chapas, realizam os cortes apenas na horizontal e vertical, não tendo a possibilidade de outros movimentos. Não faz parte do objetivo do trabalho gerar a sequência de cortes na chapa, deixando para análise do cortador essa decisão, esta etapa pode ser objeto de um futuro estudo específico.

Visando solucionar, ou minimizar o problema de perda de matéria prima no processo de corte de rocha, foi desenvolvido a partir da

sistemática proposta um *Software* utilizando a linguagem Java, com auxílio da plataforma Java FX. A entrada de dados no aplicativo é feita a partir do pedido de corte, que contém as chapas que serão cortadas e os itens que deseja-se obter.

O sistema utiliza um algoritmo genético e uma subrotina heurística de distribuição, para otimizar a distribuição dos itens na chapa, levando em consideração todas as restrições do setor de rochas.

4 METODOLOGIA

As meta-heurísticas são procedimentos destinados a encontrar uma boa solução, eventualmente a ótima, consistindo na aplicação, em cada passo, de uma heurística subordinada, a qual tem que ser modelada para cada problema específico (Temponi; et al 2007).

4.1 TÉCNICA DE ENCAIXE

A técnica de distribuição dos itens sobre a chapa é de extrema importância para o problema de corte bidimensional guilhotinado (PCBG), segundo Andrade et al (2008), dependendo da técnica utilizada para o encaixe, pode-se obter diferentes soluções para um mesmo problema, por isso, procura-se uma técnica que se obtenha uma solução com a melhor eficiência.

Para tornar eficiente o encaixe e propor uma solução viável para o PCBG a sistemática utilizou a distribuição em níveis, pois garante que exista pelo menos uma possibilidade de corte guilhotinado. O nível inicializa pela alocação de um item no ponto superior esquerdo do objeto, e suas dimensões são

determinadas pela largura total do objeto e comprimento do item alocado. Os próximos itens são alocados a direita do item alocado, validando o comprimento do item a ser alocado com o comprimento do nível. Quando a largura do nível não possuir mais espaço para alocar itens, finaliza-se o nível, e inicializa outro nível, abaixo do nível finalizado, utilizando os mesmos critérios para suas dimensões.

Existem diversas técnicas de distribuição de itens em forma de níveis, as técnicas mais clássicas são *Next Fit*, *First Fit* e *Best Fit* (Lima, 2011). As heurísticas mencionadas para solucionar o PCBG proposto minimiza o problema da perda, porém ainda geram perdas dentro de cada nível, e estes espaços, até o momento, nenhum dos algoritmos citados soluciona.

O trabalho propõe uma adaptação da heurística Adaptive First Fit Decreasing Height, no qual o sub-objeto, ou seja a área de sobra dentro do nível, não é alocado ao final da distribuição de peças do nível, mas sim, a cada peça adicionada. A primeira peça continua sendo para determinar o comprimento do nível, e a partir da segunda peça adicionada é feito um teste para verificar a diferença entre o comprimento do nível e a peça adicionada. Caso a peça seja menor que o comprimento do nível, obtêm-se um sub-objeto, Figura 5 (a), e procura-se por itens que possam ser encaixados nesse espaço. Caso exista peças que possam ser encaixadas no sub-objeto, estas são adicionadas, Figura 5 (b). Caso não exista peças que possam satisfazer esse encaixe, ou o espaço do sub-objeto termine, encaixa-se a próxima peça a direita da última peça adicionada no nível (Figura 5 (c)).

Figura 3 – Heurística AFFDH com adaptação para sub-objeto no encaixe do item.

4.2 ALGORITMO GENÉTICO

Segundo Gonçalves (2002) o Algoritmo Genético (AG) caracteriza-se em um modelo matemático que simula a teoria da evolução escrita por Charles Darwin em 1859 no livro “A Origem das Espécies”. Segundo Pinho et al (2013), esses algoritmos vem obtendo sucesso na resolução dos mais variados e complexos tipos de problemas. Isso é possível devido a sua estrutura genética, que faz com que os Algoritmos Genéticos, ao contrário de outras meta-heurísticas, sejam aplicáveis aos mais variados problemas de otimização.

O AG, inicia-se por um conjunto de indivíduos (população inicial), que representa possíveis soluções para o problema, os indivíduos gerados passam pelo método de avaliação determinado pelo problema, e a partir do resultado obtido, os indivíduos são selecionados por algum método de seleção. Os indivíduos selecionados são aplicados aos operadores genético, para assim ser criado um novo indivíduo (chamado de indivíduo filho), a partir dos indivíduos pais selecionados. Esse processo é repetido até que seja alcançado o critério de parada (Pinho et al, 2013). A Figura 4 é apresentada o fluxograma do Algoritmo Genético.

Figura 4 – Fluxograma das etapas do Algoritmo Genético

Fonte: Pinho et al (2013)

4.2.1 GERAÇÃO DE POPULAÇÃO INICIAL

Segundo Soares (2006), a geração da população inicial pode partir de um método heurístico, preenchendo cada indivíduo com resultados das características do problema especificado, também pode-se iniciar a população de forma aleatória

No problema em questão a geração da população inicial foi obtida através de geração aleatória, com o objetivo de obter a maior diversidade entre os indivíduos.

4.2.2 FUNÇÃO DE AVALIAÇÃO DA POPULAÇÃO

A função de avaliação deve ser aplicada com base no problema a ser resolvido. Segundo Linden (2008), a função de avaliação é utilizada para que o AG possa determinar a qualidade do indivíduo de solucionar o

problema. Este valor, é o que será usado na seleção dos indivíduos para geração das novas possíveis soluções.

Linden (2008) afirma que a função de avaliação, muitas vezes é a única ligação do programa com o problema a ser solucionado. Conclui-se então, que o mesmo AG pode ser usado para encontrar a soluções de diversos problemas, sem alterar sua estrutura de dados e procedimentos, apenas alterando a função de avaliação.

A função de avaliação para o sistema proposto, leva em consideração a área de sobra do objeto, calculada a partir da área total do objeto subtraído da área ocupada pelos itens distribuídos.

4.2.3 MÉTODO DE SELEÇÃO

A etapa de seleção parte do princípio de simular o processo de evolução natural, onde os mais fortes sobrevivem, porém sem desprezar os indivíduos com avaliação baixa, pois eles podem possuir características favoráveis. Um problema que pode ser gerado caso seja mantido apenas indivíduos de alto valor de avaliação, é que, os novos indivíduos tendem a ser semelhante aos seus pais, faltando uma diversidade na população (Linden, 2008).

Segundo Linden (2008) o método usado para a seleção de indivíduos pais para a geração de indivíduos filhos, é de extrema importância para o AG, pois dependendo do método de seleção escolhido, pode retardar ou acelerar a busca por uma solução ótima.

Dentre os métodos de seleção existente o método de torneio se destaca pelo performance e simples implementação, neste método é feito o processo de escolha com no mínimo três indivíduos de forma aleatória

dentre a população existente, é escolhido o indivíduo com a maior avaliação para gerar filho. Esse processo é repetido duas vezes, então obtêm dois indivíduos que serão submetidos ao cruzamento (Operador Genético).

4.2.4 CRUZAMENTO

Após selecionados os indivíduos pelo método de seleção, segundo Lopes (1999), os indivíduos escolhidos são modificados através de um “Operador Genérico”, no caso do presente trabalho, será usando a recombinação (*crossover*).

Segundo Pinho et al (2013), a operação de cruzamento é feita a partir da escolha de um ponto de um indivíduo, ponto esse chamado de ponto de corte. A partir daí, é pego a primeira parte do indivíduo 1, e completa o restante do indivíduo filho com os valores faltando, na ordem do indivíduo 2, a Figura 5 ilustra esse processo.

Figura 5 – Processo de cruzamento entre 2 indivíduos.

4.2.5 CRITÉRIO DE PARADA

O processo de seleção e operador genético, se repete até atingir o critério de parada. Esse critério pode ser por um tempo ou quantidade máxima de interações, ou quando não se tem uma melhora em sucessivas gerações (Pinho et al, 2013).

No sistema desenvolvido, o critério de parada utilizado foi por quantidade de interações, atualmente o sistema faz 100 interações.

5 RESULTADO

O aplicativo desenvolvido a partir da sistemática proposta obteve resultados significativos quando comparados aos métodos atuais utilizados na empresa, embora sua implementação e implantação ainda não esteja completamente finalizado, os primeiros teste já se demonstraram satisfatório.

O aplicativo se propõe a melhorar a comunicação entre os setores, especificamente entre o setor de vendas e de produção, uma vez que, o vendedor precifica um pedido de venda com base na quantidade de peças a serem recortadas e quantidade de chapas que serão utilizadas para a produção de um determinado pedido. Atualmente é passado para o operador de corte, que realizará a produção, apenas as medidas dos itens, e não o leiaute de como será cortado. Isso gera divergência de planejamento de como será efetuado o corte da chapa, existindo a possibilidade do operador utilizar mais chapas que o calculado pelo vendedor no momento da precificação, portanto pode gerar desperdício de produto e consequentemente perda financeira para a empresa, com a utilização do sistema esse problema será solucionado, pois o operador recebe todo o planejamento de corte descrição dos itens e quantidades de chapas que serão utilizadas.

Atualmente o valor da porcentagem de aproveitamento de chapas para um pedido são valores aproximados, de acordo com cada item e sua quantidade a ser produzida, como mostra na Figura 6 na coluna “Aproveitamento”. O sistema se mostrou satisfatório para o cálculo do valor de

aproveitamento da chapa, que não leva em conta apenas o item e sua quantidade, mais sim a distribuição desses itens na chapa, tendo um valor correto de aproveitamento de cada chapa, e apresenta também o aproveitamento total das chapas utilizadas em um pedido.

Figura 6 – Planilha utilizada atualmente para cálculo de perda de forma aproximada

Material	Quant	Compr.	Larg.	M ²	Aproveitamento
Piso de Preto Via Lactea Polido	99	0,90	0,90	80,190	80,00%
Piso de Branco Siena Polido	1451	0,90	0,90	1175,310	90,00%
Piso de Branco Marfim Polido	303	0,90	0,90	245,430	90,00%
Verde Labrador Pia	2	3,80	0,55	4,180	75,00%
Branco Siena Pia	1	1,70	0,55	0,935	75,00%
Branco Siena Rodapé	27	0,90	0,10	2,430	90,00%

O sistema tem início com o cadastro de clientes, produtos e discos utilizados na máquina de corte. O cadastro do disco é de extrema importância, uma vez que sua espessura é levada em consideração nos cálculos de perda.

O cadastro de pedido de venda, inicializa selecionando o cliente e o disco que será utilizado no corte. Figura 7.

Figura 7 – Tela do sistema - Cadastro de pedido de venda

Na aba produto, cadastra-se as chapas (produtos) disponíveis para a produção dos

itens do pedido, com suas respectivas quantidades, largura e comprimento. Figura 8.

Figura 8 – Tela do sistema - Cadastro de chapas disponíveis para o pedido de venda

A última etapa do cadastro do pedido, registra os itens que serão cortados nas

chapas, indicando seu nome, quantidade, largura e comprimento. Figura 9.

Figura 9 – Tela do sistema - Cadastro dos itens a serem produzidos.

Nome	Quantidade	Largura	Comprimento
Piso	10	0.3	0.3
Soleira	10	0.3	0.1

Ao gravar o pedido, o sistema mostra de forma gráfica a chapa com a distribuição dos itens a serem cortados. Figura 10.

Figura 10 – Tela do sistema – Distribuição de itens na chapa.

6 CONCLUSÃO

O objetivo desse trabalho foi desenvolver uma sistemática utilizando a heurística de distribuição Adaptive First Fit Decreasing Height e um algoritmo genético que propôs uma solução viável para o problema de corte bidimensional guilhotinado em uma empresa do setor de rochas ornamentais..

Nos experimentos realizados na empresa a sistemática apresentou um ótimo resultado na diminuição de desperício de matéria prima e consequente redução no custo final do produto, representado uma vantagem competitiva considerável para a empresa.

REFERÊNCIAS

- [1]. ANDRADE, M. S. F. de et al. Um algoritmo evolutivo híbrido aplicado a solução do problema de corte bidimensional guilhotinado. XLI SBPO-Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2008.
- [2]. AVRICHIR, I.; CHUEKE, G. V. Comportamento exportador de empresas brasileiras do setor de rochas ornamentais: um estudo de caso múltiplo envolvendo fatores organizacionais, gerenciais e ambientais. GESTÃO. Org, Universidade Federal de Pernambuco, v. 10, n. 1, p. 138–171, 2012.
- [3]. BIANCO, C. M. D.; SILVA, A. D. da. Problema de corte bidimensional guilhotinado-uma abordagem através de ferramentas cad e heurísticas de posicionamento. 2010.
- [4]. CAMPOS, A. R. de; CASTRO, N. F. Tratamento e aproveitamento de resíduos de rochas ornamentais. 2007.
- [5]. CONSTANTINO, A. A.; JUNIOR, A. M. G. Um algoritmo genético híbrido para o problema de corte industrial bidimensional. Acta Scientiarum. Technology, v. 24, p. 1727–1731, 2002.
- [6]. FILHO, C. C.; RODRIGUES, E. de P.; ARTUR, A. C. Panorama técnico-econômico do setor de rochas ornamentais no Brasil. Revista Geociências, v. 23, n. 1/2, 2004.
- [7]. GILMORE, P. C.; GOMORY, R. E. A linear programming approach to the cutting-stock problem. Operations research, INFORMS, v. 9, n. 6, p. 849–859, 1961.
- [8]. GONÇALVES, R. A. (2002). Algoritmos Genéticos.
- [9]. LINDEN, Ricardo. Algoritmos genéticos (2a edição). Brasport, 2008.
- [10]. LIMA, C. M. V. de. Comparação de algoritmos de nível para resolução do problema de corte com dimensão aberta guilhotinado. Tese (doutorado) — Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2011.
- [11]. LOPES, Heitor Silvério. Algoritmos genéticos em projetos de engenharia: aplicações e perspectivas futuras. Anais do IV Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, p. 64-74, 1999.
- [12]. MARIANO, M. F. d. S. Uma metaheurística a-teams aplicada ao problema do corte bidimensional guilhotinado. 2014.
- [13]. NETO, R. S.; SILVESTRE, B. dos S. Inovação tecnológica como agente de redução de impactos ambientais da indústria de rochas ornamentais no estado do Rio de Janeiro. Ambiente Construído, SciELO Brasil, v. 13, n. 3, p. 235–252, 2013.
- [14]. PEITER, C. C.; FILHO, C. C. Rochas ornamentais no século XXI: bases para uma política de desenvolvimento sustentado das exportações brasileiras. CETEM/ABIROCHAS, 2001.
- [15]. PINHO, A. F. de et al. Algoritmos genéticos: Fundamentos e aplicações, 2013.
- [16]. ROCHA, C. H. B.; SOUSA, J. Análise ambiental do processo de extração e beneficiamento de rochas ornamentais com vistas a uma produção mais limpa: aplicação Cachoeiro do Itapemirim-es. Enciclopédia Biosfera, 2010.
- [17]. SILVEIRA, L. L. L. da. Polimento de rochas ornamentais: um enfoque tribológico ao processo. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2007.
- [18]. Soares, Márcio Morelli. Análise do uso de algoritmos genéticos na otimização do planejamento mestre da produção. Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2006.
- [19]. SPÍNOLA, V. M. L. Potencial exportador e política pública para uma evolução virtuosa: a indústria de rochas ornamentais da Bahia. 2002.
- [20]. TEMPONI, Elias Carlos Correa; DOS SANTOS, Flávio Antônio. Uma metaheurística híbrida grasp-ils aplicada à solução do problema de corte bi-dimensional guilhotinado. XXXIX Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Fortaleza. Anais... Fortaleza, 2007.
- [21]. TEMPONI, E. C. C. Uma Proposta de Resolução do Problema de Corte Bidimensional via Abordagem Metaheurística. Tese (Doutorado) — CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS, 2007.

Capítulo 2

PROPOSTA DE MELHORIA DO LAYOUT EM UMA FÁBRICA DE ALIMENTOS INDUSTRIALIZADOS

Nicole Frank Machado

Jocimar Bento Lindozo Junior

Talita da Conceição Dias Martins

Thyanne Alves Ferreira

Resumo: O presente artigo terá como abordagem uma proposta de melhoria do arranjo físico do pátio de produção de fábrica de alimentos industrializado. O objetivo principal é tornar o processo produtivo mais eficiente e ultrapassar problemas secundários, mas que requerem merecida atenção, como a substituição e realocação de setores administrativos. Esta pesquisa é descritiva e os métodos adotados para coleta de dados foram pesquisa documental e contato com uns colaboradores da empresa e visitas in loco. Observou-se que o tipo de layout utilizado é denominado pela literatura de híbrido. Após análises foi proposto a realocação dos locais de almoxarifado, administrativo e laboratório. O layout proposto proporciona uma melhora significativa quanto ao fluxo de entrada da matéria prima e saída do produto acabado e, com a proposta de realocação havendo a possibilidade de integrar uma esteira para esse fim no processo.

Palavras-chave: melhoria; layout; produção de alimentos

1. INTRODUÇÃO

Dentre as decisões estratégicas mais pertinentes em fabricas de médio e grande porte, está a estruturação de um layout que se adeque ao crescimento da empresa, introdução de novos produtos na linha produtiva e novos recursos. Desse modo, consecutivamente as organizações tendem a aprimorar seu arranjo físico a fim de alavancar os lucros.

Planejar um layout não é tarefa fácil, a final levantar dados e aplicar técnicas para propor a disposição física adequada da linha de produção, requer investimento em tempo e custos. Diante disso, é indispensável um levantamento minucioso dos prós e consequências advindos de uma alteração no layout, levando em consideração todo o processo, desde a entrada da matéria prima até o acabamento do produto, de modo que seja utilizada distâncias adequadas, dando atenção aos cruzamentos de materiais e operações, além do nível de afinidade entre os processos transformadores.

A partir das informações expostas acima, o presente artigo objetiva fazer uma análise crítica do processo produtivo atual da fábrica de alimentos industrializados estudada, a fim de propor um novo layout capaz de adequar seu fluxo de fabricação, diminuindo a movimentação de pessoas, materiais e produtos.

O layout sugerido, sendo aplicado, tem a possibilidade de propiciar diversas vantagens para a fábrica, dentre elas melhor gestão no tempo do ciclo produtivo e ampliação do espaço físico voltado à movimentação de pessoas e transporte de materiais.

2. METODOLOGIA

O presente estudo foi conduzido pelos alunos do curso de Engenharia de Produção da Universidade Estadual do Maranhão, campus São Luís – MA, onde a metodologia de desenvolvimento deste trabalho foi dividida em três etapas:

Etapa 1: análise da literatura com base em autores nacionais e internacionais com publicações em periódicos, congressos e livros, pesquisa em internet e livros.

Etapa 2: visita *in loco* onde foram levantados dados a respeito do processo de produção e fluxo produtivo do produto de maior demanda, para servir de base na elaboração do novo

arranjo físico de modo a melhorar a produção na linha do produto selecionado para o estudo.

Etapa 3: Elaboração de fluxograma no software Bizagi, layout e análise de localização dos recursos no MS Excel.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 LAYOUT

O *layout* é a técnica de administração de operações cujo objetivo é criar a interface homem-máquina para aumentar a eficiência do sistema de produção (JONES & GEORGE, 2008).

Martins et al. (2009, p.138) dizem que os principais tipos de layout são:

- Layout por posição fixa;
- Layout por processo;
- Layout celular;
- Layout em linha;
- Layouts combinados.

3.1.1 LAYOUT POSIÇÃO FIXA

Caracteriza-se pelo fato do material permanecer parado enquanto os operadores, equipamentos e todos os outros produtos, se movimentam à sua volta (Camarotto, 1998, p. 67). É utilizado o layout posicional quando os produtos são volumosos e são fabricados em quantidades reduzidas (Muther, 1955, p. 12).

3.1.2 LAYOUT POR PROCESSO

Todas as operações cujo tipo de processo de produção é semelhante são agrupadas, independentemente do produto processado (Camarotto, 1998, p. 68). Segundo Martins e Laugen (1998) nesse tipo de arranjo físico todos os processos e equipamentos do mesmo tipo são posicionados numa mesma área e também, operações de montagem semelhantes são agrupadas num mesmo local.

3.1.3 LAYOUT CELULAR

A principal característica desse tipo de arranjo físico é a flexibilidade quanto ao tamanho de lote por produto, permitindo elevado nível de qualidade e produtividade, diminui os estoques e o transporte dos materiais. (MARTINS et al., 2009, p.139).

3.1.4 LAYOUT EM LINHA

Os equipamentos são dispostos de acordo com uma determinada sequência de operações, ficando fixos, enquanto os materiais se movem pelos vários equipamentos (Camarotto, 1998, p. 69-70).

3.1.5 LAYOUT COMBINADOS

Segundo Martins (2009, p.140), layouts combinados ocorrem para que sejam aproveitadas as vantagens do layout funcional e da linha de montagem, em um determinado processo.

4. OBJETIVOS DE DESEMPENHO

Para todo e qualquer produto, serviço ou processo faz-se necessário a criação de um projeto, o qual tem a finalidade de conceituar e definir as características de cada uma dessas modalidades, onde terá como base decisões estratégicas durante a fase de criação, o que nos remete aos objetivos de desempenho.

Segundo Slack et al (2002) os objetivos quando desenvolvidos de forma integrada proporcionam a empresa uma alta produtividade total. Para tal a empresa deve identificar os seguintes objetivos:

- Qualidade: fazer o certo da primeira vez;
- Rapidez: disponibilizar seu produto antes dos concorrentes;
- Confiabilidade: proporcionar segurança e confiança, afinal deverá atender as necessidades dos clientes;
- Flexibilidade: capacidade para mudar;
- Custo: quanto menor o custo menor poderá ser o preço de venda.

3. ESTUDO DE CASO

3.1 A EMPRESA

A empresa escolhida para a análise do layout atua no segmento alimentício e tem o objetivo de desenvolver e industrializar alimentos desidratados no estado do Maranhão. Devido a necessidade de atender não só o varejo, mas também serviços especiais como escolas, penitenciárias, hospitais, ONGs, restaurantes populares, a empresa desenvolveu produtos como sopas, mingau, arroz, risotos e achocolatados com sabor especial feitos cuidadosamente para os consumidores que precisam de alimentos práticos e saborosos. São embalados com pacote de 200g até embalagem de 30kg para maior rendimento, onde são produzidos por dia cerca de 3500 a 4000 kg de produtos. Os produtos são distribuídos através de caminhões por todo o estado do Maranhão. Em relação ao mercado, a fábrica compete apenas com a empresa Mansur que é do mesmo segmento.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

O atual sistema produção da empresa é puxado, ou seja, a demanda gerada pelo cliente é “start” da produção. Os colaboradores que operam as máquinas são capacitados e treinados para a execução das atividades. Em relação aos insumos utilizados na produção, os mais comuns são: açúcar, arroz, legumes, embalagens e etc. O processo de produção conta com sete funcionários para a realização das atividades que são divididas em etapas do processo, conforme figura 1.

Figura 1: Fluxograma do Processo Produtivo

Na área do pátio de fabricação ficam as principais máquinas utilizadas que são: esteira, empacotadora, misturador, silo de armazenagem e máquina de selagem. Para

melhor análise do ambiente foi elaborado o layout da empresa e do pátio de produção que podem ser visualizados a seguir:

Figura 2: Layout Atual da Empresa

Figura 3: Layout do Processo Produtivo

Após acompanhar o processo produtivo, foi possível identificarmos um gargalo na etapa de empacotamento, após a máquina empacotadora/seladora, algumas embalagens não selam e acabam atrapalhando tanto a produção quanto a etapa seguinte, ou seja, impede que a produção seja contínua.

3.3 ANÁLISE CRÍTICA DO LAYOUT

O layout atual do processo produtivo pode ser definido como híbrido porque até certo ponto (empacotamento) o layout é linear, após essa etapa existe uma célula para elaboração de

selagem manual devido ao gargalo da empacotadora. Para realizar uma melhor análise do arranjo físico da empresa, o espaço total da empresa foi dividido em 42 locais menores - representando o menor espaço encontrado na empresa - para realizar a alocação dos centros de recursos de acordo com o critério de instalação e critério de localização relativa. Primeiro foi definida a questão da localização geral e definição das áreas da empresa para a possível alocação dos centros de recursos, como pode ser observado na figura abaixo:

Figura 4: Localização Geral

Depois disso, foi necessário listar os centros de recursos e suas respectivas necessidades de locais (Tabela 1).

Tabela 1: Centros de Recursos

Centros de Recursos	Necessidade de proximidade	Necessidade de Locais
Pátio de Produção	próximo dos almoxarifados e estoque	7
Produção Auxiliar	perto de estoque	3
Estoque	perto de produção e almoxarifado	4
Laboratório	longe do pátio de produção	2
Administração	perto da sala de reuniões	4
Recepção	ponto de acesso interno	3
Sala de Reuniões	longe do pátio de produção	1
Refeitório	longe do pátio de produção	2
Almoxarifado de Matéria-Prima	perto do pátio de produção	7
Almoxarifado de Embalagem	perto do pátio de produção	5
Distribuição	perto do estoque e do ponto de acesso externo	4
	Total	42

O próximo passo foi a formalização dos critérios que foram divididos em:

I - CRITÉRIOS DE INSTALAÇÃO:

- Próximo ao ponto de acesso interno;
- Próximo ao ponto de acesso externo;
- Próximo a parede externa;

II - LOCALIZAÇÃO RELATIVA:

- Próximo do pátio de produção;
- Próximo da produção auxiliar;
- Próximo ao estoque;
- Longe da produção;
- Próximo aos almoxarifados.

Em relação a esses critérios foram elaborados níveis de concordância para classificar a localização como:

- Ideal (3);
- Aceitável (2) e
- Problemática (1).

E a relação dos centros de recursos com os critérios de instalação foram categorizados em:

- Muito importante (3);
- Importante (2);
- Medianamente importante (1) e
- Nada importante (0).

O resultado dessa etapa pode ser observado nas tabelas a seguir.

Tabela 2: Relação dos locais com os critérios de instalação

Local	Acesso Interno	Acesso Externo	Parede Externa
1	3	1	3
2	3	1	2
3	3	1	2
4	3	1	2
5	2	1	2
6	1	1	2
7	1	1	2
8	1	1	2
9	1	1	2
10	1	1	2
11	1	1	2
12	1	1	2
13	1	1	2
14	1	1	2
15	1	2	2
16	1	2	2
17	1	1	3
18	1	1	3
19	1	1	3
20	1	1	3
21	1	1	3
22	1	2	3
23	1	2	3
24	1	1	3
25	1	2	3
26	1	2	2
27	1	2	1
28	1	3	1
29	1	3	3
30	1	3	3
31	1	2	3
32	1	3	3
33	1	3	3
34	1	3	3
35	1	3	3
36	2	1	3
37	2	1	3
38	3	1	3
39	1	2	1
40	1	2	1
41	1	3	1
42	1	3	1

Tabela 3: Relação dos centros de recursos com os critérios de instalação

Centro de Recursos	Acesso Interno	Acesso Externo	Parede Externa
Pátio de Produção	0	2	1
Produção Auxiliar	0	2	1
Estoque	0	3	0
Laboratório	1	0	1
Administração	1	0	1
Recepção	3	0	0
Sala de Reuniões	2	0	1
Refeitório	2	0	1
Almoxarifado de Matéria-Prima	0	2	0
Almoxarifado de Embalagem	1	2	0
Distribuição	0	3	1

Tabela 4: Notas ponderadas de localização dos centros recursos para cada local

Local	Centros de Recursos										
	Pátio de Produção	Produção Auxiliar	Estoque	Laboratório	Administração	Recepção	Sala de Reuniões	Refeitório	Almoxarifado de Matéria-Prima	Almoxarifado de Embalagem	Distribuição
1	5	5	3	6	6	9	9	9	5	5	6
2	4	4	3	5	5	9	8	8	4	5	5
3	4	4	3	5	5	9	8	8	4	5	5
4	4	4	3	5	5	9	8	8	4	5	5
5	4	4	3	4	4	6	6	6	4	4	5
6	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	5
7	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	5
8	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	5
9	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	5
10	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	5
11	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	5
12	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	5
13	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	5
14	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	5
15	6	6	6	3	3	3	4	4	6	5	8
16	6	6	6	3	3	3	4	4	6	5	8
17	5	5	3	4	4	3	5	5	5	3	6
18	5	5	3	4	4	3	5	5	5	3	6
19	5	5	3	4	4	3	5	5	5	3	6
20	5	5	3	4	4	3	5	5	5	3	6
21	5	5	3	4	4	3	5	5	5	3	6
22	7	7	6	4	4	3	5	5	7	5	9
23	7	7	6	4	4	3	5	5	7	5	9
24	5	5	3	4	4	3	5	5	5	3	6
25	7	7	6	4	4	3	5	5	7	5	9
26	6	6	6	3	3	3	4	4	6	5	8
27	5	5	6	2	2	3	3	3	5	5	7
28	7	7	9	2	2	3	3	3	7	7	10
29	9	9	9	4	4	3	5	5	9	7	12
30	9	9	9	4	4	3	5	5	9	7	12
31	7	7	6	4	4	3	5	5	7	5	9
32	9	9	9	4	4	3	5	5	9	7	12
33	9	9	9	4	4	3	5	5	9	7	12
34	9	9	9	4	4	3	5	5	9	7	12
35	9	9	9	4	4	3	5	5	9	7	12
36	5	5	3	5	5	6	7	7	5	4	6
37	5	5	3	5	5	6	7	7	5	4	6
38	5	5	3	6	6	9	9	9	5	5	6
39	5	5	6	2	2	3	3	3	5	5	7
40	5	5	6	2	2	3	3	3	5	5	7
41	7	7	9	2	2	3	3	3	7	7	10
42	7	7	9	2	2	3	3	3	7	7	10
Quantidade de Locais	7	3	4	2	4	3	2	1	7	5	4

Depois de se estabelecer a relação dos critérios, é necessário obter a nota ponderada dos centros de recursos que é realizado através do produto e soma dos resultados das tabelas 2 e 3.

Após isso é necessário visualizar o arranjo físico preliminar com a alocação dos centros de recursos nas locais disponíveis, de acordo com a tabela anterior, respeitando também os critérios de localização relativa, sendo assim elaborado um novo layout para a empresa

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para se obter o arranjo físico deve-se levar em consideração tanto grau de adequação obtido na Tabela 4 quanto a importância relativa de proximidade entre os recursos que pode ser visualizada na Tabela 1. Baseando-se nisso, o novo arranjo físico da empresa pôde ser definido da seguinte maneira:

Figura 5: Layout Proposto

Nota-se que não houve uma mudança tão significativa em relação a área produtiva, alterando apenas a localização dos almoxarifados. Mas em relação a área administrativa, houveram alterações na localização do laboratório, da sala de reuniões, refeitório e a administração em si.

Este novo layout permite uma melhor circulação dos materiais na área produtiva. Tal circulação pode ser ainda mais otimizada com a instalação de uma esteira para realizar o transporte dos insumos dos dois almoxarifados para o pátio de produção.

Outro benefício deste novo layout é que a sala de reuniões está distante da área produtiva evitando que os ruídos gerados na produção atrapalhem as reuniões. A localização do laboratório é um ponto estratégico deste novo arranjo físico, o laboratório fica relativamente perto do estoque de produto acabado para realizar as análises e distante do pátio de produção, evitando que o barulho atrapalhe a elaboração de novas fórmulas de produtos.

Em relação ao gargalo do processo produtivo, é necessária a realização de uma análise de falhas para identificar o real motivo das

paradas não programadas da linha de produção e, a partir do pressuposto, fazer as possíveis correções. É de extrema importância também que se estabeleça um programa de manutenção preventiva de todas as máquinas para que a produção ocorra de forma contínua de acordo com o planejado.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou desenvolver uma sugestão de otimização no fluxo de produção na empresa alimentícia, por meio de softwares, técnicas e metodologias trazidos na literatura. Desse modo, foram selecionadas para uso como ferramentas mais adequadas o software Bizagi, MS Excel e o método da análise de localização de recursos com base em critérios de instalação e localização relativa.

Após análise, observou-se que o arranjo físico atual não está disposto da forma ótima,

abrindo caminho para a proposta de realocação dos locais de almoxarifado, administrativo e laboratório.

Com a aplicação das ferramentas pode-se visualizar uma otimização para produção na fábrica, reduzindo movimentações desnecessárias. Especificamente, foi evidenciada uma melhora significativa quanto ao fluxo de entrada da matéria prima e saída do produto acabado com a proposta de realocação havendo a possibilidade de integrar uma esteira para esse fim no processo. Também quanto a mudança dos locais de reunião e laboratório, que foram distanciados da produção propiciando melhor desenvolvimento das atividades pertinentes. Por fim, é feita uma sugestão para continuidade de estudos para a problemática do gargalo do processo produtivo, através de uma análise de falhas e organização de manutenções preventivas.

REFERÊNCIAS

- [1]. CAMAROTTO, João Alberto. Estudo das relações entre o projeto do edifício industrial e a gestão da produção. São Paulo: Faculdade de arquitetura e urbanismo, 1998.
- [2]. JONES, Gareth R.; GEORGE, Jennifer M. *Administração Contemporânea*. 4ª edição. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.
- [3]. MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. Administração da produção. São Paulo: Saraiva, 1998.
- [4]. MUTHER, Richard. Planejamento do layout: sistema slp. São Paulo: Edgard blücher, 1978.
- [5]. MUTHER, Richard. Practical plant layout. Nova Iorque: McGraw-hill, 1955. ISBN 978-0-07-044156-9.
- [6]. SLACK, N; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.; Administração da produção. 2ª Ed., Atlas, São Paulo. 2002.

Capítulo 3

COLETA E TRANSPORTE DE ÁGUA: ANÁLISE E PROPOSTA DE PRODUTO ERGONÔMICO MODELADO EM SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA

Steffane Luiza Costa Neves

Layane Nascimento de Araújo

Iago Andrew de Oliveira Silva

Juliana Donato de Almeida Cantalice

Resumo: O presente artigo possui ênfase na descrição e detalhamento do desenvolvimento de um coletor - transportador de água para populações desassistidas, que realizam essa atividade para sua subsistência. Através de uma abordagem metodológica modelada em situação de referência na cidade de viçosa no estado de alagoas, bem como em revisão teórica aliada à pesquisa empírica através de métodos observacionais e interacionais com o referido público alvo, foi proposta uma solução de produto baseado nos princípios da ergonomia. A solução apresentada buscou atender às principais demandas ergonômicas identificadas com as análises, buscando através do design e da ergonomia, melhorar a qualidade da execução da atividade e, consequentemente, a qualidade de vida dessas populações.

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que o acesso a serviços básicos de saneamento é um direito de todos. Entretanto, na prática, há um grande desequilíbrio entre as regiões do Brasil com relação à distribuição igualitária de saneamento básico. No Nordeste, em determinadas regiões do estado de Alagoas, a ausência de água encanada é a realidade de populações que para realizarem suas atividades básicas, submetem-se por muitas vezes a condições precárias. Para ter acesso a água, essas populações necessitam recorrer a fontes alternativas, na qual realizam a coleta e o transporte através de recipientes por um longo percurso, sujeitando-se a condições inadequadas de manejo e transporte. Esses fatores, por sua vez, podem resultar em problemas ergonômicos — a curto, médio e longo prazo — prejudiciais a qualidade de vida daqueles que precisam realizar esse tipo de atividade para sua própria subsistência. Nessa perspectiva, também observou-se uma lacuna no mercado devido à não existência de produtos que adequem-se às características socioeconômicas dessas populações. Através dessa lacuna, percebe-se o importante papel do design em gerar alternativas que possam vir a solucionar as demandas relacionadas a populações desassistidas, por meio do desenvolvimento de soluções que atendam tais necessidades.

Assim, o artigo possui ênfase em um estudo de caso realizado na cidade de Viçosa, localizada no estado de Alagoas, o qual através de uma pesquisa de campo fundamentada em métodos interacionais e

observacionais, visa expor uma análise ergonômica acerca do transporte e manejo de água por parte dessas populações, seguida de uma proposta de produto que possa auxiliar os moradores de regiões que não possuem acesso a água encanada em suas casas, ou não possuem sistemas de distribuição adequados. Para tanto, foram utilizados métodos propostos por diversos autores, configurando-se em uma abordagem metodológica linear, com possibilidades de *feedbacks* flexíveis entre as fases, e modelada na situação de referência, objetivando assim, chegar a uma proposta de solução em design para o problema em questão.

2. SANEAMENTO, DESIGN E ERGONOMIA

A ausência de saneamento aliada a fatores socioeconômicos pode ser observadas em algumas localidades no estado de Alagoas, onde segundo o Decreto Nº 52.216 do Diário Oficial do Estado De Alagoas – DOEAL, foi declarado em fevereiro de 2017 estado de emergência em 77 municípios afetados pela seca. Ainda de acordo com reportagem veiculada em jornal de circulação em meio eletrônico (77 municípios de AL pedem decreto de emergência por conta da seca – Globo, 2017), já são cerca de seis anos com chuvas abaixo da média em Alagoas. Na cidade de Viçosa, localizada a 96 km da capital Maceió, no período de novembro de 2016 a fevereiro de 2017 os rios encontravam-se praticamente secos e grande parte da população não possuía água na torneira de suas casas há meses.

FIGURA 1 – Localização de Viçosa no estado de Alagoas

Fonte: autores (2017).

Para garantir a própria subsistência, diversos moradores percorrem longos trechos transportando recipientes para buscar água em fontes alternativas como poços, cacimbas e bicas, submetendo-se por muitas vezes a condições físicas inadequadas, em virtude da ausência de um objeto ergonomicamente apropriado para esta coleta, manejo e transporte. Nessa perspectiva, o papel do designer consiste em desenvolver soluções que sejam capazes de suprir as necessidades dos usuários. Bonsiepe (2012), acrescenta que a função do design está justamente na otimização da relação usuário e produto, contribuindo para o processo de desenvolvimento deste de forma integrada, onde a aparência do produto não deve ser interpretada de forma especial como algo agregado, mas sim conforme a estrutura da solução.

Sendo o design um campo multidisciplinar, além dos aspectos emocionais, morfológicos e funcionais, a ergonomia deve ser parte integrante do desenvolvimento de produtos, uma vez que, conforme o conceito da Associação Brasileira de Ergonomia – ABERGO (2000), a mesma caracteriza-se como estudo das interações das pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente, objetivando intervenções e projetos que visem melhorar, de forma integrada e não dissociada, a segurança, o conforto, o bem-estar e a eficácia das atividades humanas. Niemeyer (2008), afirma que pode-se discutir o papel do designer em processos de intervenção através da análise ergonômica, de forma que este deverá conhecer as tendências correntes e os inúmeros parâmetros que as guiam.

Com isso, realizou-se uma análise em situação de referência na cidade de Viçosa localizada no estado de Alagoas, como ilustra a Figura 1, objetivando integrar o design, a ergonomia e a inovação através da identificação de demandas durante a coleta, manejo e transporte de água de populações desassistidas. Visando assim, desenvolver uma solução para a melhoria da qualidade de vida dos usuários, tendo em vista que os materiais e métodos atualmente utilizados não são adequados para a atividade e para o conforto físico dos mesmos.

3. METODOLOGIA

De acordo com Löbach (2001), todo processo de design é tanto um processo criativo como um processo de solução de problemas. O autor coloca que o processo de design pode se desenvolver de forma complicada dependendo da magnitude do problema a ser resolvido, e para tanto, esse processo é dividido em quatro fases distintas. Tais fases projetuais são: I) Análise do problema; II) Geração de alternativas; III) Avaliação das alternativas; e IV) Realização da solução do problema. Com base nisso, para o estudo apresentado, foi utilizada uma abordagem metodológica modelada, adaptando as fases propostas por Löbach (2001) e complementando-as com diversas ferramentas propostas por teóricos. Contudo, a pesquisa contará com uma metodologia projetual linear, com possibilidades de *feedbacks* flexíveis entre as fases, objetivando assim, chegar a uma solução de produto ideal para o problema abordado. A Estrutura Analítica do Projeto (EAP), configurou-se da forma apresentada na Figura 2.

Dentre as etapas realizadas na fase de análises destacam-se a utilização dos 5 Porquês, a entrevista no local de referência e etapa de análise da tarefa. A primeira consiste em uma proposta de Baxter (2005), que leva à exploração e expansão do problema. A ferramenta dos 5 porquês, podem revelar um novo conjunto de soluções potenciais, e através de sua aplicação percebeu-se que a causa dos problemas em questão, está intrinsecamente relacionada à ausência de um objeto que proporcione o transporte e manejo de água de forma ergonomicamente adequada e impactando positivamente na qualidade de vida dessa população. A responsabilidade governamental quanto à resolução dos problemas relacionados ao abastecimento de água, também foi indicada como uma das justificativas para a ausência de produtos que se adequem às características socioeconômicas dos usuários.

A seguir, deu-se início a uma análise de usuário, etapa onde o projetista conhece o universo do referido público-alvo e suas características. Para a realização desta análise, a equipe estabeleceu como situação de referência, um estudo de caso de da cidade de Viçosa-AL, na qual vinha sofrendo com um dos maiores índices de falta de

abastecimento de água encanada do estado nos últimos meses.

FIGURA 2 – Estrutura Analítica do Projeto (EAP).

Fonte: autores (2017).

A primeira ferramenta realizada foi a Entrevista, que consiste em um método interacional cujo principal objetivo é reunir dados referentes a informações pessoais dos usuários, bem como desejos e necessidades acerca do problema central. Assim, foram realizadas entrevistas de caráter semiestruturado e abertas, aplicadas com 10

pessoas residentes na cidade de Viçosa-AL, que necessitam coletar e transportar água de fontes como poços, cacimbas, bicas e caminhões-pipa oferecidos pela prefeitura da cidade semanalmente. Com os dados coletados, foi possível destacar os importantes aspectos transcritos na Figura 2.

FIGURA 3 – Dados coletados em entrevista.

Fonte: autores (2017)

Uma das etapas mais importantes do projeto foi a Análise da Tarefa, que trata-se de uma das etapas da Análise Ergonômica do Trabalho (AET), proposta por Vidal (2008) e Wisner (1987), consistindo em um método que assegura a positividade da transformação por suas características e propriedades de foco, ordenação e sistematicidade, a partir da aplicação de métodos observacionais e interacionais. Nesta fase, é analisado como o usuário pesquisado comporta-se durante a execução de suas atividades, assim como os procedimentos, equipamentos, ambiente e condicionantes temporais que influenciam diretamente ou indiretamente no exercício da mesma. Para realizar esta etapa, foi feita uma pesquisa de campo em alguns pontos do

centro da cidade de Viçosa-AL, e posteriormente foi utilizada a ferramenta *Shadowing*, que é um método de pesquisa desenvolvido pela IDEO, empresa internacional de Design, que busca através de uma observação intensa por um período de tempo informações preciosas sobre contextos onde um determinado produto está inserido.

Nesta etapa, a equipe de projeto utilizou-se de métodos observacionais, através de registros fotográficos, filmagens e anotações, para obtenção de informações importantes a respeito da usabilidade do produto estudado: os coletores e transportadores de água utilizados pelo público em Viçosa-AL. Como pode-se observar nas figuras abaixo:

FIGURA 4 – Moradores carregando água em Viçosa, AL.

Fonte: acervo dos autores (2017).

Nesta etapa, também foi feita uma análise com base na antropotecnologia (Wisner, 2003) conforme a Figura 4. A mesma consiste em analisar as etapas de relacionamento do usuário com um produto ou serviço, através de métodos interacionais, que possibilitam a imersão da equipe de projeto na atividade realizada pelo público pesquisado e descreve os passos percorridos antes, durante e depois da sua utilização.

O termo antropotecnologia partiu das palavras Antropologia – ciência que estuda a humanidade – e Tecnologia – conjunto ordenado de saberes com fins específicos. A antropotecnologia busca adaptar as intervenções nas situações de trabalho, particularmente nas transferências de tecnologias, analisando fatores técnicos, culturais, sociais, econômicos, geográficos, jurídicos, dentre outras peculiaridades da situação” (WISNER, 2003).

FIGURA 5 – Membros da equipe do projeto realizando a tarefa.

Fonte: acervo dos autores (2017).

Após as ferramentas aplicadas na análise da tarefa, realizou-se uma Análise Ergonômica da Atividade, tanto por aplicação de métodos observacionais, através de coleta de dados audiovisuais para análise do usuário em si, como de métodos interacionais, realizados pela própria equipe de projeto. Após a análise ergonômica, foi possível estabelecer os problemas ergonômicos recorrentes no transporte e coleta de água pelo público alvo abordado, apresentados no Quadro 1 a seguir:

QUADRO 1 – Relação de problemas ergonômicos. Fonte: autores (2017).

PROBLEMAS ERGONÔMICOS IDENTIFICADOS
INADEQUAÇÃO POSURAL NO LEVANTAMENTO DE CARAS
ALONGAMENTO VERTICAL EXCESSIVO DOS BRAÇOS
EXCESSO DE CARGA TRANSPORTADA
PRESSÃO/DESCONFORTO NA MÃO
PEGAS INADEQUADAS PARA A ATIVIDADE
PICOS DE TENSÃO
DESLOCAMENTO DE PESO EXCESSIVO
ASSIMETRIA DO PESO DA CARGA

Com base nos dados levantados, torna-se possível definir os requisitos e parâmetros projetuais utilizados para verificar as necessidades do mercado e dos referidos

usuários, bem como suas demandas, estabelecendo os principais dados qualitativos e quantitativos do projeto, como mostra o Quadro 2 a seguir.

QUADRO 2 – Requisitos e parâmetros projetuais. Fonte: autores (2017).

REQUISITOS	PARÂMETROS
Atender aos requisitos Ergonômicos propostos pelos autores apresentados no trabalho [Iida, 2005; Dul e Weerdmeester, 2004].	Ser ergonômico e projetar para atender as necessidades físicas dos usuários.
Boa manobrabilidade	Minimização do esforço através de indicações ergonômicas
Aumentar a capacidade do transporte de água em litros.	Desenvolver um recipiente ergonômico com capacidade mínima de 28L.
Minimizar a quantidade de viagens necessárias para a atividade.	Desenvolver um recipiente ergonômico com capacidade mínima de 28L.
Minimizar o esforço durante o transporte da carga.	Utilizar características de equipamentos de transporte na configuração do produto.
Adequar a pega/manejo a atividade executada.	Utilizar indicações ergonômicas referentes a pegas e manejos adequados à atividade exercida.
Analisar as possibilidades de filtragem da água no produto.	Verificar materiais com propriedades que não influenciem nas características da água.
Garantir o armazenamento adequado.	Desenvolver características morfológicas que impossibilitem o desperdício da água durante se transporte.

Após a definição dos requisitos e parâmetros projetuais, utilizou-se a ferramenta denominada Matriz de GUT proposta por Kepner e Tregoe (1981), cujo principal objetivo é hierarquizar os requisitos de acordo com sua relevância. A mesma possui como objetivo classificar em ordem decrescente de pontos, os requisitos a serem solucionados com prioridade durante o processo.

Dessa forma foi constatado após a aplicação da ferramenta, que os critérios em questão apresentam a seguinte ordem de relevância: 1) Ser ergonômico; 2) Minimizar esforço durante o transporte da carga; 3) Minimizar quantidades de viagens necessárias; 4) Adequar pega/manejo à atividade; 5) Aumentar capacidade de transporte de água em litros; 6) Possuir boa manobrabilidade; 7) Garantir armazenamento adequado para a água; 8) Possibilidade de filtragem da água coletada.

3.1 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS

Löbach (2001) afirma que depois do início do processo de design, analisa-se o problema com seu entorno, e em seguida são geradas as alternativas para o mesmo. É a fase da produção de ideias baseando-se nas análises realizadas, onde a mente precisa trabalhar livremente, sem restrições, para gerar a maior quantidade possível de alternativas.

Tendo isso em vista, foram utilizados métodos de criatividade como o Método 635, o Método de Seleção de Oportunidades e MESCRAI, todas ferramentas propostas por Baxter

(2005), com o objetivo de gerar um maior número de alternativas. O produto final foi proposto com base nos requisitos e parâmetros projetuais previamente estabelecidos neste artigo. Assim, o mesmo foi pensado para reduzir o esforço dos usuários que necessitam coletar água em fontes alternativas para suas residências, bem como reduzir o número de viagens que esses realizam para tal atividade. Para isso, foram estudados e analisados conceitos ergonômicos apresentados anteriormente, bem como mecanismos e materiais que pudessem auxiliar nesse transporte. A seguir, será apresentada a composição final do produto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O coletor e transportador de água foi desenvolvido visando atender aos requisitos e parâmetros projetuais estabelecidos ao longo do processo projetual. Dessa maneira, têm-se que a forma cilíndrica do produto, ilustrada na Figura 5, foi pensada para que o mesmo pudesse rolar e ser facilmente empurrado, além de aproveitar todo o seu interior como fonte de armazenamento de água e pré-filtragem. A parte de armazenamento de água é dividida em 4 partes iguais, que encaixam-se umas às outras para obtenção do sistema como um todo. Cada módulo individual apresenta aberturas e um sistema de pré-filtragem funcionando como recipiente de armazenamento quando não estiver sendo utilizado como componente para o sistema de transporte e rolagem.

FIGURA 6 – Ilustração digital.

Fonte: Autores (2017).

O produto proposto apresenta como material principal polímero, tipo PET translúcido, o que poderá conferir maior durabilidade quanto aos desgastes ao qual será submetido quando passar por caminhos irregulares. O polímero revestirá a parte do corpo do produto e possuirá uma espessura de 5 mm. Em seu interior será utilizada uma camada de alumínio como revestimento, com o objetivo de auxiliar o processo de pré-filtragem através da absorção do calor e o aumento de temperatura da água coletada.

Em suas dimensões, o produto possuirá altura total (corpo do produto e alça) de 1,20m e altura apenas do recipiente de 36 cm, largura de 50 cm e raio de 18 cm, com o objetivo de maximizar o armazenamento de água. Tais medidas foram conferidas para que se garantisse uma capacidade de 50 litros de água que poderá ser carregada por cada viagem do público-alvo durante a utilização do produto, em virtude de que os usuários carregavam aproximadamente 28 litros por viagem.

A alça do produto apresenta material de aço tubular, com dimensões de 20mm de espessura, e altura de 1,02 m. Esse material foi escolhido pois proporciona maior resistência e fácil moldagem. A pega/manejo foi pensada seguindo os conceitos ergonômicos para manejo grosseiro com formato anatômico. O material escolhido foi silicone, já que o mesmo poderá ser acoplado à alça e movimentado.

Como citado anteriormente, o produto possui 4 partes iguais que são encaixadas umas às outras e podem ser utilizadas separadamente. O usuário desencaixa a alça do produto, manuseia um de seus recipientes e o enche de água. Após a coleta, os módulos são agrupados através de encaixes macho e fêmea, resultando em uma forma única cilíndrica, ideal para facilitar o rolamento. Para o manuseio e transporte, o produto dispõe de pegas anatômicas para maior conforto físico durante o manejo grosseiro, e o usuário posiciona a alça de acordo com a sua altura e o empurra até o seu destino final. Como pode ser observado na Figura 6 a seguir.

FIGURA 7 – Esquema de usabilidade.

Fonte: autores (2017).

Visando o conforto físico do usuário, o produto foi desenvolvido seguindo os critérios da ergonomia previsto nas etapas de análise da tarefa e análise ergonômica vistas nos estudos realizados anteriormente. Assim, a alça do produto, na posição de 90º graus, localiza-se a 1,2 metros do chão, possibilitando ao usuário ajustar sua inclinação de acordo com sua altura, utilizando-se do peso do usuário para facilitar a movimentação do mesmo. A pega de silicone localizada na alça do produto possui formato anatômico, facilitando o manuseio e oferecendo maior conforto durante a execução da atividade, uma vez que a pega anatômica, evita criar picos de tensão e estrangulamento dos vasos sanguíneos, não criando incômodos táteis.

Cada módulo do produto individualmente apresenta formato de um quarto de círculo. As divisões facilitam ao usuário a movimentação do líquido, uma vez que cada módulo comporta aproximadamente 12,5 litros (equivalente a aproximadamente 12,5kg), garantindo que o usuário consiga movimentá-lo sem realização de esforços extremos. As pegas disponíveis em cada módulo possibilitam, caso necessário, que o usuário carregue ao mesmo tempo, de forma equivalente, um módulo em cada mão. Essa utilização é recomendada para quando o usuário estiver armazenando o produto em sua residência.

Dessa maneira, têm-se que os mecanismos adotados na concepção da proposta de produto, foram conferidos seguindo embasamentos teóricos com base nos princípios da ergonomia, visando garantir melhor usabilidade e bem-estar físico para os usuários durante a coleta, manejo e transporte do produto em questão.

5. CONCLUSÃO

A pesquisa aqui abordada foi realizada através da análise e vivência da situação de referência da cidade de Viçosa-AL, onde foi possível observar que os materiais e métodos utilizados pela população local para coleta e transporte de água, não são adequados para a realização desta atividade, podendo acarretar em problemas ergonômicos a curto, médio e longo prazo, em virtude das condições físicas inadequadas, tais como: postura incorreta, transporte excessivo de carga, pegas e manejos inapropriados, resultando em um esforço imoderado dos usuários.

Desse modo, com as ferramentas metodológicas utilizadas e apresentadas no desenvolvimento do projeto, chegou-se aos requisitos e parâmetros projetuais que nortearam a etapa de geração de alternativas, e através de modelagens tridimensionais e *mockups* foi possível chegar à proposta de solução final apresentada anteriormente.

A solução visa atender às principais necessidades identificadas pela equipe, como diminuir ergonomicamente o esforço físico e o número de viagens que são dados pelo público que realiza essa atividade de coleta e transporte de água. Além de que, foi também proposto um método de pré-filtragem para ajudar a acelerar o consumo da água coletada.

Em suma, o projeto proposto visa atender às expectativas apresentadas inicialmente, que

consiste na melhoria da atividade de coleta e transporte por parte das populações desassistidas que não dispõem de água encanada em suas residências e/ou que por algum motivo passa por uma situação mesmo que temporária de escassez de água, objetivando assim, melhorar a qualidade de vida desse público, garantindo menos desconforto físico durante a execução dessa atividade.

REFERÊNCIAS

- [1]. ABERGO (Associação Brasileira de Ergonomia). O que é Ergonomia? Disponível em: <<http://www.abergo.org.br/>>, último acesso em 07 de março de 2017.
- [2]. BAXTER, M. R. Projeto de Produto: Guia Prático para o Design de Novos Produtos. São Paulo: Editora Blücher, 2005.
- [3]. _____. Projeto de Produto: Guia Prático para o Design de Novos Produtos. São Paulo: Editora Blücher, 2015.
- [4]. BONSIPE, Gui. Design como prática de projeto. São Paulo: Blucher, 2012.
- [5]. BROWN, Tim. Design thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas idéias. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- [6]. LÖBACH, Bernd. Design Industrial: Bases para a configuração dos produtos industriais. Tradução de Freddy Van Camp. São Paulo: Blucher, 2001.
- [7]. NIEMEYER, L. Código de ética para designers. Disponível em <<http://www.design.com.br/blog/codigo-de-etica-para-designers/>>. Acesso em: 09/05/2017.
- [8]. VIDAL, M. C. R. Guia para Análise Ergonômica do Trabalho (AET) na empresa: uma metodologia realista, ordenada e sistemática. Rio de Janeiro: Virtual Científica, 2008.
- [9]. WISNER, A. A Inteligência no Trabalho: Textos selecionados de Ergonomia. 2º ed. São Paulo: FUNDACENTRO, 2003.
- [10]. _____. Por dentro do trabalho: ergonomia, método e técnica. Tradução Flora Maria Gomide Vezzà. São Paulo: FTD / Oboré, 1987.

Capítulo 4

O PROBLEMA DE CORTE DE CHAPAS DE AÇO: UM MODELO DE OTIMIZAÇÃO LINEAR PARA MAXIMIZAR A UTILIZAÇÃO DE CHAPAS

Karolyne Pereira De Oliveira

Francisco Filipe Cunha Lima Viana

Mônica Frank Marsaro

Resumo: O grande aumento da competitividade do mercado industrial impulsionou pequenas, médias e grandes empresas a focarem na redução de custos, porém, sempre mantendo a qualidade em um nível adequado. As empresas buscam diversas técnicas e ferramentas facilitadoras que auxiliem na tomada de decisão, buscando sempre alcançar a redução de desperdício e maximização dos lucros. O presente trabalho fundamentou-se na análise do processo de recorte de chapas de aço, identificando sua capacidade de desperdício de matéria-prima. Foi apresentado o problema de corte unidimensional encontrado na empresa estudada, o qual consiste em recortar um objeto maior, em objetos menores, buscando o melhor arranjo para que a demanda seja atendida e o uso do material seja otimizado. Para isso foi desenvolvido um modelo de otimização de programação linear, do tipo maximização, levando em consideração fatores específicos ao problema estudado. Para validação do modelo foi considerado um cenário elaborado pela empresa e posteriormente a comparação com os planos de corte propostos pelo software. Após a validação do modelo foi possível observar e demonstrar a diferença de material desperdiçado, sendo esta reduzida quase pela metade quando aplicado o método proposto.

1. INTRODUÇÃO

A crescente invariabilidade do sistema de mercado traz profundas complexidades de planejamento e controle para processos de manufatura. Isto se torna mais perceptível em processos repetitivos e com variabilidade alta de produtos (SLACK, 2014). Em indústrias metalúrgicas, por exemplo, processos convencionais rígidos se tornam um fator decisivo para adaptação à demanda, principalmente quanto aos recursos e métodos de operacionalização; tais como para os processos de corte, dobra, cisalhamento, lixamento e outros processos semelhantes. A partir disto, a otimização pode promover tal adaptação em fatores como em melhorias econômicas, técnicas ou operacionais, tendo como benefícios principais a maximização de lucro total, maximização da produção para uma determinada capacidade operacional, e a redução da produção de insumos indesejáveis (KALID, 2015). No entanto, para que estes resultados sejam possíveis, o planejamento e controle da produção surge como uma premissa, evitando efeitos contrários aos benefícios.

Como é apresentado neste estudo, além da própria complexidade técnica do processo, definir e planejar um plano de corte adequado que respeitem utilização de materiais e máquinas, se torna um processo crucial quando atendendo a demanda. Assim, problemas como os de corte surgem como um limitante ao planejamento, tendo um tratamento minucioso para melhor sequenciar os recortes de variados tamanhos das matérias-primas.

O problema de corte bidimensional guilhotinado está presente em diversos tipos de indústria, como de papel, bobinas de aço e outros. Ele consiste basicamente em produzir o melhor arranjo de um conjunto de peças menores, que serão cortadas a partir de peças maiores otimizando um objetivo, seja cortar o maior número de peças ou reduzir a perda gerada (ANDRADE et al., 2009).

O presente estudo foi desenvolvido em uma empresa do ramo de metalurgia, fundamentando-se na análise do processo de recorte de chapas de aço, e identificando sua capacidade de desperdício de matéria-prima. Foi apresentado o problema de corte unidimensional encontrado na empresa estudada, o qual consiste em recortar um

objeto maior, em objetos menores, buscando o melhor arranjo para que a demanda seja atendida e o uso do material seja otimizado. Para isso foi desenvolvido um modelo de otimização de programação linear, do tipo maximização, levando em consideração fatores específicos ao problema estudado. Utilizou-se de informações de demanda dos produtos para estabelecer um comporativo de ganho no processo de planejamento de corte de chapas elaborado pela empresa e o modelo matemático estruturado proposto.

A estrutura do trabalho segue orientado primeiramente pela apresentação do modelo de corte unidimensional. Na seção seguinte, é exposto o a descrição do processo de corte na empresa estudada assim como as restrições e especificidades do processo. O modelo matemático estruturado para empresa é definido logo após, apontando as principais relações matemáticas operacionais para o plano de corte. Finalmente, os testes e resultados são discutidos mostrando a os benefícios alcançados com a proposição do modelo.

2. PROBLEMAS DE CORTE

Os problemas de corte e empacotamento vem sendo estudados há muitas décadas, o pioneiro foi o matemático e economista soviético Leonid Vitaliyevich Kantorovich publicando seus estudos para estruturar a redução de perdas (*trim loss*) para um corte (KANTOROVICH, 1960, MOSQUERA, 2007) usando programação linear. Sua influência gerou o desenvolvimento de outros problemas similares (EILON, 1960; METZGER, 1958; PAUL E WALTER, 1954; GOULIMIS, 1990), atribuindo-se também uma relevância ao desenvolvimento da área para geração de colunas para cortes (GILMORE E GOMORY, 1961). Este último permitiu o entendimento de avaliações prévias de cortes padrões em objetos em estoque, evitando que desperdícios de matéria prima fossem gerados.

Segundo Santos (2006), o problema de corte consiste em dada uma unidade maior, dividi-la em unidades menores, tentando otimizar um objetivo – como, por exemplo, obter o maior número de itens possível, ou minimizar a perda de material. Este é um problema que ocorre frequentemente em sistemas de produção industriais que contêm processos de corte, como em chapas metálicas, peças de tecido, bobinas de papel e alumínio,

dentre outros. A combinação dos itens dentro do objeto é chamada de padrão de corte, que no caso bidimensional, devem atender a diversas restrições físicas determinadas pelo tipo de material e equipamento de corte.

De acordo com Hoto *et al.* (2003) os padrões de corte compartimentados são comuns em empresas do ramo de metalurgia que necessitam efetuar o recorte da bobina. Estas bobinas são identificadas pelo seu peso sua largura, espessura do aço e pelo teor de carbono da liga, determinante da dureza do aço. A demanda é estruturada por especificações determinadas (largura, peso e espessura) que devem ser cortadas de uma bobina de tamanho maior.

Os métodos de otimização para cortes em chapas metálicas se estendem a processos instáveis de corte, no caso de itens sem formas padrões, desenvolve-se caminhos de cortes semelhantes ao problema do cacheiro

viajante, obtendo um plano de corte adequado que reduz utilização de material (PETUNIN *et al.*, 2016).

Os problemas de corte podem ser classificados de acordo com as dimensões que são relevantes durante o processo. A dimensionalidade corresponde ao mínimo número de dimensões necessárias para representar a geometria dos cortes. Classifica-se tal parâmetro em unidimensional, bidimensional, tridimensional e multidimensional (DYCKHOFF, 1990).

O problema de corte abordado neste trabalho é unidimensional, sendo um problema de otimização combinatória, e buscando obter itens de tamanhos específicos a partir do corte de objetos em estoque tal que se obtenha o maior valor de utilidade total, dado pela soma dos itens utilizados para produção (MOSQUERA, 2007). A Figura 4 demonstra como é feito um corte unidimensional.

FIGURA 1 - Corte Unidimensional.

Fonte: MOSQUERA (2007)

Por razões técnicas, o número de cortes numa bobina do estoque e de recortes numa bobina intermediária é limitado, de modo que devem ser definidas bobinas intermediárias com larguras admissíveis pelo laminador e compostas de fitas compatíveis entre si. Essas bobinas intermediárias são cortadas de uma bobina em estoque e, delas são cortadas as fitas, de modo que os padrões de corte devem ser estruturados em compartimentos, cujos tamanhos são determinados previamente (HOTO *et al.*, 2003).

3. O PROBLEMA DE CORTE NA EMPRESA

O presente estudo foi realizado em uma indústria metalúrgica que fabrica diferentes perfis e tubos metálicos para empresas de construção de civil. O processo de produção destes produtos, representado na figura 1, é derivada do corte de bobinas de aço, sendo então transformadas em tubos e perfis de acordo com a especificação de cada produto final.

FIGURA 1 – processo de produção de perfis e tubos

A chapa de aço, matéria-prima, varia de acordo com seu tipo de laminação ou tratamento químico, (*fin a quente, LQ, fin a frio, LF, galvanizada, ZC*). Estas chapas

apresentam uma especificação comum quanto ao comprimento e largura, conforme visto na figura 2.

FIGURA 2 – Plano de corte da chapa de aço

A figura 2 projeta um exemplo de plano de corte. A linha tracejada representa o corte feito na chapa, obtendo assim os rolos *slitados* – produto intermediário do processo de produção – com diferentes larguras. As larguras diferenciadas dos rolos *slitados* possibilitam diferentes maneiras de corte das chapas, definidas de acordo com os destinos de utilização destes rolos. Estes, podem seguir para máquina de produção de perfis ou de tubos, satisfazendo a demanda destes; ou estoque. No caso do estoque, gera-se um desperdício, pois a máquina de corte é configurada somente com uma chapa inteira, sendo necessário o corte prévio de outros rolos mesmo não sendo demandados, um

ponto de decisão crítico para o processo. Neste sentido, a estratégia é utilizar dados históricos para identificação dos perfis ou tubos com maiores fluxos de saída, ao mesmo tempo que não se gere muita sobra, fator que implica nos custos da empresa.

A dimensão espessura varia de acordo com a laminação, tendo esta última um conjunto de espessuras que dependem das especificações do produto final. Para que se corte chapas com espessuras diferentes é necessária uma faca específica para cada medida, delimitando assim um plano de corte para cada tipo de espessura toda vez que existir demanda de produtos. Tais espessuras são demonstradas na tabela 1:

Tabela 1 - Espessuras de Chapas

Tipo de Laminação	LF	LQ	ZC
Larguras das tiras	0,90	1,80	0,95
	1,06	2,00	1,25
	1,20	2,25	1,55
	1,50	2,65	1,95
	1,90	3,00	
	3,00	3,35	
		3,75	
		4,25	
		4,75	

Ainda considera-se uma perda significativa de matéria-prima, uma perda intrínseca à atividade de transporte e armazenamento que ocasionam avarias e oxidações no material, sendo eliminadas no corte, estima-se um intervalo entre 4 mm a 10 mm de refilo.

5. MODELAGEM

A formulação matemática foi baseada na proposta do problema de corte em uma indústria de papel desenvolvido por Harjunkoski (1999), e pela interpretação do estudo realizado por Lecce e Soler (2015). Assim, considera-se o problema de cortar chapas de aço com comprimento e largura, C e L , definidos; e espessura em quantidade variadas, E , de acordo com o tipo laminação j de cada conjunto de chapas B .

Seja P o conjunto de diferentes produtos intermediários, p_i , a serem produzidos, l_i , corresponde a largura destes produtos a ser cortado. Além destes, d_i , corresponde a quantidade de itens demandado (produto final) a ser a ser cortado, que corresponde ao próprio produto intermediário p_i . A soma das larguras dos produtos intermediários a serem cortados devem ser maiores do que $L - \Delta_{\max}$ e menores do que $L - \Delta_{\min}$, em que Δ diz respeito a uma determinada tolerância de corte. Devido ao tamanho da largura, L , da chapa, atribui-se uma quantidade máxima de produtos a serem cortados determinada a partir da mínima largura dos produtos P com espessura j .

PARÂMETROS:

b_i : chapa i a ser cortada, $i=1, 2, \dots, B$;

C : comprimento da chapa b_i ;

L : largura da chapa b_i ;

w_j : tipo de laminação j , $j=1, 2, 3$;

e_j : espessura correspondente ao tipo de laminação j ;

p_k : produto intermediário k a ser cortado, $k=1, 2, \dots, K$;

d_k : demanda de produto k a ser atendida;

$\Delta_{\max}$: tolerância máxima a ser cortada da chapa b_i ;

$\Delta_{\min}$: tolerância mínima a ser cortada da chapa b_i ;

VARIÁVEIS:

l_k : largura do produto intermediário k ;

x_k : quantidade a ser cortada do produto intermediário k

A formulação matemática definida para este problema é descrita pelas relações abaixo em que a (1) função objetivo visa atender a maximização do uso da chapa de aço através do corte da matéria prima para atender a demanda, e gerar o mínimo de sobras na largura da bobina para o estoque.

$$\text{Max} \sum_{k=1}^K l_k \cdot x_k \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{k=1}^K l_k \cdot x_k \geq (L - \Delta_{\max}) \quad (2)$$

$$\sum_{k=1}^K l_k \cdot x_k \leq (L - \Delta_{\min}) \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^K x_k \leq (L / \min l_k) \quad (4)$$

$$l_k, x_k \geq 0, k = 1, 2, \dots, K \quad (5)$$

A restrição (2) (3) propiciam a geração de um plano de corte que esteja no intervalos de tolerância (refilo) a ser descartado. O somatório da restrição (4) garante que não se estabeleça o máximo de quantidade de cortes para menor largura do produto intermediário para cada espessura.

6. TESTES E RESULTADOS

Como supracitado, devido às configurações de *setup* da máquina, é necessário formular um plano de corte que gere o produto intermediário (rolo *slitado*) para cada chapa com laminação e espessura específica, definido a partir do perfil ou tubo demandado. Partindo de um conceito matemático, cada plano de corte consiste na elaboração de um modelo matemático. Leva-se em consideração, ainda, a variedade de perfis ou tubos que podem ser cortadas para cada espessura (Portfólio de produtos), sendo representada na tabela 2 pela variável p_i dada em cada espessura.

Os dados utilizados nesta pesquisa foram obtidos por meio de pesquisa documental através de registros internos da empresa, buscando as medidas e quantidades dos rolos *slitados* demandados. O período de estudo escolhido foi 06/06/2016 a 10/06/2016.

Para cada dia da demanda demonstrada, foi elaborado pela empresa um plano de corte específicos para cada produto, e em seguida comparou-se resultado do modelo sugerido com a utilização computacional do software Lindo.

Tabela 2 – Especificações de produtos e histórico de demanda 06/06/2016 a 10/06/2016

Tipo de laminação	Espessura	Portfólio de produtos	Demanda			
			Data	Produto	Largura (mm)	Quantidade
LF	0,90	p1, p2, p3, p4, p5, p6	06/06	p2	79,5	4
LF	0,90	p1, p2, p3, p4, p5, p6	06/06	p3	99,5	1
LQ	1,80	p1, p2, p3, p4, ..., p20, p21, p22	06/06	p16	172	4
LQ	4,75	p1, p2, p3, p4, ..., p20, p21, p22	07/06	p9	207	2
LQ	4,75	p1, p2, p3, p4, ..., p20, p21, p22	07/06	p16	179	1
LF	1,20	p1, p2, p3, p4, p5, p6, p7	07/06	p5	139	3
LF	3,00	p1, p2, p3, p4, p5, ..., p18, p19	08/06	p4	168,8	1
ZC	1,55	p1, p2, p3, p4, p5, p6, p7, p8	08/06	p2	78	9
LF	3,00	p1, p2, p3, p4, p5	09/06	p7	238,8	1
LQ	2,00	p1, p2, p3, p4, p5, ..., p18, p19	09/06	p12	170,2	2
LQ	4,75	p1, p2, p3, p4, ..., p20, p21, p22	10/06	p11	282,4	1
LF	1,55	p1, p2, p3, p4, p5, p6, p7, p8	10/06	p1	57	5
LF	1,55	p1, p2, p3, p4, p5, p6, p7, p8	10/06	p6	157,5	2

Objetivando confrontar as programações de corte elaboradas pela empresa e as programações sugeridas pelo modelo, a tabela 3 mostra a redução da sobra de chapa

de aço (refilo) dos planos de cortes realizados pela empresa (PcE) e dos planos de corte propostos pelo modelo (PcM).

Tabela 3 - Resultados obtidos entre 06/06 e 10/06

Data	Demanda	Refilo PcE	Custo PcE	Refilo PcM	Custo PcM
06/jun	p2	90 Kg	R\$ 271,44	50,4 Kg	R\$ 152,01
06/jun	p3				
06/jun	p16	86,4 Kg	R\$ 213,41	42 Kg	R\$ 103,74
07/jun	p9	76,8 Kg	R\$ 180,48	50,4 Kg	R\$ 118,44
07/jun	p16				
07/jun	p5	105,6 Kg	R\$ 277,52	79,2 Kg	R\$ 208,14
08/jun	p4	62,4 Kg	R\$ 147,20	39,6 Kg	R\$ 93,42
08/jun	p2	60 Kg	R\$ 172,62	39,6 Kg	R\$ 113,93
09/jun	p7	87,6 Kg	R\$ 206,65	40,8 Kg	R\$ 96,25
09/jun	p12	56,4 Kg	R\$ 138,18	39,6 Kg	R\$ 97,02
10/jun	p11	76,8 Kg	R\$ 180,48	39,6 Kg	R\$ 93,06
10/jun	p1	80,4 Kg	R\$ 231,31	60 Kg	R\$ 172,62
10/jun	p6				
Total		782,4 Kg	R\$ 2.019,29	481,2 Kg	R\$ 1.248,62

O plano de corte elaborado pela empresa, resultou em uma perda de 782,40 Kg de bobina não utilizada, enquanto os planos de corte desenvolvidos pelo modelo proporcionariam uma perda de 481,20 Kg. Assim, este refilo gerado corresponderia à 61,5% do refilo gerado pelo plano de corte da empresa, reduzindo em 38,5% o desperdício da chapa de aço. Levando em consideração o custo total da compra das chapas para atender a demanda, o histórico semanal dos planos de corte elaborados pela empresa resulta em um custo de R\$2.019,29. Em contrapartida, baseados na demanda, os planos de corte sugeridos pelo modelo proporcionariam um custo de R\$1.248,62.

7. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho considerou o problema de corte de chapas de aço em uma indústria de metalurgia a partir da interpretação do modelo de corte elaborado por Harjunkoski (1999). É importante destacar a interação obtida entre a demanda instável de mercado e o processo

de elaboração de corte das chapas através do desenvolvimento do modelo, permitindo ser uma ferramenta adequada e rápida para tomada de decisão. Foi possível estabelecer a melhor combinação ótima dos itens a serem cortados proporcionando redução consideráveis no resíduo e custos da empresa, mesmo a curto e longo prazo.

Com a aplicação do método proposto, a empresa pode reduzir, em uma semana, 38,5% na produção de resíduos; e consequentemente reverter isto em produção de produto intermediário e final. Dessa maneira, quanto maior for o período observado, mais eficiente o modelo será.

Pretende-se estruturar o modelo para que se atenda os planos de cortes de forma único, sendo mais um atrativo para melhoria do processo de planejamento do corte. Métodos heurísticos de resolução como Algoritmo Genético podem gerar sequências ótimas de cortes atrelando estudos de previsão de demanda para direcionar a melhor escolha de produtos destinados ao estoque, sendo um elo com o comportamento de mercado.

REFERÊNCIAS

- [1]. ANDRADE, M. S. F. de; SOUZA, S. R. De; TEMPONI, E.C.C. Um algoritmo evolutivo híbrido aplicado à solução do problema de corte bidimensional guilhotinado. XLI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. ISSN 1518-1731. Porto Seguro, BA.
- [2]. DYCKHOFF, H. A typology of cutting and packing problems. *European Journal of Operational Research* 44 (1990) 145-159
- [3]. GILMORE, P. C.; GOMORY, R. E. A linear programming approach to the cutting – stock problem. *Operations Research*, v. 9, n. 6, p. 849-859, 1961.
- [4]. GOULIMIS, C.; Optimal solutions for the cutting stock problem. *European Journal of Operational Research* 44 (1990) 197-208
- [5]. HARJUNKOSKI, I., WESTERLUND, T. E PÖRN, R. Numerical and environmental considerations on a complex industrial mixed integer non-linear programming (MINLP) problem. *Computers and Chemical Engineering*, v. 23, p. 1545-1561, 1999.
- [6]. HOTO, Robinson, MACULAN, Nelson, MARQUES, Fabiano, ARENALES, Marcos;. Um problema de corte com padrões compartimentados, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-74382003000100013> Acessado em: 22 de fev de 2016.
- [7]. KALID, Ricardo de Araújo, Otimização de Processos, Bahia, 2015
- [8]. LECCE, M. N.; SOLER, E. M. Função penalidade e branch and bound para resolução do problema de corte unidimensional. XXII Simpósio de Engenharia de Produção. Bauru, SP, 2015
- [9]. MOSQUERA, Gabriela Perez. Contribuições para o Problema de Corte de Estoque Bidimensional na Indústria Moveleira. 2007. Dissertação (Mestrado em Matemática Aplicada) Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, São José do Rio Preto.
- [10]. PETUNIN, A.A.; STYLIOU, C. Optimization Models of Tool Path Problem for CNC Sheet Metal Cutting. *IFAC-PapersOnLine* 49-12 (2016) 023–028
- [11]. SANTOS, Izabela dos, VIANNA, Andréa, CHERRI, Adriana,., O problema de Corte Bidimensional envolvendo peças do tipo L, 2006. Disponível em <<http://www.sbmac.org.br/cmacts/cmactse/2011/trabalhos/PDF/365.pdf>> , Acessado em: 10 de abril de 2016.
- [12]. SLACK, N.; JONES, A.B; JOHNSTON, R. Administração da produção. 4 ed.São Paulo: Editora Atlas, 2014

Capítulo 5

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA PRODUÇÃO DE PAPEL E CELULOSE SOB A ÓTICA DA ECONOMIA CIRCULAR

Rafael Roque Diniz

Jéssica Suárez Campoli

Diogo Ferraz

Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto

Resumo: O modelo econômico contemporâneo é considerado defasado e conflitante com o desenvolvimento sustentável. Embora satisfaça o mercado temporariamente, é incompatível com uma estratégia de longo prazo, que vise a preservação do meio ambiente e a qualidade de vida. Por este motivo, o desafio que se coloca é a busca pelo equilíbrio entre crescimento econômico e o desenvolvimento sustentável. Uma alternativa é a mudança dos padrões de produção e consumo, por meio dos pressupostos da Economia Circular. Esta abordagem está pautada em um modelo restaurativo e regenerativo, cuja finalidade é manter produtos, componentes e materiais em alto nível de utilidade e valor, buscando dissociar o progresso econômico do consumo de recursos finitos. Para alcançar esta meta, alguns setores têm investido cada vez mais em soluções para o descarte final dos resíduos gerados durante o processo produtivo, bem como a reciclagem ou reutilização dos produtos finais após o uso. Tendo em vista a falta de estudos que avaliem sistemas produtivos sob a ótica da Economia Circular, o objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência dos principais países produtores de papel e celulose, por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA) e a Análise em Janela, entre 2011 e 2015. Após a validação das variáveis por meio da Econometria, os resultados mostraram que dentre os oito maiores produtores mundiais de papel e celulose houve variação da eficiência, sobretudo, na produção de papel reciclado, sendo necessário adotar práticas mais sustentáveis e os conceitos da economia circular nos países analisados.

1 INTRODUÇÃO

O atual modelo de crescimento econômico, segundo Santana (2012), tem gerado preocupações e desconfiças por conta de seus impactos socioambientais. Uma vez que o desenvolvimento econômico está relacionado ao uso intensivo de recursos provenientes de fontes naturais limitadas, seus efeitos negativos se estendem a aspectos sociais, ambientais e econômicos.

De acordo com Lourenço e Chiaramonti (2015), nessa conjuntura, a natureza é colocada como um elemento subordinado a ordem econômica, um fator gerador de riqueza, que quanto mais explorada, maior é a chance de o país crescer economicamente. Por outro lado, os recursos naturais se mostram limitados e escassos, não podendo ser explorados de forma aleatória e sem limites.

O progresso de um país era medido por indicadores econômicos, os quais não são ideais para mensurar as consequências ambientais causados pela ação do homem. Para contornar essa situação, foi apresentado o conceito de desenvolvimento sustentável, na qual os fatores econômicos, sociais e ambientais são considerados de maneira compartilhada para avaliar um sistema como um todo (POPE et al., 2004).

Para Alier et al. (2010) e Schneider et al. (2010), a ideia principal do desenvolvimento sustentável é a diminuição da escala mundial de produção e consumo, na busca pelo bem-estar social e para a melhoria das condições ambientais. Tendo em vista que a sociedade atual está imersa em um círculo vicioso de produção e consumo sem limites, novos conceitos econômicos e inovações tecnológicas são apresentados, sobretudo, nos setores estratégicos.

Dessa forma, a economia contemporânea é fundamentada no modelo linear, ou seja, extração, fabricação, uso e descarte. Aplica-

se, portanto, trabalho e energia para que os recursos naturais sejam extraídos, beneficiados e convertidos em produtos para serem comercializados e utilizados pelos consumidores. Porém, no final da cadeia produtiva, este produto é descartado como resíduo, tornando-se um problema para a sociedade (EMF, 2015).

Uma alternativa ao modelo linear é o desenvolvimento do conceito conhecido como Economia Circular (EC), que busca manter produtos, componentes e materiais no mais alto nível de utilidade e valor o tempo todo. Portanto, promove a mudança da economia de desperdício para a economia regenerativa e restauradora, procurando dissociar o desenvolvimento econômico global do consumo recorrente de recursos finitos.

No setor de papel e celulose, há aplicação desses conceitos, como é o caso da reciclagem de papel, criando uma expectativa de aumento das taxas de recuperação de papel pós-consumo, demandando assim, além de avanços tecnológicos nos processos de reciclagem, melhorias também nos processos de logística reversa.

Para avaliar a produtividade e a prática de reciclagem do setor de papel e celulose, uma forma é através do estudo da eficiência. Com isso, o objetivo desse trabalho é calcular a eficiência relativa dos principais países produtores de papel e celulose para a sustentabilidade. A análise será feita por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA) no período entre 2011 a 2015.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Para a presente pesquisa, realizou-se uma revisão sistemática da literatura com a combinação das palavras “Data Envelopment Analysis” (Análise Envoltória de Dados) e “Paper and Pulp” (Papel e Celulose), resultando na seleção de cinco trabalhos demonstrados no Quadro 1.

Quadro 1: Principais características dos trabalhos selecionados de DEA.

Autores	Local	Objetivo	Modelo DEA	Inputs	Outputs
Blomberg <i>et al.</i> (2011)	Suécia	Avaliar empiricamente o potencial de melhoria da eficiência de eletricidade na indústria sueca de papel e celulose.	VRS	1) Papel Kraft; b) Celulose química; 2) Celulose mecânica; 3) Papel de impressão	a) Trabalho; b) Eletricidade; c) Óleo.
Camoto <i>et al.</i> (2013)	Brasil	Avaliar a eficiência dos setores industriais brasileiros em relação ao consumo energético e as respectivas contribuições para a economia e aspectos sócias do país.	SBM	1) Consumo de energia; 2) Emissão de CO2 por combustível fóssil.	a) PIB por setor; b) Pessoas empregadas; c) Despesas de pessoal
Honma, S., e J-L. Hu. (2013)	Japão	Mensurar a eficiência de 17 setores na economia japonesa durante 1998-2005.	VRS	1) Energia; 2) Trabalho; 3) Capital.	a) Valor adicionado em cada setor.
Sun et al. (2013)	China	Desenvolver modelos para analisar as eficiências de um grupo de fábricas de pape em relação a emissão permitida de poluentes.	SBM	a) Custo fixo; b) Máquina; c) Consumo de energia; d) Trabalho; e) Matéria prima	a) Papel; b) Poluentes.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Nessa seção, será apresentada de maneira geral o método de Análise Envoltória de Dados (DEA). Em seguida, serão descritos a base de dados, os modelos desenvolvidos, as ferramentas para aplicar a validação econométrica e a Análise de Janela.

3.1 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)

A DEA constitui-se em uma técnica de modelação matemática não paramétrica, que objetiva medir a eficiência relativa de um conjunto de unidades tomadoras de decisões, que são homogêneas, permitindo classificá-las em eficientes e ineficientes, gerando um único indicador de desempenho para cada unidade avaliada, a partir da razão ponderada entre produtos e insumos.

A utilização da DEA para o cálculo da eficiência relativa de unidades tomadoras de produção (*Decision Making Units* – DMUs) requer um conjunto de DMUs como referência e pressupõe que os mesmos dispõem de processos tecnológicos similares, utilizando os mesmos tipos de insumos para gerar os mesmos tipos de produtos. Conforme Senra et

al. (2007), a eficiência relativa de cada DMU é a razão da soma ponderada dos seus *outputs* pela soma ponderada dos seus *inputs*.

Existem diferentes modelos que podem ser usados para implementar DEA. Esses modelos diferem de acordo com seus pressupostos, a saber: a) o tipo de rendimentos de escala; b) a orientação; e c) a forma como os inputs e outputs são combinados. Segundo Mariano e Rebelatto (2014), o tipo de retornos de escala designa os dois principais modelos DEA: CRS (Retornos Constantes à Escala) e o VRS ou BCC (Retornos Variáveis de Escala).

O modelo DEA aplicado para a presente pesquisa foi o BCC. Embora apenas os 8 maiores produtores de celulose e papel tenham sido escolhidos para este estudo, verifica-se que ainda há variação no nível de produção e na área florestal destes países. Ademais, as variáveis referentes ao mercado interno, por exemplo, o consumo de papel e celulose, também variam entre estes países. Neste aspecto, justifica-se a escolha do modelo BCC, que pressupõe retornos variáveis a escala.

3.2 BASE DE DADOS

Neste trabalho, elaborou-se uma base de dados dos principais países produtores de papel e celulose: Brasil, Canadá, China, Estados Unidos, Finlândia, Indonésia, Japão e Suécia. Os dados foram retotados da Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO) – 2017 e optou-se por seleccionar um período mais recente, um

período de cinco anos consecutivos, de 2011 a 2015.

3.3 MODELOS DESENVOLVIDOS

Para a elaboração deste trabalho, foram desenvolvidos quatro modelos de eficiência para avaliar a produção de celulose, de papel e de papel reciclado. Os modelos e as suas correlações são apresentadas na Figura 14.

FIGURA 1: Fluxograma da correlação dos modelos 1, 2 e 3

Além desse fluxograma com as etapas do modelo 1 ao modelo 3, tem-se o fluxograma

do modelo 4 na figura 2, que representa o processo direto, sem a etapa intermediária.

FIGURA 2: Fluxograma do modelo 4

3.4 VALIDAÇÃO ECONOMÉTRICA

Para Hoffmann (2006), a análise de correlação linear é uma ferramenta econométrica que permite a verificação da força e da direção do relacionamento linear entre duas variáveis aleatórias.

Em relação a análise de regressão linear simples, essa ferramenta permite prever o valor de uma variável (dependente), uma vez que é conhecido o valor da variável associada (independente). A variável dependente, nesse caso é um *output*, enquanto a variável independente é o *input* (KAZMIER, 1982).

Para esse trabalho, a regressão linear foi aplicada com a finalidade de verificar o grau de explicação (R-quadrado ajustado) entre o

output e cada um dos *inputs*, através da seguinte expressão:

$$\log \gamma \text{ output} = \log \beta_0 + \log \beta \text{ input} + \varepsilon \quad (1)$$

Em que: γ é uma variável dependente; β_0 é o intercepto; β *input* é o coeficiente da variável; ε é o erro aleatório. Recomenda-se a utilização de uma regressão log-log, pois é possível interpretar os parâmetros como elasticidades (GREENE, 2011). Sob a perspectiva da DEA, a validação econométrica demonstra se existe alguma relação entre *inputs* e *outputs*.

3.5 ANÁLISE DE JANELA

A Análise de Janela é realizada a partir de várias aplicações da DEA ao considerar diferentes períodos. (CAMIOTO et al., 2014). Para encontrar o tamanho da janela e o número de janelas, são utilizadas as seguintes expressões descritas nos trabalhos de Cooper et al. (2007) e Camioto et al. (2014):

$$\begin{aligned} \text{Tamanho da janela:} \\ p &= \frac{(k+1)}{2} & (1) \\ \text{Nº de janelas} &= k - p + 1 & (2) \end{aligned}$$

Nesse trabalho, será analisado o período 2011-2015, portanto ao aplicar as fórmulas acima, o tamanho de janela será $p = 3$ e o número de janelas será equivalente a 3.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para o Modelo 1, a matriz de correlação das variáveis é apresentada na tabela 1.

TABELA 1: Matriz de correlação do Modelo 1

Variáveis	Madeira para celulose (m3)	Celulose (t)
Madeira para celulose (m3)	1	
Celulose (t)	0.942498903	1

A madeira para celulose se correlaciona em 0,94 com a celulose produzida, ou seja, há uma alta correlação e quanto maior o número de madeira, maior a produção de celulose.

Para análise de regressão linear simples, o resultado obtido do valor de R^2 ajustado segue na tabela 2.

TABELA 2: Regressão Linear da Madeira para celulose - Modelo 1

Variável	Coefficiente	Stat t	Valor-P
Interseção	-0.7201	-0.5161	0.61
Celulose (t)	1.1594	5.8954	0.00
R-quadrado ajustado	0.46		
F de significação	0.00		
Observações	40		

A regressão linear demonstra que a variável Celulose (t) explica a variável Madeira para celulose (m3), com nível de significância de 1%. Além disso, o R^2 ajustado demonstra que a variável independente explica 46% da variabilidade da variável dependente.

A matriz de correlação e a análise de regressão validam as variáveis propostas para o Modelo 1 no DEA. Na tabela 3 são apresentados os resultados finais das eficiências e da análise de janela para o período de 2011 a 2015.

TABELA 3: Eficiência, média total e o ranking da análise de janela do Modelo 1.

Países	Análise de Janela					
	Janela 1	Janela 2	Janela 3	Média (%)	Desvio Padrão	Ranking
Brasil	0.7029	0.7451	0.6177	68.86	0.19	4
Canada	0.7697	0.7697	1.0000	84.64	0.32	2
China	0.5182	0.5389	0.4303	49.58	0.16	7
Estados Unidos	1.0000	1.0000	1.0000	100.00	0.00	1
Finlândia	0.5422	0.5360	0.5447	54.09	0.02	6
Indonésia	0.5650	0.5678	0.3517	49.48	0.30	8
Japão	0.7018	0.7018	1.0000	80.12	0.41	3
Suécia	0.5720	0.5663	0.5929	57.71	0.04	5

O único país que apresentou eficiência nesse período foi os Estados Unidos. Por outro lado, todos os outros apresentaram ineficiência e resultados menores que 85%. Vale destacar que o Brasil apresentou resultado de 68,86%

de eficiência, obtendo o quarto lugar no *ranking*.

A tabela 4 traz aos resultados da matriz de correlação do Modelo 2.

TABELA 4: Matriz de correlação do Modelo 2

	Celulose	Imprimir e Escrever (t)	Sanitários (t)	Embalagens (t)
Celulose	1			
Imprimir e Escrever (t)	0.758533789	1		
Sanitários (t)	0.780011665	0.764150468	1	
Embalagens (t)	0.822099462	0.888488017	0.926155766	1

A partir da análise de variáveis, fica demonstrado que a celulose disponível na indústria se correlaciona em 0,75 com o papel destinado para imprimir e escrever, em 0,78 com o papel destinado a fins sanitários e em

0,82 com papel para embalagens. O aumento desses indicadores confirma a alta correlação entre a celulose e os papeis obtidos.

A Tabela 5 traz os resultados da análise de regressão linear.

TABELA 5: Regressão Linear dos outputs em relação ao input do Modelo 2

Variável	Imprimir e Escrever (t)			Sanitários (t)			Embalagens (t)		
	Coef.	Stat t	Valor-P	Coef.	Stat t	Valor-P	Coef.	Stat t	Valor-P
Interseção	1.25	1.61	0.11	-3.66	-2.90	0.01	-1.78	-1.81	0.08
Celulose (t)	0.79	7.17	0.00	1.38	7.68	0.00	1.25	8.90	0.00
R² ajustado	0.564199128			0.598113413			0.667317196		
F signif..	0.00			0.00			0.00		
Obs.	40								

Nesse modelo, as três regressões lineares demonstram ser significativas ao nível de 1%.

A variável independente Celulose (t) foi explicativa e estatisticamente significativa

(1%) para as variáveis dependentes Imprimir e Escrever (t), Sanitários (t) e Embalagens (t). Ademais, sempre se observou alto grau de explicabilidade (R^2 -Ajustado) acima de 50%. Isto significa que os papeis de imprimir e escrever, sanitários e embalagens podem ser

explicados pela quantidade de celulose aplicada na produção, o que valida econometricamente o modelo DEA proposto neste trabalho. Os resultados do modelo 2, na tabela 6, mostram as eficiências e a análise de janela para o período entre 2011 e 2015

TABELA 6: Eficiência, média total e o ranking da análise de janela do modelo 2

Países	Análise de Janela					
	Janela 1	Janela 2	Janela 3	Média (%)	Devio Padrão	Ranking
Brasil	0.8036	0.8705	0.8859	85.33	0.10	2
Canada	0.2826	0.2757	0.2792	27.92	0.01	7
China	1.0000	1.0000	1.0000	100.00	0.00	1
Estados Unidos	0.8476	0.8272	0.8305	83.51	0.02	3
Finlândia	0.6833	0.6870	0.6941	68.81	0.02	5
Indonésia	1.0000	1.0000	1.0000	100.00	0.00	1
Japão	0.6911	0.7014	0.7104	70.10	0.02	4
Suécia	0.3045	0.3107	0.3137	30.96	0.01	6

Os países que apresentaram eficiência nesse período foram a China e a Indonésia. Uma razão plausível para explicar esses resultados é a alta quantidade importada de celulose e uma baixa quantidade exportada, portando produz quase tudo que possui. Por outro lado, com exceção do Brasil, os outros cinco países apresentaram valores abaixo de 85%. O Brasil

obteve 85,33% e é ineficiente, pois é um país que apresenta um grande volume de exportação de celulose, assim boa parte da sua celulose produzida se encontra no estoque de outros países.

A tabela 7 apresenta a matriz de correlação para o modelo 3.

TABELA 7: Matriz de correlação do modelo 3

	Papel	Papel reciclado	Estoque de carbono na biomassa viva	Floresta plantada
Papel	1			
Papel reciclado	0,339972705	1		
Estoque de carbono na biomassa viva	-0,140505778	0,082481829	1	
Floresta plantada	0,914415936	0,15220409	-0,1817996	1

A variável mais correlacionada a quantidade produzida de papel (imprimir e escrever, sanitários e embalagens) é a floresta plantada, com 0,91. Ou seja, com o aumento da produção de papel, há um aumento também no reflorestamento. Para o caso da quantidade produzida de papel, há correlação com o papel reciclado em 0,33.

Por fim, tem-se que o aumento de papel, provoca uma queda no estoque de carbono na biomassa viva (- 0,14), pois quanto maior o número de papel produzido, maior é liberação de carbono na atmosfera.

Na tabela 8 seguem os resultados da análise de Regressão Linear para o modelo 3.

TABELA 8: Regressão Linear: valores do R^2 ajustado dos outputs em relação ao input do modelo 3

Variável	Papel reciclado (t)			Estoque de carbono na biomassa viva (milhões t)			Embalagens (t)		
	Coef.	Stat t	Valor-P	Coef.	Stat t	Valor-P	Coef.	Stat t	Valor-P
Interseção	-3.49	-3.68	0.00	2.86	1.60	0.12	-1.08	-1.88	0.07
Papel (t)	0.42	3.20	0.00	0.13	0.52	0.61	0.72	9.06	0.00
R-quadrado ajustado	0.19			-0.02			0.68		
F de significação	0.00			0.61			0.00		
Observações	40								

A análise de regressão linear das variáveis do modelo 3 demonstram que a variável Papel (t) explica as variáveis Papel Reciclado (t) e Embalagens (t), com nível de significância de 1%, tanto para o modelo (teste F) quanto para os coeficientes (teste t de *Student*). Contudo, o modelo que analisa a influência da variável independente sobre a variável dependente

Estoque de carbono na biomassa viva (milhões t) não foi significativo. Entretanto, decidiu-se manter esta variável no modelo DEA, devido aos estudos apresentados na literatura.

Na tabela 12, os resultados do modelo 3 mostram as eficiências e a análise de janela para o período entre 2011 e 2015.

Tabela 5: Eficiência, média total e o ranking da análise de janela do modelo 3

Países	Análise de Janela					
	Janela 1	Janela 2	Janela 3	Média (%)	Devio Padrão	Ranking
Brasil	0.9263	0.9570	0.9943	95.92	0.06	2
Canada	1.0000	1.0000	1.0000	100.00	0.00	1
China	0.4977	0.5057	0.5158	50.64	0.02	6
Estados Unidos	0.6822	0.6689	0.6712	67.41	0.01	4
Finlândia	0.4019	0.4075	0.5582	45.59	0.46	7
Indonésia	0.8851	0.8788	0.9041	88.93	0.07	3
Japão	1.0000	1.0000	1.0000	100.00	0.00	1
Suécia	0.5011	0.4733	0.5661	51.35	0.31	5

Os países que se localizaram na fronteira de eficiência nesse período foram o Canadá e o Japão. Além desse, o Brasil apresentou um desempenho significativo acima de 95%, o que demonstra uma excelente capacidade de reciclagem de papel. Por outro lado, os

demais países apresentaram resultados abaixo de 90%, com destaque negativo para China (50,64%) que é considerada eficiente na produção de papel.

Em relação ao modelo 4, segue a tabela 9 da matriz de correlação:

TABELA 9: Matriz de correlação do modelo 4

	Madeira para celulose	Papel reciclado	Estoque de carbono na biomassa viva	Floresta plantada
Madeira para celulose	1			
Papel reciclado	0,186729432	1		
Estoque de carbono na biomassa viva	0,35976267	0,082481829	1	
Floresta plantada	0,067665836	0,15220409	-0,181799606	1

Foi possível constatar que a madeira para celulose apresenta uma correlação mais significativa ao em relação ao estoque de carbono (0,36) e ao papel reciclado (0,18). Já

a floresta plantada, apresenta uma correlação pouco significativa (0,06).

Na tabela 10, seguem os resultados da análise de Regressão Linear para o modelo 4.

TABELA 10: Regressão Linear: valores do R^2 ajustado dos outputs em relação ao input do modelo 4

Variável	Papel Reciclado			Estoque de carbono na biomassa viva (milhões t)			Floresta plantada (mil ha)		
	Coef.	Stat t	Valor-P	Coef.	Stat t	Valor-P	Coef.	Stat t	Valor-P
Interseção	5.41	2.84	0.01	-2.35	-1.59	0.12	3.04	3.02	0.00
Madeira celulose	0.18	0.72	0.48	0.82	4.15	0.00	0.14	1.08	0.29
R-quadrado ajustado	-0.01			0.29			0.00		
F de significação	0.48			0.00			0.29		
Observações	40								

A análise econométrica das variáveis do Modelo 4 demonstraram que a Madeira e Celulose não explica estatisticamente as variáveis Papel Reciclado e Floresta Plantada, embora a teoria especializada indique o contrário. Neste sentido, sugere-se que estudos futuros analisem outras bases de dados e desenvolvam outros modelos

estatísticos para este tipo de teste. Já a variável dependente Estoque de carbono na biomassa viva (milhões t) foi estatisticamente significativa e sofre influência da variável Madeira e Celulose.

Os resultados das eficiências e da análise de janela para o período de 2011 a 2015 são explicitados na tabela 11.

Tabela 11: Eficiência, média total e o ranking da análise de janela do modelo 4

Países	Análise de Janela					
	Janela 1	Janela 2	Janela 3	Média (%)	Devio Padrão	Ranking
Brasil	1.0000	1.0000	1.0000	100.00	0.00	1
Canada	0.8594	0.9279	1.0000	92.91	0.11	2
China	1.0000	1.0000	1.0000	100.00	0.00	1
Estados Unidos	1.0000	1.0000	1.0000	100.00	0.00	1
Finlândia	0.1055	0.1048	0.1083	10.62	0.01	5
Indonésia	0.6117	0.5775	0.5689	58.60	0.03	3
Japão	1.0000	1.0000	1.0000	100.00	0.00	1
Suécia	0.1799	0.1802	0.1842	18.14	0.01	4

Nesse período, diversos foram os países que apresentaram eficiência: Brasil, China, Estados Unidos e Japão. Além destes, o Canadá apresentou desempenho significativo. Entretanto os demais foram bastante ineficientes, principalmente a Suécia e a Finlândia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A principal contribuição deste trabalho está na avaliação comparativa do desempenho produtivo do setor de papel e celulose dos principais países produtores, incluindo países da América do Sul, América do Norte, Ásia e Europa. A análise de eficiência buscou identificar os países mais eficientes em relação a produção de celulose, papel e papel reciclado, sendo esta última um importante indicador de desenvolvimento sustentável, provavelmente pela introdução de conceito da economia circular e práticas como a logística reversa

Avaliando os resultados obtidos no Modelo 1, constata-se que os Estados Unidos é o mais eficiente na produção de celulose a partir de madeira com finalidade exclusiva para celulose, tais como pinus e eucalipto. Em sequência observou o Canadá (84,64%) e o Japão (80,12%). Assim conclui-se que durante o período observado, esses países desenvolveram e aplicaram práticas para a otimização da transformação da madeira em celulose, com uma taxa pequena de formação de resíduos. Mesmo com formação de resíduos, estes podem ser reaproveitados no processo de formação da celulose através da produção de eletricidade, tornando o processo produtivo mais circular e indo ao encontro dos conceitos e valores propostos da economia circular.

Em relação aos resultados do Modelo 2, observa-se que a China e a Indonésia são os países eficientes na produção dos principais tipos de papéis: imprimir e escrever, sanitários e embalagens. Seguido deles, nota-se a presença do Brasil (85,33%) e dos Estados Unidos (83,51%), sendo os demais abaixo de 75%. Logo, verifica-se que a China e Indonésia apresentam bom índice de eficiência devido a fatores internos, tais como mão de obra, matéria prima e certificações baratas, e também uma legislação menos rigorosa em relação a poluição. Como consequência, a produção é mais incentivada, uma vez que há menos controle e

punição do que em países como o Brasil e os Estados Unidos. Além disso, a celulose nos países eficientes pode ser utilizada como uma fonte energética, abastecendo tanto os setores industriais quanto a demanda da população.

No Modelo 3, a avaliação dos seus resultados demonstra que o Canadá e o Japão são considerados eficientes na produção de papel reciclado, no estoque de carbono de biomassa viva e na área plantada. Sendo seguidos de perto pelo Japão e posteriormente pelo Brasil. Esses resultados permitem inferir que as altas eficiências desses países são devido a práticas de desenvolvimento sustentável e aplicação de conceitos para incentivar a prática de reciclagem de papel e o reflorestamento das árvores. No Brasil, por exemplo, a PNRS através da logística reversa tem um papel importante na aplicação da reciclagem de resíduos, inclusive do papel descartado.

O Modelo 4 apresentou como *input* a madeira para celulose e *outputs* o papel reciclado, estoque de carbono da biomassa viva e a floresta plantada. Observando os resultados apresentados, a eficiência está presente em quatro países: Brasil, China, Estados Unidos e Japão. Além deles, vale destacar o Canadá com aproximadamente 93%. Desses valores, é possível concluir que os países comentados acima apresentaram altos índices, pois possuem uma mistura de fatores que justificam o seu *ranking*. Por exemplo, o Brasil apresenta uma abundância natural de matéria prima, com grande área florestal; é um grande exportador de celulose; e também apresenta uma política pública de incentivo a reciclagem de materiais, sendo a de papel bastante destacada.

Por fim, é preciso ressaltar que a eficiência dos países, sobretudo, em relação aos modelos 3 e 4 pode ser melhorada se adotada as práticas de incentivo ao desenvolvimento sustentável e, consequentemente, a economia circular. Como apresentado no início do trabalho, o modelo linear, de extração de recursos, produção, utilização e descarte do produto, está obsoleto, sendo assim é prejudicial ao crescimento tanto econômico como social e ambiental do país. Para dar fim a isso, é preciso a aplicação dos conceitos de economia circular, independente do setor produtivo, visando uma economia restaurativa e regenerativa.

REFERÊNCIAS

- [1]. ALIER, J.M. et al. Sustainable de-growth: Mapping the context, criticisms and future prospects of an emergent paradigm. *Ecological Economics*, v.69, p.1741-1747, 2010.
- [2]. BLOMBERG, J.; HENRIKSSON, E.; LUNDMARK, R. Energy efficiency and policy in Swedish pulp and paper mills: A data envelopment analysis approach. *Energy Policy*, [s.l.], v. 42, p.569-579, 2012.
- [3]. CAMIOTO, F. C.; MARIANO, E. B., REBELATTO, D. A. N. Efficiency n Brazil's industrial sectors in terms of energy and sustainable development. *Environmental Science & Policy*, v. 37, p. 50-60, 2014.
- [4]. COOPER, W. W. et al. Efficiency aggregation with enhanced Russell measures in data envelopment analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, v. 41, n. 1, p. 1-21, 2007.
- [5]. FAO. Banco de Dados. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>>. Acesso em: 15 de abril de 2017.
- [6]. GREENE, W. H. *Econometric analysis*. Pearson Education India, 2003.
- [7]. HOFFMANN, R. *Estatística para Economistas*. Thomson, 2006.
- [8]. HONMA, S. et al. Total-factor Energy Efficiency for Sectors in Japan. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, [s.l.], v. 8, n. 2, p.130-136, abr. 2013. Informa UK Limited.
- [9]. KAZMIER, L. J. *Estatística aplicada a economia e admisnitração*. McGraw-Hill, 1982.
- [10]. LOURENÇO, M. S.; CHIARAMONTI, C. O desenvolvimento sustentável e a economia circular: a experiência chinesa. Acesso em, v. 9, 2015
- [11]. MARIANO, E. B.; REBELATTO, D. A. D. N. Transformation of wealth produced into quality of life: analysis of the social efficiency of nation-states with the DEA's triple index approach. *Journal of the Operational Research Society*, v. 65, n. 11, p. 1664-1681, 2014.
- [12]. POPE, J.; ANNANDALE, D.; SAUNDERS, A. M. Conceptualising sustainability assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, v.24, p.595-616, 2004.
- [13]. SANTANA, N. B. Crescimento econômico, desenvolvimento sustentável e inovação tecnológica: uma análise de eficiência por envoltória de dados para os países do BRICS. 2012. 216 f. Tese (Doutorado) – Curso de Ciências, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.
- [14]. SENRA, L. F. A. C.; NANJI, L. C.; MELLO, J. C. C. B. S.; MEZA, L. A. Estudo sobre método de seleção de variáveis em DEA. *Pesquisa Operacional*, v. 27, Rio de Janeiro, n. 2, p. 191-207, 2007.
- [15]. SCHNEIDER, F.; KALLIS, G.; ALIER, J.M. Crisis or opportunity? Economic degrowth for social equity and ecological sustainability. Introduction to this special issue. *Journal of Cleaner Production*, v.18, p.511-518, 2010.
- [16]. SUN, J. et al. Allocation of emission permits using DEA: centralised and individual points of view. *International Journal Of Production Research*, [s.l.], v. 52, n. 2, p.419-435, 22 ago. 2013.

Capítulo 6

APLICAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR PARA A MINIMIZAÇÃO DE CUSTOS EM UMA INDÚSTRIA DE CONFECÇÕES DE PEÇAS INFANTIS.

Erik Franco Rabelo Fernandes

Fernando Pereira

Leonardo Brito

Samuel Correia

Yvelyne Santos

Resumo: O crescimento de microempresas tem um papel importante na geração de emprego e renda para populações de áreas mais afastadas dos grandes centros de comércio. Nesse sentido, o presente artigo tem como objetivo minimizar custos de insumos para produção de materiais acabados em uma microempresa de confecções infantis, no município de Capanema, nordeste do estado do Pará, através dos fundamentos da pesquisa operacional e programação linear. A metodologia deste estudo de caso seguiu-se em três etapas: definição do problema e coleta de dados; formulação do modelo matemático e desenvolvimento de um método computacional para solucionar o problema. O resultado da pesquisa mostrou que foi possível propor soluções significativas, como diminuir mão-de-obra e investir em marketing.

1. INTRODUÇÃO

No Estado do Pará, bem como em um contexto mais amplo a nível nacional, é crescente a quantidade de novos empreendimentos em áreas mais afastadas dos grandes centros comerciais. Essas fábricas, nascendo como microempresas, possuem um papel fundamental para o crescimento econômico do país. Segundo Daher et al. (2012), esses negócios são grandes geradores de emprego e renda para a população, contribuindo dessa forma, para a redução das desigualdades sociais daquela determinada região, já que, de acordo com o IBGE, as empresas menores representam 20% do PIB brasileiro, além de serem responsáveis por, no mínimo, 60% dos 100 milhões de empregos no país.

Dentro desses novos empreendimentos, existem fábricas que se utilizam de estratégias competitivas específicas, como o foco em elaborar produtos que se destinem a um determinado público alvo, ou seja, com objetivo de abordar um mercado mais restrito ou certo tipo de consumidor, sendo assim, chamada de focalização. Essa estratégia é a base de análise para empresas como as de confecções infantis.

Diante disso, o presente artigo tem como objetivo minimizar os custos de insumos para a produção dos produtos acabados em uma fábrica de confecções infantis, no município de Capanema, nordeste do Estado do Pará. A microempresa trabalha na venda de oito famílias de produtos: agasalho, roupa íntima, chapéu, kit mijão, kit touca, macaquinho, vestido e pijama. Sendo cada produto acabado com uma variação de um a oito insumos necessários: malha, ribana, elástico, etiqueta, linha, embalagem, botão e TNT.

Neste contexto, o artigo utilizou os fundamentos da pesquisa operacional, mais precisamente no método da programação linear, para auxiliar na resolução do problema tratado. O modelo matemático foi resolvido pela ferramenta computacional *Microsoft Excel Solver*. O resultado esperado se baseia na melhor tomada de decisão, dentro das condições estabelecidas pelas restrições do modelo, com a finalidade de otimizar os recursos disponíveis e minimizar custos para a empresa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. INDÚSTRIA DE CONFECÇÕES

De acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequena Empresa (SEBRAE), a indústria de confecção, atualmente, vem passando por diversas modificações em seus sistemas produtivos em que, a priori, os produtos eram preparados de forma artesanal e com um baixo nível de padronização e mecanização. Essas mudanças ocorreram como forma de adaptação dessas linhas de produção ao novo modelo de consumo e referem - se, principalmente, à modernização das linhas de produção, investindo em uma alta padronização, mão-de-obra qualificada e automação dos processos industriais.

No Brasil, dados atuais publicados pela Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecções (ABIT), demonstram grande crescimento e participatividade deste segmento na economia brasileira. No ano de 2015, a indústria de confecções empregou 1,5 milhão de pessoas, a qual 75% desta mão de obra é feminina, e possui produtividade média de 6,7 bilhões de peças como vestuário, acessórios, cama, mesa e banho, produzidas por 32 mil empresas formais espalhadas por todo o país. Estes dados classificam o Brasil como a quarto maior parque produtivo de confecções do mundo (ABIT, 2016).

A competitividade das empresas que atuam neste ramo está diretamente ligada ao planejamento, conhecimento e, principalmente, controle de custos relacionados a produção destes bens (RECH, 2006). Nesse sentido, é possível compreender o papel fundamental da produção em relação ao nível de competitividade e posição frente à concorrência comercial.

2.2. PESQUISA OPERACIONAL

Segundo Losch e Hein (2011) *apud* Sampaio et. al. (2014) a pesquisa operacional pode ser entendida como um método científico que estrutura processos, propondo um conjunto de alternativas de ação e auxílio a tomadas de decisão, criando previsões e comparação de resultados para melhor eficiência em maximização de lucro ou minimização de custo, sendo assim, essa ferramenta pode ser utilizada em situações organizacionais:

- Planejamento financeiro;
- Alocação de pessoas;

- Otimização de recursos;
- Análise de projetos;
- Escalonamento e planejamento da produção.

Para Frozza (2012), a PO busca melhoria na performance das organizações, capacitando os processos decisórios de forma que a aplicação de técnicas e instrumentos científicos proporcione soluções ótimas para os problemas da empresa. Essas técnicas variam de acordo com modelos de problemas diferentes, como a programação linear, programação inteira, modelo de fila (teoria das filas) e modelo de simulação. Pereira (2014) cita que a Pesquisa Operacional tem tido um papel crucial dentro da administração de empresas, muito por causa de sua crescente variedade de aplicações no contexto atual.

O estudo sobre PO consiste em desenvolver um modelo de acordo com a situação real do problema e, dessa forma, representar um sistema organizacional. Em primeiro lugar, o objetivo do modelo criado é analisar as operações do sistema, para, em seguida, identificar a melhor estrutura do futuro sistema. Quanto mais complexa e real for a análise do sistema, maior será o número de variáveis envolvidas (PEREIRA, 2014).

2.3. PROGRAMAÇÃO LINEAR

Dentre os modelos matemáticos presentes na pesquisa operacional, será utilizado a programação linear para definir a solução ótima para o problema proposto neste artigo. Segundo Júnior et al. (2016), a programação linear é uma técnica de otimização que usa como referência uma função chamada função objetivo, que, de acordo com Almeida et al. (2016), pode representar um valor numérico ou uma representação numérica de uma qualidade a qual procura-se maximizar ou minimizar algo, como: lucro, custo, fator de risco, expectativa de vida entre outros.

Segundo Almeida et al. (2016), as variáveis que compõe essa função chamam-se variáveis de decisão e a determinação dos seus valores ocorre durante a resolução do modelo. Elas não podem assumir valores negativos e podem ser classificadas como: discretas, contínuas ou binárias.

As variáveis de decisão também precisam estar submetidas a restrições, sendo estas um conjunto de equações e inequações lineares que apresentam condições que precisam ser atendidas pelos valores das variáveis para representar limitações do cenário em que a solução precisa ser aplicada. As restrições podem estar relacionadas a custo mínimo, disponibilidade de material e várias outras.

De acordo com Almeida et al. (2016), elaborador do modelo deve levar em consideração parâmetros já conhecidos do sistema, como preço de materiais e tempo de produção.

FIGURA 1 - Função Objetivo e Restrições

$$\begin{array}{l} \text{Max. ou Min.} \\ Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \\ \text{Sujeito a:} \\ a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2 \\ \dots \dots \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m \end{array}$$

Fonte: Cassel (2006)

Para a resolução do problema em questão, será usado o *software Solver*, ferramenta digital que utiliza o método simplex para a resolução de modelos lineares.

2.4. SOLVER

O *Solver* é um suplemento do *Microsoft Excel* que permite que sejam feitos vários modos de simulação em uma planilha, servindo como uma ferramenta de análise hipotética e sendo

utilizado, principalmente, para análise de sensibilidade com mais de uma variável e com restrições de parâmetros. Com este recurso, o usuário encontra um valor ideal, máximo ou mínimo, para uma fórmula em uma célula da planilha de *Excel*, denominada célula de objetivo, que está condicionada às restrições ou aos limites presentes em outras células. Assim, o *Solver* trabalha com um grupo de células, chamadas de variáveis de decisão ou células variáveis, as quais configuram dados de “input” e são ajustadas pelo próprio programa para satisfazer aos limites das células de restrição e produzir o resultado almejado na célula de objetivo (JESUS; FAVONI, 2006).

Segundo Almeida et al. (2016), o *Solver* possui ampla utilização na área de pesquisa operacional, devido ao seu potencial de propor soluções aos problemas de programação linear e não linear através de algoritmos matemáticos, à facilidade de uso e também a sua capacidade de gerar relatórios detalhados sobre os problemas trabalhados.

3. ESTUDO DE CASO

3.1 A EMPRESA

O presente estudo visa a aplicação da programação linear em uma indústria de confecções infantis, localizada no município de Capanema, nordeste do estado do Pará. Esta empresa é classificada como uma micro indústria, segundo critérios do SEBRAE, baseado no quadro de 6 funcionários e possui um sistema de produção puxada. Vale ressaltar que o planejamento e gerenciamento da empresa são realizados de maneira intuitiva devido à predominância do modelo artesanal de produção, aumentando os riscos de falhas durante o processo produtivo.

Na empresa, foram feitos levantamentos de dados acerca dos bens produzidos. Sendo assim, em virtude da alta variedade de produtos, os mesmos foram separados em oito famílias (agasalho, chapéu, roupa íntima, kit mijão, kit touca, macaquinho, vestido e pijama), levando em consideração o tipo de confecção e os custos aproximados, facilitando o desenvolvimento das etapas da programação linear e a contabilização da demanda para três meses (fevereiro, março e abril de 2016).

3.2. METODOLOGIA

Para o presente estudo, seguiu-se as três primeiras etapas apresentadas por Hillier e Lieberman (2010), no que tange ao desenvolvimento de um estudo de pesquisa operacional: *a)* Definição do problema e coleta de dados; *b)* Formulação do modelo matemático para representar o problema; *c)* Desenvolvimento de um método computacional para derivar soluções ao problema a partir do modelo.

3.2.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA E COLETA DE DADOS

O objetivo da pesquisa consistiu na minimização de custos envolvidos na produção de confecções infantis, considerando a demanda trimestral das famílias dos produtos tratados. Tal demanda foi obtida a partir da soma das demandas mensais de fevereiro, março e abril de 2016, coletadas no histórico de vendas fornecido pelos gestores da empresa. Com isso, buscou-se determinar a quantidade de insumos a serem comprados, no intervalo de tempo definido, para a produção dos artigos infantis, respeitando as restrições referentes à demanda, ao capital de giro e à capacidade produtiva, sendo esses parâmetros informados pela empresa.

Na construção do modelo matemático, os dados trabalhados foram:

- Custo do kg da malha e da ribana;
- Custo do metro de TNT, linha e elástico;
- Custo da unidade da embalagem, etiqueta e botão;
- Quantidade de cada insumo utilizado por cada tipo de peça infantil;
- Demanda trimestral das famílias de produtos;
- Tempo de produção de cada artigo;
- Capital disponível nos três meses estudados para a compra de insumos;
- Capacidade produtiva da empresa para o período considerado.

TABELA 1 – Lista de famílias, quantidade de insumos, demanda e tempo de produção

Famílias de Produto	Malha (kg)	Ribana (kg)	TNT (m)	Linha (m)	Elástico (m)	Embalagem	Etiqueta	Botão	Demanda Trimestral	Tempo de produção (min)
Agasalho	0,11	0,006	0	13,33	0,13	1	1	0	875	30
Roupa Intima	0,031	0	0	33,33	1,27	0	1	0	678	20
Chapeu	0,16	0,004	0,046	26,67	0	1	1	1	447	15
Kit Mijão	0,057	0	0	13,33	0,13	1	1	0	730	20
Kit Touca	0,02	0	0,046	26,67	0	1	1	1	410	20
Macaquinho	0,055	0,015	0	20	0	1	1	9	223	20
Pijama	0,19	0,014	0,07	33,33	0,54	1	1	4	246	15
Vestido	0,059	0,005	0	26,67	0	1	1	4	90	20

Fonte: Autores (2017)

TABELA 2 – Preço dos Insumos

Insumos	Custo unitário do insumo	
Malha (kg)	R\$	23,90
Ribana (kg)	R\$	32,90
TNT (m)	R\$	1,30
Linha (m)	R\$	0,0015
Elástico (m)	R\$	0,22
Embalagem	R\$	1,00
Etiqueta	R\$	0,009
Botão	R\$	0,35

Fonte: Autores (2017)

TABELA 3 – Capital e Tempo total disponível

Disponibilidade Financeira e de Tempo	
Capital de Giro Trimestral	R\$ 24.000,00
Tempo Trimestral disponível para produção das famílias	162000 min

Fonte: Autores (2017)

3.2.2 FORMULAÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO PARA REPRESENTAR O PROBLEMA

Segundo Hillier e Lieberman (2010), o modelo matemático representa a essência do problema em um estudo de pesquisa operacional. Uma etapa importante na formulação de um modelo de PO é a elaboração da função objetivo:

Função Objetivo:

Para esta análise, foram utilizadas variáveis de decisão, que representam as quantidades de cada insumo que deverão ser compradas de modo a atender a demanda de produtos acabados com quantidade suficiente para produzi-los com um custo mínimo. Nesse sentido, a função objetivo está em função dessas variáveis de decisão e dos parâmetros que correspondem aos custos de compra de cada material.

$$\text{MÍN } Z = 23,90 \cdot Q_{ml} + 32,90 \cdot Q_{rb} + 0,22 \cdot Q_{el} + 0,009 \cdot Q_{et} + 0,0015 \cdot Q_{lh} + 1 \cdot Q_{em} + 0,35 \cdot Q_{bt} + 1,30 \cdot Q_{tnt}$$

Em que:

TABELA 4 – Legendas

Variáveis de decisão	Legenda
Q_{ml}	Quantidade em kg de malha
Q_{rb}	Quantidade em kg de ribana
Q_{el}	Quantidade em metros de elástico
Q_{et}	Quantidade em unidade de etiquetas
Q_{lh}	Quantidade em metros de linha
Q_{em}	Quantidade em unidade de embalagens
Q_{bt}	Quantidade em unidade de botões
Q_{tnt}	Quantidade em metros de TNT

Fonte: Autores (2017)

Restrição

Para a formulação das restrições foi necessária a obtenção de informações referentes a demanda por famílias e insumos, capacidade produtiva e capital de giro disponível no trimestre.

- Restrição de demanda das famílias de produtos:

$$Q_{df} \leq Q_{pf}$$

Onde a quantidade demandada de cada família (Q_{df}), terá que ser menor ou igual à quantidade produzida (Q_{pf}) de cada uma

delas, cuja variável “f” pode ser: agasalho, roupa íntima, chapéu, kit mijão, kit touca, macaquinho, vestido e pijama. Esta restrição será importante para que o modelo matemático entenda que a produção deverá atender ao que é demandado.

- Restrição de demanda em relação aos insumos:

$$\sum (Q_{if}) \cdot Q_{df} \leq Q_{ic}$$

Onde a quantidade de insumo “i” em uma dada família “f” (Q_{if}) multiplicado pela

demanda de cada família (Qdf), deverá ser menor ou igual a quantidade de tal insumo a ser comprada (Qic).

- Restrição de capacidade produtiva:

$$\sum(Tpf) * Qpf \leq 162000$$

Na qual o tempo de produção de cada família "f" (Tpf), multiplicado pela quantidade produzida de cada família (Qpf) deverá ser menor ou igual a 162000 minutos, que corresponde a capacidade máxima disponível, em minutos, para a produção. Este valor é baseado na quantidade de funcionários (cinco) que a empresa possui trimestralmente.

- Restrição de capital de giro:

$$\sum(Ci * Qic) \leq 24000$$

Em que o somatório do produto entre custo unitário (Ci) de cada insumo e quantidade de insumo a ser comprada (Qic) deverá ser menor ou igual a R\$ 24.000,00, o qual representa o capital de giro disponível na empresa no trimestre analisado.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Utilizando a ferramenta *Solver* do *Microsoft Excel*, foi obtido uma solução ótima com os seguintes resultados para a quantidade de insumos a ser comprada e de famílias a ser produzida:

TABELA 5 – Quantidade ótima a ser comprada

Insumos	Quantidade a ser comprada	Quantidade por Lote
Malha (kg)	238,545	238,545 kg
Ribana (kg)	18,377	18,377 kg
TNT (m)	56,64	56,64 m
Linha (m)	81909,000	46 carreteis
Elástico (m)	1203	24 rolos
Embalagem	3021	30 centros
Etiqueta	3699	1 rolo
Botão	4208	29 caixas

TABELA 6 – Quantidade ótima a ser produzida

Famílias	Quantidade que deve ser produzida
Agasalho	875
Roupa Íntima	678
Chapéu	447
Kit Mijão	730
Kit Touca	410
Macaquinho	223
Pijama	246
Vestido	90

Fonte: Autores (2017)

Estes valores revelam o quanto de insumo deverá ser comprado e o quanto de cada família precisa ser produzida de modo a atender a demanda existente no período estudado e, principalmente, minimizar o custo

de produção da empresa, respeitando as limitações do problema.

Para o capital de giro, foi encontrado um valor ótimo que, comparado com o disponível, obteve-se o seguinte resultado:

TABELA 7 – Capital de giro ótimo

Capital de giro		Custo ótimo	
R\$	24.000,00	R\$	11.294,08

Fonte: Autores (2017)

A diferença entre o capital de giro e o valor ótimo encontrado é de R\$ 12.705,92, o que representa, em termos percentuais, uma economia de custos de aproximadamente 52,95% para a empresa, valor que pode ser

remanejado para outras atividades da empresa.

Em relação a capacidade produtiva, a comparação entre o valor ótimo e a capacidade máxima está expressa abaixo:

TABELA 8 – Tempo ótimo

Tempo disponível para produção	Tempo ótimo
162000 min	79265 min

Fonte: Autores (2017)

A capacidade produtiva real difere da capacidade ótima em 82735 minutos, o que equivale a uma folga de 1378 horas. Isso evidencia que há mão de obra ociosa no trabalho, pois a produção fica parada durante um tempo considerável.

De acordo com esse cenário, percebe-se que a demanda constitui um gargalo ao processo produtivo da empresa, visto que existe capital sobrando para a aquisição de mais material e disponibilidade de tempo para a produção de mais produtos. Sendo assim, é necessário um

planejamento que otimize a mão de obra e aumente a demanda.

Nesse sentido, uma alternativa seria a demissão de dois funcionários, para a redução da capacidade produtiva, e a realização de maiores investimentos no setor de marketing, com o intuito de favorecer a divulgação e expansão dos produtos da empresa no mercado de confecções infantis. Assim, caso as vendas sofram um acréscimo de 20%, os novos valores de demanda seriam:

TABELA 9 – Nova quantidade a ser produzida

Famílias	Nova quantidade que deve ser produzida (20%)
Agasalho	1050
Roupa Íntima	814
Chapéu	536
Kit Mijão	876
Kit Touca	492
Macaquinho	268
Pijama	295
Vestido	108

TABELA 10 – Nova quantidade a ser comprada

Insumos	Nova quantidade a ser comprada	Quantidade por Lote
Malha (kg)	286,254	286,254 kg
Ribana (kg)	22,052	22,0524 kg
TNT (m)	67,97	67,97 m
Linha (m)	98290,672	55 carreteis
Elástico (m)	1443	29 rolos
Embalagem	3625	36 centros
Etiqueta	4439	1 rolo
Botão	5050	35 caixas

TABELA 11 – Novo tempo ótimo

Novo tempo disponível para a produção	Novo tempo ótimo
97200 min	95115 min

TABELA 12 – Novo custo ótimo

Capital de giro	Novo custo ótimo
R\$ 24.000,00	R\$ 13.553,92

Fonte: Autores (2017)

Analisando este novo cenário, com a demissão de dois funcionários, a capacidade produtiva real caiu de 162000 para 97200, o que representa uma redução de 40%. Para o aumento de 20% na demanda, a capacidade produtiva ótima chegou bem próximo da capacidade real da empresa e o custo ótimo teve maior aproximação do limite de capital de giro, diminuindo a diferença para R\$ 10.446,07. Isto é, se a demanda for superior a 20% da demanda original, para este cenário, a capacidade produtiva ultrapassará disponibilidade ofertada pela empresa, gerando problemas para suprir tal demanda.

5. CONCLUSÕES

O estudo realizado apresenta a aplicação da programação linear em uma empresa do ramo têxtil, com o objetivo de encontrar uma forma de se reduzir custos na compra de insumos tendo como base os meses de fevereiro, março e abril de 2016. Conclui-se que, no primeiro momento, o custo total, para a produção, da empresa representa aproximadamente 47,05% do capital de giro disponível, garantindo recurso extra de R\$ 12.708,00, que pode ser investido em

outros setores da empresa. Em relação a capacidade produtiva, o tempo ótimo constitui 48,93% da disponibilidade total de tempo da empresa, havendo uma folga de 1378 horas de trabalho.

Através dos resultados ótimos obtidos, foi observado que o gargalo do processo de produção dessa empresa é a demanda de seus produtos. Outro aspecto evidente é o grande percentual de tempo ocioso em relação ao tempo total disponível. Para responder às questões encontradas, foi analisado um cenário hipotético em que dois trabalhadores não participam da linha de produção no período analisado e a demanda tenha um aumento de 20%.

Neste caso, uma possibilidade seria a demissão de dois trabalhadores e investir em campanhas de marketing para promover um crescimento no número de pedidos. Com isso, há uma diminuição da margem de folga em 40% da capacidade produtiva e a economia total do capital de giro será de R\$ 10.446,00. Embora os custos envolvidos sejam maiores, ocorre um maior aproveitamento da capacidade produtiva da empresa, visto que, com o aumento da demanda, a quantidade a ser produzida das peças infantis será maior.

REFERÊNCIAS

- [1]. ABIT, Associação Brasileira de Indústria Têxtil e de Confecções. *Perfil do Setor*. 2016. Disponível em: <<http://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>>. Acesso em: 22 mai. 2017.
- [2]. ALMEIDA, Amanda Claudino et al. *Minimização de Custos através da Pesquisa Operacional: Estudo de Caso em uma Empresa do Ramo Alimentício*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36., 2016, João Pessoa. Anais... . João Pessoa: Abepro, 2016. p. 1 - 14. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_231_350_30346.pdf>. Acesso em: 21 maio 2017.
- [3]. ISSN 2358-5498, DOI 10.5151/marine-spolm2015-140482.
- [4]. CASSEL, Ricardo Augusto; ANTUNES JR., José Antônio Valle; OENNING, Vilmar. *Maximização da lucratividade em produção conjunta: um caso na indústria frigorífica*. Prod., São Paulo, v. 16, n. 2, p. 244-257, ago. 2006. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132006000200006&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 09 jun. 2017.
- [5]. DAHER, Denilson da Mata; MINEIRO, Andréa Aparecida da Costa; DAMASSO, Josiane, VILAS BOAS, Ana Alice. *As micro e pequenas empresas e a responsabilidade social: uma conexão a ser consolidada*. 2012.

- [6]. FROZZA, Angelo Augusto. Pesquisa Operacional- Introdução. 2012.
- [7]. HILLIER, Frederick S. *Introduction to operations research*. Tata McGraw-Hill Education, 2012.
- [8]. JESUS, J.; FAVONI, C. O. *Uso da Ferramenta Solver do Excel na Resolução de Problemas de Programação Linear*. 2006. Disponível em: <http://www.pucrs.br/famat/viali/graduacao/producao/po_2/material/apostilas/Arigo_Solver.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2017.
- [9]. JÚNIOR, Braz Dias de Andrade; REIS, Thais Cotta Barbosa; BITTENCOUT, Fabricio Roulin; NEVES, Patricia Carla Brito; REIS, Jackson de Assis. "PROGRAMAÇÃO LINEAR APLICADA À PROBLEMAS DE DESIGNAÇÃO DE MÃO DE OBRA BASEADA NAS COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS", p. 365-376 . In: *Anais do XVIII Simpósio de Pesquisa Operacional & Logística da Marinha* [Blucher Marine Engineering Proceedings, v.2, n.1]. São Paulo: Blucher, 2016. ISSN 2358-5498, DOI 10.5151/marine-spolm2015-140482.
- [10]. PEREIRA, Stelamara Souza. Introdução à pesquisa operacional. 2014.
- [11]. RECH, Sandra Regina. *Cadeia Produtiva da Moda: Um modelo Conceitual da análise da competitividade no elo da confecção*. 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/88623/235597.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 22 mai. 2017.
- [12]. SAMPAIO, Gabriel Silva; DE ALMEIDA, Fernando Silva; SANTOS, Taissa Bordalo Braga; DE SOUZA, Raissa Lima; SANTOS, Yveline Bianca Iunes. *Aplicação da programação linear para minimização de custos no processo produtivo de uma espetaria*. 2014.

Capítulo 7

ANÁLISE DO DESEMPENHO DE PREVISÕES INDIVIDUAIS E COMBINADAS: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA VAREJISTA DA CADEIA AUTOMOBILÍSTICA

Rodolfo Benedito da Silva

Nazime Sales Filho

Fábia Fernanda da Costa Aires

Eduardo José Oenning Soares

Alexandre Gonçalves Porto

Resumo: a obtenção de previsões mais precisas é de fundamental importância para o setor varejista melhorar o planejamento e controle de suas operações. Diante deste contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar os desempenhos das previsões individuais e previsões combinadas aplicadas às séries temporais de um varejista do segmento de peças de reposição para automóveis. Para atingir este objetivo o estudo foi executado em seis etapas, sendo elas: i) coleta e análise de dados; ii) priorização dos produtos pelo método da curva ABC; iii) agrupamento dos produtos e obtenção das séries temporais; iv) modelagem e obtenção de previsões individuais; v) combinação de previsões; e, vi) análise das medidas de acurácia. Com os resultados obtidos, constatou-se que para as séries temporais dos seis grupos de produtos as previsões combinadas apresentaram desempenhos superiores quando comparadas com as previsões individuais, corroborando assim com os resultados encontrados na literatura em relação ao uso de técnicas de combinação de previsões.

Palavras-chave: Varejista; Previsões individuais; Combinação de previsões.

1. INTRODUÇÃO

A previsão de séries temporais é uma área de conhecimento que tem sido aplicada de forma significativa em diversos setores econômicos (ASADI; TAVAKOLI; HEJAZI, 2012). No varejo, a previsão de demanda no processo de gestão de vendas tem desempenhado um papel de fundamental importância tanto para os tomadores de decisão quanto para as empresas (AYE et al., 2015).

Isto, por que, devido à concorrência e globalização, os consumidores têm à sua disposição diversas empresas varejistas e canais de varejo que ofertam produtos com características diferentes de preço, qualidade e prestação de serviços. Neste sentido, os varejistas têm buscado ofertar produtos que atendam às expectativas dos clientes com o intuito de evitar problemas no atendimento, aumento de inventário e cancelamentos devido aos atrasos nas entregas (DA VEIGA et al., 2016).

Para atingir estes objetivos, as empresas varejistas precisam organizar seus processos de planejamento da demanda através de sistemas de previsões confiáveis com o intuito de melhorar suas estratégias de negócios (AYE et al., 2015; DA VEIGA et al., 2016). A previsão de demanda futura é essencial para o processo de planejamento e operação de uma empresa varejista (AYE et al., 2015). Segundo Zhang e Kline (2007) para as operações de um varejista se tornarem rentáveis, a obtenção de uma previsão de demanda precisa é essencial na organização e planejamento de compras, transporte e mão-de-obra, bem como para os serviços pós-venda.

Já Doganis, Aggelogiannaki e Sarimveis (2008) ressaltam que as informações oriundas do processo de previsão de demanda podem ser utilizadas por diversos setores de uma empresa varejista. No setor financeiro e contábil são usadas para projeção dos custos, níveis de lucratividade, bem como para o levantamento das necessidades de capital. Já no setor de vendas, as informações são úteis para o conhecimento da necessidade de vendas de cada produto por período. O departamento de compras faz uso das informações para o planejamento de compras a curto e longo prazos. O setor de marketing utiliza tais informações para traçar as estratégias de marketing sobre o volume de vendas previsto. Por fim, a logística faz uso

das informações para estabelecer as necessidades logísticas específicas.

As séries temporais de demanda de uma empresa varejista apresentam muitas vezes forte tendência e variações sazonais que representam grandes desafios no desenvolvimento de modelos de previsão mais precisos. Questões relacionadas a como efetivamente modelar séries temporais e de que forma melhorar a qualidade das previsões no varejo, ainda são assuntos não esgotados na literatura (RAMOS; SANTOS; REBELO, 2015; ZHANG; KLINE, 2007).

As técnicas de previsões individuais como os modelos de suavização exponencial e de *Box & Jenkins* ou modelos Autoregressivos, Integrados e de Médias Móveis (ARIMA), são as duas classes de modelos mais amplamente utilizadas para modelagem e previsão de séries temporais no varejo (DA VEIGA et al., 2016; RAMOS; SANTOS; REBELO, 2015). Estas técnicas apresentam suas próprias características, bem como pontos fortes e pontos fracos para o processo de modelagem e previsão (AYE et al., 2015).

Entretanto, ao utilizar apenas técnicas individuais no processo pode comprometer a acurácia da previsão. Isto, por que, ao empregar uma única técnica de previsão, não são consideradas informações de outras fontes, reduzindo assim a precisão das técnicas individuais e, conseqüentemente, aumentando os erros de previsão (WAN et al., 2012).

Para sanar esta lacuna, é preciso agregar diversas previsões em uma única e nova previsão. Este processo é denominado na literatura como combinação de previsões e teve origem no trabalho seminal de Bates e Granger (1969). A combinação de previsões tem permitido reduzir os erros de previsão e obter previsões mais acuradas em relação às previsões individuais (RODRIGUES e STEVENSON, 2013; GRAEFE; ARMSTRONG; JONES, 2013; XIAO et al., 2016).

Os métodos de combinação de previsões no setor varejista não são importantes apenas para este setor ter uma grande disponibilidade de modelos para obter previsões, mas também para que os gestores possam ter conhecimento de tais métodos de combinação. Isto é de fundamental importância para o setor varejista, pois fazendo uso da combinação de previsões individuais pode-se obter previsões mais precisas, contribuindo assim para o setor

planejar melhor as suas operações. No varejo, grande parte dos estudos sobre combinação de previsões buscou melhorar o desempenho das previsões combinando duas, ou no máximo, três previsões individuais (AYE et al., 2015).

Diante deste contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar os desempenhos das previsões individuais e previsões combinadas aplicadas às séries temporais de um varejista do segmento de peças de reposição para automóveis.

O trabalho está dividido em cinco seções, incluindo esta introdução. Na seção 2, é apresentada a revisão da literatura acerca dos métodos de previsões baseados em séries temporais e de combinação de previsões. A seção 3 apresenta os procedimentos metodológicos adotados na execução do estudo. Na seção 4, são apresentados os resultados obtidos. Por fim, a seção 5 traz as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 TÉCNICAS DE PREVISÃO DE DEMANDA

De modo geral, as técnicas de previsão de demanda são divididas em duas classes principais, sendo elas: técnicas qualitativas e técnicas quantitativas (LAWRENCE e LAWRENCE, 2009).

As técnicas qualitativas são amplamente utilizadas devido às suas simplicidades de uso e por apresentarem custos relativamente baixos. Tais técnicas são comumente utilizadas em situações que há pouco ou nenhum dado disponível, sendo menos estruturadas quando comparadas com as técnicas quantitativas. Dentre as técnicas qualitativas se destacam o método Delphi, analogia histórica, grupo focal, dentre outros (ROSIENKIEWICZ; CHLEBUS; DETYNA, 2017).

Por sua vez, as técnicas quantitativas utilizam dados históricos para prever valores futuros. As previsões através dos métodos quantitativos podem ser obtidas através de modelos baseados em séries temporais ou modelos causais. A principal diferença entre esses modelos é que os métodos baseados em séries temporais fazem uso apenas dos dados da série temporal para extrair um padrão da demanda que é projetado para obter previsões futuras, enquanto os modelos

causais buscam incluir no processo de previsão variáveis explicativas que possam influenciar a demanda do produto analisado. Dentre os modelos baseados em séries temporais incluem os métodos de decomposição, média móvel simples, média móvel ponderada, suavização exponencial simples, suavização exponencial com tendência (método linear de *Holt*), suavização exponencial com tendência e sazonalidade (método linear de *Holt-Winters*) e os modelos de *Box & Jenkins* (ARIMA). Já as previsões através de modelos causais são obtidas por meio de modelos econométricos, análise de regressão e de redes neurais artificiais (ROSIENKIEWICZ; CHLEBUS; DETYNA, 2017).

A seguir, são apresentadas as características dos modelos de suavização exponencial e de *Box & Jenkins*, pois foram através dos modelos dessas duas classes que as previsões individuais foram obtidas.

Os modelos de suavização ou alisamento exponencial se dividem em: i) suavização exponencial simples; ii) suavização exponencial com tendência (método linear de *Holt*); e, iii) suavização exponencial com tendência e sazonalidade (método linear de *Holt-Winters*).

O modelo de suavização exponencial simples é recomendado para dados que não apresentam tendência ou sazonalidade (DA VEIGA et al., 2016). A suavização exponencial simples parte do princípio que as observações mais recentes são mais relevantes para previsão do que as mais antigas, indicando que elas devem ser ponderadas com um peso maior. Deste modo, este modelo usa uma média móvel ponderada com pesos que diminuem exponencialmente à medida que surgem novas observações, acrescentando uma parcela do erro de previsão (BERGMEIR; HYNDMAN; BENÍTEZ, 2016).

Já o modelo de suavização exponencial com tendência (método linear de *Holt*) é apropriado para dados que apresentam uma tendência linear de crescimento ou decaimento, considerando duas constantes de suavização (α e β) e três equações (DA VEIGA et al., 2016).

Por fim, o método linear de *Holt-Winters* é indicado para casos em que os dados apresentam padrão de demanda com tendência linear e sazonalidade. Este modelo faz aplicação de equações de suavização

para estimar o nível, a tendência e a sazonalidade da série temporal estudada no processo de previsão, com três constantes de suavização (α , β e γ) e quatro equações (HYNDMAN e ATHANASOPOULOS, 2014). Tal método apresenta duas abordagens distintas, as quais dependem da forma como é modelada a sazonalidade: a multiplicativa ou aditiva. A forma multiplicativa é indicada para séries temporais em que a amplitude da sazonalidade varia com o nível da demanda. A forma aditiva é apropriada para séries temporais cuja amplitude da sazonalidade é independente do nível de demanda (HOLT, 2004).

Já a metodologia de *Box & Jenkins* se refere a identificação, ajuste, checagem e uso de modelos Autoregressivos Integrados à Média Móvel, também denominado ARIMA (*Auto Regressive Integrated Moving Average*). Esses modelos são apropriados para o uso em séries temporais de comprimento médio, sendo caracterizado por captar o comportamento da correlação da série entre os valores da série temporal e assim realizar previsões futuras (SOUZA, 2016).

Segundo Martins e Werner (2014), esta metodologia permite identificar diferentes modelos além do ARIMA, dentre os principais estão: autorregressivos de ordem p (AR), médias móveis de ordem q (MA), autorregressivo de médias móveis de ordem p , q (ARMA) e os autorregressivos integrados de médias móveis sazonais, de ordem P , D , Q , p , d , q , com estação sazonal s (SARIMA).

O processo de modelagem ARIMA se baseia em quatro etapas, sendo elas: i) especificação de possíveis modelos, ii) identificação do modelo ideal; iii) estimação dos parâmetros; e, iv) verificação da adequação do modelo – caso o modelo não seja aprovado, retorna-se ao primeiro passo e escolhe outro modelo (MORETTIN e TOLLOI, 2006).

Para mensurar o ajuste do modelo escolhido, são utilizados como referências os critérios *Akaike's Information Criteria* (AIC) e *Bayesian Information Criteria* (BIC). Sendo assim, o modelo que apresentar os menores valores para tais parâmetros será o de melhor ajuste.

2.2 COMBINAÇÃO DE PREVISÕES

A combinação é uma abordagem atrativa dentre as técnicas de previsões existentes,

pois através dela pode-se prover uma melhor acurácia tendo em vista que cada técnica captura algum tipo de informação que influencia na previsão realizada (CLEMEN, 1989).

A combinação de previsões parte do seguinte princípio: baseando-se em conjunto de dados históricos e informações contextuais, são gerados os modelos de previsões com base em diferentes métodos (método 1, método 2, ... , método n), obtendo-se n previsões. Posteriormente, estas previsões são combinadas e gera-se uma única previsão final.

Os métodos objetivos de combinação foram originados a partir do estudo de Bates e Granger (1969). Estes autores sugeriram o método de combinar as previsões por meio de uma combinação linear de duas previsões objetivas não viciadas (ou devidamente corrigidas), atribuindo peso k para a primeira previsão e peso $(1 - k)$ para a segunda. Este método é conhecido como variância mínima.

Bates e Granger (1969) recomendam ainda a atribuição de um peso maior à previsão que apresenta os menores erros. Para isto, propuseram a minimização da variância dos erros da previsão combinada.

Após a proposta de obtenção de pesos via variância mínima de Bates e Granger (1969), apresentada anteriormente, De Gooijer e Hyndman (2006) afirmam que diversos métodos já foram propostos para selecionar os pesos combinados, sendo que a média aritmética é a técnica de combinação mais utilizada. O método da média aritmética, é composto por duas previsões com pesos iguais.

Por fim, Granger e Ramanathan (1984) argumentam sobre a realização de combinações de modelos de previsão utilizando uma forma estruturada de regressão, tendo a previsão combinada como variável resposta as previsões individuais como variáveis explicativas.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

De acordo com Prodanov e Freitas (2013), uma pesquisa pode ser classificada em categorias que se dividem quanto: à natureza da pesquisa; à abordagem do problema; aos objetivos; e, aos procedimentos utilizados. Na Tabela 1 é apresentada a classificação da presente pesquisa.

Tabela 1 - Classificação da pesquisa

Categorias	Classificação
Natureza	Pesquisa aplicada
Abordagem	Pesquisa quantitativa
Objetivos	Pesquisa exploratória
Procedimentos	Estudo de caso

A pesquisa aplicada tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática voltados à resolução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais (PRODANOV e FREITAS, 2013). Esta classificação se deve ao fato que no presente trabalho buscou-se avaliar os desempenhos de técnicas de previsões individuais e combinadas com o intuito de selecionar o modelo mais acurado para realizar previsões em uma empresa varejista de peças de reposição para automóveis.

Já a pesquisa quantitativa corresponde à mensuração do objetivo em estudo, ou seja, transforma as informações em números para a análise dos mesmos (BICUDO, 2006). Neste estudo, foram utilizados modelos matemáticos e estatísticos para obtenção das previsões individuais, combinadas, bem como para mensurar a acurácia de cada um dos modelos analisados.

A pesquisa exploratória busca proporcionar maiores informações sobre o assunto em estudo, facilitar a delimitação do tema em trabalho, definir os objetivos ou formular as hipóteses da pesquisa, ou ainda, descobrir um novo enfoque para o trabalho que se deseja desenvolver. Este tipo de pesquisa assume as formas de pesquisas bibliográficas e estudos de caso (GIL, 2008).

Por fim, o estudo de caso apresenta como característica, o estudo aprofundado de um ou de poucos objetos, de modo a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado (GIL, 2008).

Para atingir os objetivos propostos, o estudo foi executado por meio de seis etapas, conforme apresentado na Figura 1. Os detalhamentos dessas etapas são apresentados na sequência.

Figura 1: Etapas de execução do estudo

1ª Etapa – coleta e análise de dados: nesta primeira etapa foi realizada a coleta de dados referente as vendas dos últimos cinco anos (janeiro de 2012 a dezembro de 2016) de todos os produtos que a empresa comercializa. Tais dados encontravam-se armazenados no sistema de gestão empresarial que a empresa faz uso para gerenciamento do negócio.

2ª Etapa – priorização dos produtos (curva ABC): após a primeira etapa, realizou-se a classificação dos produtos conforme a sua importância para o faturamento da empresa no ano de 2016 através da curva ABC ou gráfico de Pareto. A partir desta classificação, selecionou-se como objeto de estudo do presente trabalho apenas os produtos de classe A, pois são aqueles que possuem maior importância para o faturamento da empresa e necessitam de um método de previsão mais preciso para o controle das suas operações de vendas.

3ª Etapa – agrupamento dos produtos e obtenção das séries temporais: a terceira etapa consistiu em agregar os produtos de classe A para obtenção de séries temporais agregadas. Este procedimento foi adotado com o intuito de obter previsões mais acuradas. Segundo Chiang et al. (2016) a previsão de dados agregados, na maioria das vezes, é mais precisa do que a previsão de dados desagregados, pois a agregação contribui para a remoção de variações individuais específicas. Deste modo, os produtos de classe A foram agrupados em seis classes conforme a parte do automóvel a qual eles pertencem, gerando então seis séries temporais agregadas, sendo uma para cada um dos seguintes grupos: grupo 1 – motor; grupo 2 – suspensão; grupo 3 – freio;

grupo 4 – câmbio; grupo 5 – acessórios; grupo 6 - diferencial.

4ª Etapa – modelagem e previsões individuais: nesta etapa as séries temporais agregadas foram divididas em duas partes, sendo a primeira para a fase treino (80% dos dados – 48 observações) e a segunda para a fase de teste (20% dos dados – 12 observações). As previsões individuais foram obtidas a partir de modelos de suavização exponencial que apresentaram os menores erros de previsão e de *Box & Jenkins* considerando aqueles que apresentaram os melhores resultados para os critérios AIC (*Akaike's Information Criteria*) e BIC (*Bayesian Information Criteria*).

5ª Etapa – combinação de previsões: após a obtenção das previsões individuais, foram realizadas as combinações delas por meio de três modelos, sendo eles: variância mínima com erros não correlacionados, média aritmética e regressão linear simples das previsões individuais.

6ª Etapas – análise das medidas de acurácia: a análise do desempenho das cinco previsões obtidas (duas individuais e três combinadas) para cada uma das seis séries temporais agregadas foi realizada a partir das seguintes medidas de acurácia: i) Erro Absoluto Médio ou *Mean Absolute Error* (MAE); ii) Erro Quadrático Médio ou *Mean Squared Error* (MSE); iii) Erro Percentual Absoluto Médio ou *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Na Tabela 2 são apresentadas as equações utilizadas para obter estas medidas de acurácia. Cabe ressaltar que o modelo selecionado para obter previsões foi aquele que apresentou o melhor resultado para as medidas de acurácia analisadas.

Tabela 2 - Medidas de acurácia

Siglas	Fórmulas
MAE	$\frac{\sum_{t=1}^n E_t }{n}$
MSE	$\frac{\sum_{t=1}^n (E_t)^2}{n}$
MAPE	$\frac{\sum_{t=1}^n E_t/Y_t * 100}{n}$

Em que: E_t é o erro de previsão no instante t ; n é o número de observações; Y_t é a demanda real no tempo t , e, $t = 1, 2, \dots, n$.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O varejista objeto deste estudo de caso, está localizado na região sul do estado de Mato Grosso e atua na comercialização de peças de reposição para automóveis desde 1988. O processo de previsão de demanda na empresa até a execução do presente trabalho era realizado com base na média móvel dos últimos três períodos. Entretanto, era de consenso por parte dos gestores da empresa

que as previsões obtidas não eram precisas e necessitava então de uma revisão deste processo, fato este que motivou a execução deste estudo.

Visto que a quantidade de produtos que a empresa comercializa é relativamente grande, sendo 8.732 ao todo, realizar o processo de modelagem e previsão de demanda para todos eles requer um tempo considerável. Deste modo, houve a necessidade de realizar a classificação destes produtos conforme a curva ABC e desenvolver o processo de previsão para os itens da classe A. Os resultados obtidos da classificação ABC considerando o faturamento do ano de 2016 são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Classificação ABC dos produtos comercializados pela empresa

Classificação	Quantidade	% Itens	% Faturamento
Itens Classe A	1.792	20,52	79,86
Itens Classe B	1.313	15,03	9,81
Itens Classe C	5.627	64,45	10,33
Total	8.732	100,00	100,00

Após realizar a classificação ABC, os 1.792 produtos de classe A foram divididos e agrupados em seis classes. A seguir são apresentadas a quantidade de produtos por grupo: Grupo 1 (motor) – 758 produtos; Grupo 2 (suspensão) – 562 produtos; Grupo 3 (freio) – 209 produtos; Grupo 4 (câmbio) – 145 produtos; Grupo 5 (acessórios) – 85 produtos; Grupo 6 (diferencial) – 33 produtos. As somas dos volumes de vendas mensais destes produtos por classe deram origem às seis

séries temporais agregadas durante o período analisado.

Após a obtenção das séries temporais agregadas foram realizadas as modelagens e previsões para cada um dos seis grupos. Na Tabela 4, são apresentados os resultados das três medidas de acurácia (MAE, MSE e MAPE) para a fase de teste dos cinco modelos de previsão analisados para cada um dos seis grupos.

Tabela 4 - Medidas de acurácia da fase de teste dos cinco modelos analisados

	Modelos	MAE	MSE	MAPE
GRUPO 1	<i>Holt Winters</i> Aditivo	527,66	392.125,46	11,66%
	SARIMA (1,1,0) (0,1,0)	519,75	352.463,54	11,51%
	Média Aritmética	449,17	281.627,52	10,02%
	Variância Mínima	456,61	289.165,20	10,14%
	Regressão linear	494,80	343.897,97	10,85%
GRUPO 2	<i>Holt Winters</i> Aditivo	219,06	93.486,53	10,28%
	SARIMA (0,1,1) (1,0,0)	211,93	71.926,90	9,97%
	Média Aritmética	210,79	66.311,24	9,67%
	Variância Mínima	210,85	72.499,36	9,99%
	Regressão linear	216,49	76.154,84	10,22%
GRUPO 3	<i>Holt Winters</i> Aditivo	75,55	9.708,10	13,84%
	SARIMA (3,1,1) (1,1,0)	79,43	8.797,59	14,20%
	Média Aritmética	76,26	9.069,02	13,80%
	Variância Mínima	76,34	9.058,66	13,81%
	Regressão linear	74,55	9.008,90	13,34%
GRUPO 4	Suavização Exponencial Simples	46,23	2.867,10	14,26%
	ARIMA (1,0,0)	47,10	3.444,63	13,99%
	Média Aritmética	42,59	2.765,99	12,99%
	Variância Mínima	42,41	2.731,67	12,83%
	Regressão linear	44,31	2.686,15	13,43%
GRUPO 5	<i>Holt Winters</i> Aditivo	121,95	24.163,98	11,95%
	SARIMA (0,1,1)(1,1,0)	130,49	27.776,83	12,55%
	Média Aritmética	122,58	23.363,95	11,95%
	Variância Mínima	121,98	23.219,71	11,90%
	Regressão linear	109,72	19.470,14	10,62%
GRUPO 6	Suavização Exponencial Simples	4,01	22,28	13,49%
	ARIMA (0,1,1)	4,48	28,41	14,31%
	Média Aritmética	3,96	22,23	13,17%
	Variância Mínima	3,85	21,88	13,02%
	Regressão linear	3,89	22,12	13,30%

Na Tabela 4, os modelos destacados em negrito foram os que apresentaram os menores erros de previsão e, conseqüentemente, deverão ser utilizados para obter as previsões de demanda na empresa. É possível constatar, ainda na Tabela 4, que para todos os grupos de produtos, as técnicas de combinação de previsões apresentaram desempenho superiores às técnicas individuais com base

nas três medidas de acurácia analisadas (MAE, MSE e MAPE). Esses resultados vão de encontro com os que são encontrados na literatura pela maioria dos estudos que utilizaram a combinação de previsões no varejo, com o intuito de melhorar a precisão dos resultados obtidos. Neste caso, destaca-se o estudo de Aye et al. (2015).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de técnicas de previsão acuradas é de fundamental importância para as empresas varejistas realizarem o planejamento adequado das suas atividades de reposição e comercialização dos seus produtos.

Neste estudo, buscou-se comparar o desempenho dos modelos de suavização exponencial e de *Box & Jenkins* para obtenção de previsões individuais, bem como de três modelos de combinação de previsões (média aritmética, variância mínima com erros não correlacionados e regressão linear simples), em relação a três medidas de acurácia (MAE, MSE e MAPE).

Com os resultados obtidos, constatou-se que os modelos de combinação de previsões superaram o desempenho encontrado para os modelos de previsões individuais, indicando

aqueles que devem ser utilizados para a previsão de demanda dos produtos da empresa estudada. Isto vai de encontro com os resultados encontrados na literatura sobre combinação de previsões, que constataram que ao fazer o uso dessas técnicas, possibilita a redução dos erros e, conseqüentemente, o aumento da acurácia da previsão. Deste modo, os resultados capacitam os modelos a serem utilizados para prever a demanda de cada grupo de produtos.

Como sugestões para trabalhos futuros, recomenda-se a utilização de outras técnicas para obtenção das previsões individuais diferentes das que foram utilizadas neste estudo, como técnicas de decomposição e redes neurais artificiais, bem como fazer a integração das previsões com o julgamento humano.

REFERÊNCIAS

- [1]. ASADI, S.; TAVAKOLI, A.; HEJAZI, S. R. A new hybrid for improvement of auto-regressive integrated moving average models applying particle swarm optimization. *Expert Systems with Applications*, v. 39, n. 5, p. 5332–5337, 2012.
- [2]. AYE, G. C. et al. Forecasting aggregate retail sales: The case of South Africa. *International Journal of Production Economics*, v. 160, p. 66–79, 2015.
- [3]. BATES, J. M.; GRANGER, C. W. J. The Combining of Forecasts. *Operational Research Quarterly*, v. 20, n. 4, p. 451–468, 1969.
- [4]. BERGMEIR, C.; HYNDMAN, R. J.; BENÍTEZ, J. M. Bagging exponential smoothing methods using STL decomposition and Box-Cox transformation. *International Journal of Forecasting*, v. 32, n. 2, p. 303–312, 2016.
- [5]. BICUDO, M. A. V. Pesquisa qualitativa e pesquisa qualitativa segundo a abordagem fenomenológica. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. *Pesquisa qualitativa em educação matemática*. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.
- [6]. CHIANG, C.-Y.; LIN, W. T.; SURESH, N. C. An empirically-simulated investigation of the impact of demand forecasting on the bullwhip effect: Evidence from U.S. auto industry. *International Journal of Production Economics*, v. 177, p. 53–65, 2016.
- [7]. CLEMEN, R. T. Combining Forecasts: A Review and Annotated Bibliography. *International Journal of Forecasting*, v. 5, p. 559–583, 1989.
- [8]. DA VEIGA, C. P. et al. Demand forecasting based on natural computing approaches applied to the foodstuff retail segment. *Journal of Retailing and Consumer Services*, v. 31, p. 174–181, 2016.
- [9]. DOGANIS P.; AGGEOLOGIANNAKI E.; SARIMVEIS H. A combined model predictive control and time series forecasting framework for production-inventory systems. *International Journal of Production Research*, v. 46, p. 6841–6853, 2008.
- [10]. DE GOOIJER, J. G.; HYNDMAN, R. J. 25 years of time series forecasting. *International Journal of Forecasting*, v. 22, p. 443–473, 2006.
- [11]. GRANGER, C. W. J. & RAMANATHAN, R. Improved Methods of Forecasting. *Journal of Forecasting*, v. 3, 1984, p. 197–204.
- [12]. GRAEFE, A.; ARMSTRONG, J. S.; JONES, R. J. Combining Forecasts: An Application to Elections. p. 1–27, 2013.
- [13]. GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- [14]. HOLT, C. C. Forecasting Seasonals and Trends by Exponentially Weighted Moving Averages. *International Journal of Forecasting*, v. 20, n. 1, p. 5–10, 2004.
- [15]. HYNDMAN, R. J.; ATHANASOPOULOS, G. *Forecasting: principles and practice*. 2014.
- [16]. LAWRENCE, K.; LAWRENCE, S. M. *Fundamentals of Forecasting Using Excel*; Industrial Press, Inc: New York, NY, USA, 2009.
- [17]. MARTINS, V. L. M.; WERNER, L. Comparação de previsões individuais e suas

combinações: um estudo com séries industriais. *Production*, v. 24, n. 3, p. 618-627, 2014.

[18]. MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. *Análise de séries temporais*. 2 ed. São Pulo: Edgard Blücher, 2006. 538 p.

[19]. PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. 2.ed. Novo Hamburgo – RS: Universidade Feevale, 2013.

[20]. RAMOS, P.; SANTOS, N.; REBELO, R. Performance of state space and ARIMA models for consumer retail sales forecasting. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, v. 34, p. 151–163, 2015.

[21]. RODRIGUES, B. D; STEVENSON, M. J. Takeover prediction using forecast combinations. *International Journal of Forecasting*. v. 29, n. 4, p. 628-641, 2013.

[22]. ROSIENKIEWICZ, M.; CHLEBUS, E.; DETYNA, J. A Hybrid Spares Demand Forecasting Method Dedicated to Mining Industry. *Applied Mathematical Modelling*, v. 49, p. 87–107, 2017.

[23]. SOUZA, F. M. *Modelos de Previsão: Aplicações à Energia Elétrica*. 1. ed. Appris: Curitiba, 2016.

[24]. WAN, L. et al. A Type of Combination Forecasting Method Based on Time Series Method and PLS *. v. 2012, n. November, p. 467–472, 2012.

[25]. XIAO, L. et al. A combined model based on multiple seasonal patterns and modified firefly algorithm for electrical load forecasting. *Applied Energy*, v. 167, p. 135–153, 2016.

[26]. ZHANG, G. P.; KLINE, D. M. Quarterly Time-Series Forecasting With Neural Networks. v. 18, n. 6, p. 1800–1814, 2007.

Capítulo 8

A MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE COMO PROPOSTA DE APRIMORAMENTO DOS PLANOS DE MANUTENÇÃO APLICADOS A UMA MÁQUINA EXTRUSORA

Gabriel Berbert Molina

Moisés Duarte Filho

Luciana Lezira Pereira de Almeida

Guilherme Fernandes de Souza

Ivan Junio Silva Costa

Resumo: A manutenção industrial tornou-se uma função estratégica para as empresas por ser um fator determinante na qualidade dos produtos e na produtividade. Há alguns anos a manutenção vem sendo pensada de forma mais ordenada e estruturada, com foco não só em manter a funcionalidade dos equipamentos, mas também em aumentar a sua disponibilidade e com o menor custo possível. Dentre as metodologias empregadas com este propósito, está a Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC), que aborda um planejamento sistemático e criterioso quanto à alocação de recursos e a organização dos planos de manutenção. Este trabalho teve como objetivo apresentar uma proposta de aprimoramento do atual programa de manutenção elétrica adotado para o subsistema de água gelada de uma máquina Extrusora, em uma fábrica de tubos flexíveis situada no Porto do Açu-RJ, aplicando-se a lógica MCC como metodologia de análise. A abordagem foi feita na forma de uma análise de caso, apresentando primeiramente as atividades de manutenção hoje realizadas em cada equipamento do subsistema, bem como o número de Homens/hora/ano (H/h/a) envolvidos. Na continuidade, foi apresentado o programa alternativo, utilizando a sequência de passos e as ferramentas para a implementação da metodologia MCC. Os dados mostraram uma redução expressiva do número total de homens/hora/ano necessários para as atividades de manutenção do subsistema analisado, com ganhos que podem variar entre 12,5 e 31%, deixando clara a vantagem da MCC em relação ao plano de manutenção atual.

Palavras-chave: Manutenção industrial. Manutenção Centrada na Confiabilidade. Relação Homem/hora/ano.

1 INTRODUÇÃO

A meta de qualquer empresa é manter seu produto no mercado com preço competitivo e qualidade, e que atenda às necessidades de seus clientes. A competitividade e sua sustentabilidade decorrem da capacidade da empresa para desenvolver estratégias que gerem valor (BARNEY 2002). Para manterem-se competitivas e fornecer serviços precisos, as empresas estão considerando a confiabilidade e a manutenibilidade como parte da missão corporativa para melhorar a qualidade dos produtos, processos e serviços prestados (SHARMA; KUMAR, 2008).

Para ser estratégica, a manutenção deve estar voltada para os resultados empresariais da organização. Para que se torne eficaz, é preciso que o planejamento de gestão estratégica englobe uma política de diretrizes, um diagnóstico da situação atual da manutenção, metas estratégicas baseadas em benchmark para uma situação futura, um plano de ação para as metas traçadas, e por último, indicadores para medir os resultados do plano de ação. Esta é uma visão moderna da manutenção, o que é totalmente diferente de quando ela surgiu (KARDEC; LAFRAIA, 2002).

Várias técnicas inovadoras são usadas pelas empresas para impulsionar seus produtos e processos, incluindo a manutenção produtiva total (TPM), a gestão da qualidade total (TQM), a reengenharia de processos (BPR) e Just in time (JIT) (SHARMA; KUMAR, 2008). Outra técnica, a Manutenção Centrada na Confiabilidade, foi desenvolvida na década de 1970 para a indústria de aviação civil, mas expandiu-se para diversos outros setores, sendo largamente utilizada pelas indústrias (CARRETERO et al., 2003). A metodologia consiste numa abordagem sistemática qualitativa para organizar a manutenção (BERTLING et al., 2005). O processo centra-se na funcionalidade da planta e equipamentos e nos mecanismos críticos de falha que poderiam resultar na perda de funcionalidade (IAEA-TECDOC-1590, 2007).

Especificamente com relação à indústria de energia elétrica, é crescente o número de empresas que empregam a MCC como estratégia de otimização dos processos de manutenção (BERTLING et al. 2005). A literatura mostra um grande número de artigos voltados para o tema neste campo. Nos trabalhos de Meeuwaen et al. (1997) e Yssaad et al. (2014) o modelo MCC foi utilizado para

determinar o intervalo ótimo de manutenção em sistemas de proteção de distribuição. Heo et al. (2014) desenvolveram um abrangente modelo MCC para um sistema de transmissão focado na preservação das funções e da confiabilidade do sistema. Segundo Siqueira (2005), o emprego da MCC se expandiu também para diversos setores da economia, incluindo o terciário e o de serviços.

Para manter a competitividade produtiva, as indústrias devem observar as funções exercidas pela manutenção, priorizando o estreito controle de seus custos. O gerenciamento da produção conta com o setor de manutenção para uma maior disponibilidade dos equipamentos (SÓCRATES et al., 2014). Como aperfeiçoar a produção e reduzir os gastos aprimorando as técnicas de manutenção? Os custos gerados pela função manutenção são apenas a ponta de um iceberg. Essa ponta visível corresponde aos custos com mão de obra, ferramentas e instrumentos, material aplicado nos reparos, custo com subcontratação e outros referentes à instalação ocupada pela equipe de manutenção. Abaixo dessa parte visível do iceberg, estão os maiores custos, invisíveis, que são os decorrentes da indisponibilidade do equipamento (MIRSHAWA; OLMEDO, 1993).

2 OBJETIVOS

O objetivo geral do trabalho é apresentar uma proposta de aplicação da metodologia de Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) para aprimorar o programa de manutenção aplicado a uma máquina Extrusora essencial na linha de produção de uma indústria de tubos flexíveis no Porto do Açu, RJ.

Propor modificações pontuais no programa de manutenção aplicado atualmente em um dos subsistemas de funcionamento da máquina; e apresentar um comparativo entre o atual sistema adotado para a manutenção do equipamento e aquele previsto com o emprego da metodologia proposta, expresso como o custo total do indicador "homem/hora/ano".

3 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos do trabalho, optou-se por apresentar uma análise de um caso aplicada a uma fábrica de tubos flexíveis, situada no Porto do Açú, Município de São João da Barra, RJ. O objeto específico de estudo foi o subsistema de água gelada de uma máquina Extrusora, que corresponde a um dos principais equipamentos dessa indústria, enfocando exclusivamente as funções elétricas.

Primeiramente, será apresentada uma breve descrição sobre a função da máquina Extrusora, bem como do funcionamento do subsistema de água gelada, destacando os equipamentos que o compõem e que serão alvo da análise proposta. Na sequência, será apresentado o programa de manutenção utilizado atualmente pela empresa, com detalhamento das atividades aplicadas e o número de homem/horas/ano (H/h/a) gasto em cada uma. Tomando como base a metodologia MCC, foram propostas mudanças pontuais no programa de manutenção atual do mesmo subsistema, evidenciando o número de homem/horas/ano (H/h/a) gasto, considerando as modificações. Ao final, será apresentado um comparativo entre o cenário atual e o cenário proposto, de forma a explicitar as diferenças e ressaltar os ganhos obtidos.

4 ANÁLISE DE UM CASO

Neste trabalho foi proposto um estudo de caso voltado para uma análise comparativa entre o atual programa de manutenção aplicado ao subsistema de água gelada da máquina Extrusora e uma abordagem baseada na metodologia da Manutenção Centrada na Confiabilidade.

Os tubos flexíveis produzidos pela empresa são usados para ligar as plataformas de petróleo com os poços de produção, para transporte do hidrocarboneto ou injeção de água. Para suportar as pressões de trabalho, internas e externas, e ter resistência a outras adversidades, os tubos são constituídos de diversas camadas com funções específicas. Essas camadas são produzidas por seis máquinas diferentes, dentre elas a Extrusora, cada uma com particularidades de operações distintas.

A Extrusora é usada para transformar grãos termoplásticos em massa pastosa que servirá para fazer o capeamento ou modelamento de

um tubo. Além de segurar a pressão dos hidrocarbonetos, esse capeamento tem como função evitar a corrosão e reduzir os atritos das partes metálicas do tubo, produzidas pelas outras máquinas do processo de fabricação.

O capeamento produzido pela Extrusora deve ser distribuído uniformemente por todo o tubo, não podendo haver excesso ou deficiência, nem bolhas ou trincas em nenhuma parte. Caso contrário, o capeamento deverá ser removido e reprocessado pela máquina, o que representa desperdício de material, tempo e mão de obra. Por esta particularidade, a Extrusora não deve falhar durante a sua operação, o que justifica a adoção de um programa de manutenção que proporcione elevada eficácia, eficiência e segurança de seu funcionamento.

Neste contexto, a proposta de implementar a metodologia da Manutenção Centrada na Confiabilidade, como estratégia alternativa ao atual programa de manutenção, visa avaliar a possibilidade de incrementar os parâmetros de qualidade destacados acima. Como a Extrusora é dividida em diversos subsistemas, com partes mecânicas e elétricas, a análise de todo o conjunto tornaria o estudo muito extenso e complexo, optando-se por restringi-la apenas ao subsistema de água gelada, com o foco na parte elétrica.

Inicialmente, será apresentada uma descrição do funcionamento do subsistema e o cenário atual da manutenção elétrica realizada, destacando-se os custos envolvidos. Em seguida, será mostrada a proposta alternativa, com um comparativo entre os dois métodos.

4.1 SUBSISTEMA DE ÁGUA GELADA

O subsistema de água gelada, assim como os demais subsistemas, tem papel crucial para o funcionamento adequado da Extrusora. O fluxograma apresentado na Figura 1 mostra o modo de operação deste subsistema.

O subsistema de água gelada envolve uma torre de resfriamento, o *chiller*, castelo d'água (50.000 L), tanque de pré-resfriamento e resfriamento. A água sai da torre de resfriamento para resfriar o gás refrigerante no evaporador do *chiller*, onde a água atinge temperaturas entre 7 e 11 °C em funcionamento normal. Após sair do *chiller*, a água gelada é armazenada em um dos compartimentos do castelo d'água e de lá é bombeada para o tanque de resfriamento,

onde o tubo extrusado é resfriado. A água aquecida pela troca de calor com o tubo cai numa canaleta e é bombeada novamente para o castelo d'água, desta vez para o compartimento de água quente. O gás refrigerante evaporado no começo do processo, passa pelo condensador para que seu ciclo se reinicie.

O *chiller* possui três estações ligadas em paralelo com funcionamento em cascata,

acionado automaticamente na medida em que são demandadas. A demanda varia com a carga, ou seja, com a dimensão do tubo extrusado a ser resfriado.

Na maioria das vezes, uma estação apenas é suficiente para o resfriamento, no entanto duas estações são utilizadas para que uma não trabalhe em regime forçado.

Figura 6 Fluxograma de funcionamento do subsistema de água gelada

4.2 PROGRAMA DE MANUTENÇÃO ATUAL

A empresa dispõe de técnicos capacitados para realizar atividades de manutenção elétrica nos equipamentos, tanto de inspeção como de reparo, bem como tecnologia e ferramentas confiáveis que garantem a qualidade do serviço executado. Trabalha também com dois softwares para gerenciamento de informações. O primeiro deles, o Infor EAM™ (Enterprise Asset Management), é um software de gerenciamento de ativos de uso exclusivo do Setor de Manutenção da fábrica. E utilizado para gerenciar as informações relativas às ordens de serviço de manutenção executadas e aos relatórios das inspeções feitas. Tais ordens de serviço correspondem a tarefas de manutenção corretivas planejadas e são baseadas no programa de manutenção e nos dados técnicos das estruturas das máquinas.

O segundo software, que é específico para automação da coleta de dados e

monitoramento online do chão de fábrica, chamado PC Factory MES™ (Manufacturing Execution Systems), é utilizado para armazenar dados referentes aos acontecimentos diários, como falhas e paradas de produção, das seis máquinas principais.

Ao analisar o histórico de dados gerados pelos softwares no período de julho/2015 a julho/2016, verificou-se que as atividades de manutenção aplicadas em toda a máquina Extrusora são, em geral, eficazes, não havendo registros de falhas significantes. Especificamente com relação ao subsistema de água gelada, verificou-se o registro de apenas 40 minutos de impacto na produção no período, ocorrido em apenas um dos equipamentos, o chiller. O impacto de produção representa o número de horas que a máquina deixa de produzir conforme o planejado pela fábrica.

Os planos de manutenção foram criados pela equipe de engenheiros do setor de manutenção, considerando a experiência dos funcionários envolvidos e o histórico de manutenção realizado em outra fábrica de tubos do mesmo grupo empresarial, localizada em outra cidade.

A empresa realiza dois tipos de manutenção elétrica, a manutenção preventiva e a manutenção preditiva, cada uma delas envolvendo duas atividades, como segue:

4.2.1 ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Restauração preventiva em painéis elétricos: consiste em realizar aperto das conexões elétricas e limpeza interna (componentes e flexíveis) e externa do painel. Esta atividade é executada com o painel desenergizado e com a máquina fora de produção;

Inspeção preventiva em painéis elétricos: consiste em averiguar o estado físico dos painéis (vedação, suporte e integridade), aferir os parâmetros elétricos e verificar o funcionamento adequado de componentes (disjuntores, contadores, relés, transformadores, STB's (módulos de interface de rede que permitem a comunicação com o controlador programável mestre em redes industriais específicas), botoeiras e LED's, quando aplicáveis). Esta atividade é executada com o painel energizado, mas com a máquina fora de produção.

4.2.2 ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO PREDITIVA:

Medição das resistências dos isolamentos dos motores: esta atividade é executada com a máquina desenergizada e fora de produção;

Inspeção termográfica em painéis elétricos: esta atividade é executada com o painel energizado e com a máquina em produção.

Quando o técnico identifica alguma falha ou inconformidade, ele a relata e solicita o agendamento de uma manutenção corretiva por meio do software Infor EAM™.

A Tabela 1 mostra todas as atividades envolvidas diretamente nos equipamentos do subsistema de água gelada. Foram incluídos também os dados relativos ao painel elétrico principal da Extrusora, por se tratar de uma componente chave para o funcionamento da máquina. A relação "Homem/hora/ano" (H/h/a) é utilizada para quantificar o tempo anual, em horas, gasto por um técnico para executar o plano de manutenção. Seu valor é obtido pela multiplicação do tempo gasto na atividade pela quantidade de vezes em que a mesma é executada no período de um ano.

Pode-se afirmar que o programa de manutenção adotado pela empresa satisfaz algumas etapas da lógica MCC, como por exemplo, a organização dos planos de manutenção, a eficácia das atividades aplicadas e a documentação dos itens apurados nas atividades. Por outro lado, algumas informações devem ser mais precisas e completas para que esta metodologia possa ser, de fato, implementada, de modo a tornar o programa de manutenção mais eficiente. Por exemplo, devem-se documentar os modos de falha no Infor EAM™, de modo a estudar individualmente cada equipamento, determinar a melhor periodicidade dos planos de manutenção, e promover maior integração entre as equipes de manutenção as demais.

Tabela 1 Atividades de manutenção aplicadas atualmente no subsistema de água gelada da

Equipamento	Σ do tempo gasto em todas as atividades (h)	Periodicidade (meses)	Numero de vezes em que a atividade é executada/ano	Homem/hora/ano (H/h/a)	
Painel Elétrico Principal				Específico	Subtotal
Inspeção preventiva	1,5	0,5	24	36	42
Inspeção termográfica	2	4	3	6	
Tanque de Resfriamento					
Inspeção preventiva	2,5	1	12	30	114,2
Restauração preventiva	3,1	1	12	37,2	
Medição resist. Isolam.	23,5	6	2	47	
Chiller					
Inspeção preventiva	2	1	12	24	76
Inspeção termográfica	1,5	1	12	18	
Restauração preventiva	2	1	12	24	
Medição resist. isolam.	5	6	2	10	
Tanque de pré Resfriamento					
Medição resist. isolam.	1	1	12	12	12
Torre de Resfriamento					
Medição resist. isolam.	4	1	12	48	48
				Total Geral	292,2

maquina extrusora de tubos

4.3 PROGRAMA DE MANUTENÇÃO PROPOSTO

A Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) é uma abordagem de melhoria industrial focada em identificar e estabelecer as políticas de melhoria operacionais, de manutenção e de capital que irão gerir de forma mais eficaz os riscos de falha de assegurar que qualquer ativo físico continue a fazer o que seus usuários querem que ele faça no seu contexto operacional.

Sendo assim, a aplicação da MCC permite a definição de um regime completo de manutenção (SANDHAN, 2013). Ou seja,

equipamentos (SANDHAN, 2013). Ela é definida pela norma técnica internacional SAE JA1011 (Critérios de Avaliação para Processos MCC). Segundo Moubray (1997), a MCC é um processo usado para determinar o que deve ser feito para

significa uma quebra de paradigma como foi mostrado anteriormente. Nas próprias definições de “manutenção clássica” e MCC é possível observar as diferenças. A Tabela 2 indica as diferenças entre esses tipos de manutenção. De acordo com Siqueira (2005,

p.16), se antes a manutenção buscava preservar o equipamento, desativando-o, atuando em todos os itens e realizando tudo que era possível ser feito, a MCC propõe, segundo a norma IEC 60300-3-11:

- I. Preservar as funções dos equipamentos, com a segurança requerida;
- II. Restaurar sua confiabilidade e segurança projetada, após a deterioração;

- III. Otimizar a disponibilidade;
- IV. Minimizar o custo do ciclo de vida;
- V. Atuar conforme os modos de falha;
- VI. Realizar apenas atividades que precisam ser feitas;
- VII. Agir em função dos efeitos e consequências da falha;
- VIII. Documentar as razões para a escolha das atividades

Tabela 2 Comparação entre algumas das características da manutenção clássica e da Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC)

Característica	Manutenção Tradicional	MCC
Foco	Equipamento	Função
Objetivo	Manter o equipamento	Preservar a função
Atuação	Componente	Sistema
Atividades	O que pode ser feito	O que deve ser feito
Dados	Pouca ênfase	Muita ênfase
Documentação	Reduzida	Obrigatória e sistemática
Metodologia	Empírica	Estruturada
Combate	Deterioração do equipamento	Consequência das falhas
Normalização	Não	Sim
Priorização	Inexistente	Por função

Selvik e Aven (2010) utilizaram um diagrama proposto por Rausand (1998), ilustrado na Figura 4, para aplicar a sequência e determinar a prioridade e relevância das atividades que devem ser utilizadas. No presente trabalho é apresentada uma abordagem baseada neste diagrama, para os equipamentos que compõe o subsistema de

água gelada. O objetivo foi o de propor um aprimoramento do programa de manutenção aplicado atualmente pela empresa. Também foi acrescentada a inspeção teste, com o intuito de detectar falhas ocultas no sistema, tais como teste das botoeiras de emergência, das indicações dos LED's e dos componentes específicos de cada equipamento.

Figura 7 Fluxograma de aplicação da lógica MCC

Fonte: Rausand (1998)

Tomando como premissa os procedimentos citados anteriormente, e aplicando-os da maneira recomendada, obtém-se os valores descritos na Tabela 3 após a implementação da lógica MCC. O objetivo foi o de propor um aprimoramento do programa de manutenção aplicado atualmente pela empresa. Também

foi acrescentada a inspeção teste (manutenção detectiva), com o intuito de detectar falhas ocultas no sistema, tais como teste das botoeiras de emergência, das indicações dos LED's e dos componentes específicos de cada equipamento.

Tabela 3 Programa de manutenção proposto

Equipamento	Σ do tempo gasto em todas as atividades (h)	Periodicidade (meses)	Numero de vezes em que a atividade é executada/ano	Homem/hora/ano (H/h/a)	
Painel Elétrico Principal				Específico	Subtotal
Inspeção teste	1	3	4	4	64
Inspeção termográfica	2,5	0,5	24	60	
Tanque de Resfriamento					
Inspeção teste	1	3	4	4	94,1
Restauração preventiva	3,1	2	6	18,6	
Medição das resist. isolam.	1* / 22,5**	3* / 4**	4* / 3**	71,5	
Chiller					
Inspeção teste	1	2	6	6	37,5
Inspeção termográfica	2	1	12	24	
Medição das resist. isolam.	5	8	1,5	7,5	
Tanque de pré Resfriamento					
Medição das resist. isolam.	1	1	12	12	12
Torre de Resfriamento					
Medição resist. isolam.	4	1	12	48	48
				Total Geral	255,6

4.4 DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Tabela 3 mostraram que a reformulação das atividades de manutenção relativas aos equipamentos envolvidos no subsistema permite uma redução de 12,53% no total de homens/hora/ano em relação ao valor atual, o que valida a implantação da técnica MCC. Destaca-se que o ganho alcançado resultou não apenas da alteração do número de H/h/a em algumas atividades de alguns equipamentos, mas também de mudanças

específicas no perfil de atividades desenvolvidas, conforme será discutido a seguir.

No caso do painel elétrico principal, o numero total de H/h/a teve um acréscimo de 52,38% (42 para 64 horas). Este aumento deveu-se a duas intervenções. A primeira foi a extinção da antiga inspeção preventiva, realocando-se parte de seus itens na inspeção termográfica e parte na inspeção teste criada. A segunda referiu-se à redução da periodicidade da atividade de termografia e aumento do tempo

gasto na sua execução. Pode-se ressaltar, no entanto, que dependendo da confiabilidade alcançada no início da implantação do programa, esta periodicidade poderá ser ainda eventualmente estendida. Por exemplo, caso a avaliação mostre a possibilidade de fazer a inspeção mensalmente, a redução no total de H/h/a, em relação ao atual cenário, seria de 19,04% (de 42 para 34h). Esta condição já seria suficiente para aprimorar o programa de manutenção para este equipamento.

De modo distinto, a intervenção proposta para o tanque de resfriamento permitiu uma redução de 17,6% no número total de H/h/a para o equipamento. Para chegar a este resultado foram propostas três modificações do atual sistema. A primeira delas foi a eliminação da inspeção preventiva mensal e redistribuição de suas tarefas, realocando parte delas na restauração preventiva e criando-se uma inspeção teste (manutenção detectiva), com periodicidade trimestral, para as demais. Com isto, houve redução de 86,6% no valor de H/h/a. A segunda intervenção consistiu no aumento da periodicidade da restauração preventiva de 1 para 2 meses, decisão tomada em função da simplicidade de configurações destes painéis e por estes não possuírem circuitos com carga elevada. Esta intervenção resultou na diminuição de 50% do total de H/h/a necessários para a atividade. A terceira alteração consistiu em diminuir a periodicidade de medição das resistências dos enrolamentos dos motores do tanque de resfriamento, e, além disso, separar os motores entre os que estão em contato direto com a água e os que se encontram permanentemente no ambiente úmido, conforme é da natureza do equipamento. Estas duas medidas implicaram em aumento de 52,12% no total de H/h/a (47 para 71,5) para esta atividade, mas este impacto negativo seria compensado pela diminuição do número de H/h/a obtidos com as duas primeiras intervenções.

Ressalta-se que a terceira estratégia indicada para o tanque de resfriamento só se justificaria no caso da empresa decidir por medidas que proporcionem um aumento da vida útil e confiabilidade dos motores, podendo-se sugerir o uso de uma melhor proteção para aqueles que ficam em contato com a água. Neste caso, é recomendável que seja feito um estudo de viabilidade técnica/econômica para fabricação de um

elemento com esta finalidade. A comparação entre o eventual aumento de vida útil advindo desta alteração e o custo de substituição do motor seria o parâmetro usado para a tomada de decisão. Caso o investimento não se justifique, o programa semestral desta atividade, e sem levar em conta a divisão dos motores em duas categorias, que já é aplicado, deverá ser mantido. Caso isso aconteça, o valor H/h/a deste equipamento poderá ser reduzido em 39,05% (de 114,2 para 69,6h).

Ao analisar a proposta de modificação para o equipamento *chiller*, constata-se que, em seu conjunto, as medidas também impactariam positivamente o processo, a exemplo do obtido com as alterações sugeridas para o tanque de resfriamento. No total seria possível reduzir em 50% o número de H/h/a necessário para as tarefas de manutenção, conforme mostram as Tabelas 1 e 3. A estratégia prevê a realização de inspeção teste a cada dois meses em lugar da inspeção preventiva mensal, o que garante diminuição de 75% no valor de H/h/a. O tempo para realização da inspeção termográfica seria aumentado em meia hora, por englobar as tarefas da inspeção preventiva que não seriam feitas na inspeção teste, mantendo-se a periodicidade mensal, o que representaria um número de H/h/a 33,3% maior. Por outro lado, a atividade de restauração preventiva mensal seria eliminada, sendo feita apenas em caso de eventual necessidade indicada na inspeção termográfica, assegurando uma economia de 24 H/h/a. E, finalmente, a periodicidade da medição das resistências dos enrolamentos seria aumentada em dois meses, o que levaria a uma diminuição do número de H/h/a de 10 para 7,5 (25%). Esta última mudança deve-se ao fato do *Chiller* trabalhar com três estações em cascata, as quais são acionadas automaticamente, dependendo da temperatura da água, que por sua vez varia com a carga em processamento na Extrusora. O sistema é programado para operar com duas estações, mas em cargas baixas, apenas uma estação é suficiente para assegurar o funcionamento adequado do equipamento. Desse modo, considera-se que a terceira estação, na maioria dos casos, é subutilizada, podendo ser considerada redundante.

O total de homens/hora/ano para o subsistema analisado poderia ser ainda menor, caso o aumento da periodicidade da inspeção termográfica do painel principal

passasse a ser mensal, conforme destacado anteriormente, e os motores do tanque de resfriamento fossem inspecionados semestralmente. Nestas condições, o ganho geral em número H/h/a para o subsistema passaria de 12,53% para 31,38%, o que corresponde 200,5 horas por ano. Com essas

possibilidades em vista, pode-se considerá-las como uma segunda alternativa ao programa proposto. A Tabela 4 resume os cenários atuais do programa de manutenção, bem como os cenários propostos com os respectivos ganhos.

Tabela 4: Dados comparativos entre o programa atual de manutenção e o programa proposto para o subsistema de água gelada

Equipamento	H/h/a				
	Programa de Manutenção Atual	Programa de Manutenção Proposto		Diferença (%)	
		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Painel Elétrico Principal	42	64	34	+ 52,38	- 19,4
Tanque de Resfriamento	114,2	94,1	69,6	- 17,6	- 39,05
<i>Chiller</i>	76	37,5	*	- 50	*
Tanque de pré resfriamento	12	12	*	*	*
Torre de Resfriamento	48	48	*	*	*
Total	292,2	255,6	200,5	- 12,53	- 31,38

Os resultados obtidos mostraram claramente que o modelo proposto permite uma redução dos custos de manutenção, em H/h/a, quando comparado com aquele resultante do modelo praticado atualmente. Para que o programa seja bem sucedido, é necessário, no entanto, o engajamento dos gestores e todos os colaboradores envolvidos, com integração dos diversos setores da empresa (RAUSAND, 1998). Segundo Carretero et al. (2003), os programas de MCC envolvem grandes quantidades de recursos, tempo e energia e devem ser consideradas metas de longo prazo. De acordo com Bloom (2006), estima-se que mais de 60% dos programas de MCC falham inicialmente, sendo a falha em avaliar e comunicar as incertezas nas atividades praticadas uma das principais razões para o insucesso. No trabalho de Selvik e Aven (2011), por exemplo, as atividades de manutenção também foram baseadas nos conhecimentos técnicos da equipe e incluíram muitas suposições, o que, conforme os autores podem esconder as incertezas.

5 CONCLUSÃO

No presente trabalho foi apresentada uma proposta de aplicação da metodologia da MCC como estratégia para aprimorar o atual programa de manutenção aplicado ao subsistema de água gelada de uma máquina Extrusora de tubos flexíveis em uma empresa no Porto do Açú, RJ. Por meio de modificações pontuais em três equipamentos do subsistema, foi possível obter ganhos expressivos em relação ao custo de manutenção, obtido pela diminuição de 12,53% do número total de Homens/hora/ano necessário para a atividade. Este valor pode ser ainda, eventualmente, ampliado para cerca de 31% com novas intervenções.

Conforme é característico da metodologia MCC, não é possível garantir o sucesso do modelo proposto logo de sua implementação. No entanto, destaca-se que iniciativas como o treinamento do pessoal envolvido, para incorporar as mudanças de comportamento necessárias, bem como a efetiva integração das equipes, coordenadas pelos gestores,

aumentarão as chances de êxito do programa.

Como proposta para trabalhos futuros recomenda-se ampliar o emprego da técnica

MCC para outros subsistemas da máquina Extrusora, o que pode reduzir ainda mais os custos de manutenção do sistema como um todo.

REFERÊNCIAS

- [1]. BARNEY, J.B. Gaining and sustaining competitive advantage. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2002.
- [2]. BERTLING, L.; ALLAN, R.; ERIKSSON, R. A reliability-centered asset maintenance method for assessing the impact of maintenance in power distribution system. IEEE Transactions on Power Systems, v.20, n.1, p.75-82. 2005.
- [3]. CARRETERO, J.; PÉREZ, J.M.; GARCÍA-CARBALLEIRA, F.; CALDERÓN, A.; FERNANDEZ, J.; GARCÍA, J.D.; LOZANO, A.; CARDONA, L.; COTAINA, N.; PRETE, P. Applying RCM in large scale systems: a case study with railway networks. Reliability Engineering and System Safety, v.82, p.257-273, 2003.
- [4]. HEO, J.H.; KIM, M.K.; LYU, J.K. Implementation of Reliability-Centered Maintenance for transmission components using Particle Swarm Optimization. Electrical Power and Energy Systems, v.55, p.238-245, 2014.
- [5]. IAEA-International Atomic Energy Agency. IAEA-TECDOC-1590. Application of Reliability Centred Maintenance to Optimize Operation and Maintenance in Nuclear Power Plants. 2007. Disponível em: <http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/te_1590_web.pdf> Acessado em: 09/10/16.
- [6]. KARDEC, A.P.; LAFRAIA, J.R. Gestão Estratégica e Confiabilidade. Rio de Janeiro: Qualimark: ABRAMAN. 2002.
- [7]. MEEUWAEN, J.J.; KING, W.L; PLOEM, W. The influence of protection system failures and preventive maintenance on protection systems in distribution systems. IEEE Transactions on Power Delivery, v.12, n.1, p.125-33, 1997.
- [8]. MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N.C. Manutenção – Combate aos Custos na Não-Eficácia – a Vez do Brasil. São Paulo: Editora McGraw-Hill Ltda., 1993.
- [9]. MOUBRAY, J. Reliability-Centered Maintenance. 2nd ed. New York: Industrial Press Inc., 1997.
- [10]. RAUSAND, M. Reliability-Centered Maintenance. Reliability Engineering and System Safety, v.60, p.121-132. 1998.
- [11]. SANDHAM, J. Reliability Centred Maintenance (RCM). 2013. Disponível em: <<http://www.ebme.co.uk/articles/management/327-reliability-centred-maintenance-rcm>>. Acessado em: 23/10/2016.
- [12]. SELVIK, J.T., AVEN, T. A framework for reliability and risk centered maintenance. Reliability Engineering and System Safety, v.96, p.324-331, 2011.
- [13]. SIQUEIRA, I.P. Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implementação. Rio de Janeiro: Qualimark, 2005.
- [14]. SHARMA, R.K.; KUMAR, S. Performance modeling in critical engineering systems using RAM analysis. Reliability Engineering and System Safety, v.93, p.891-897, 2008.
- [15]. SÓCRATES, A.; DINIZ, L.F.; ARAÚJO JÚNIOR, M.A.; SILVA, P.F.R.F. Análise da variável de manutenção em célula robotizada na funilaria em indústria automotiva na cidade de belo horizonte. In: IX SAEPRO SIMPÓSIO ACADÊMICO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2014. Viçosa, MG. Disponível em: <<http://www.saepto.ufv.br/wp-content/uploads/2014.3.pdf>>. Acessado em: 12/09/2016.
- [16]. YSSAAD, B; KHIAT, M.; CHAKER, A. Reliability centered maintenance optimization for power distribution systems. Reliability Engineering and System Safety, v.55, p.1084-1151, 2014.

Capítulo 9

AJUSTE DO VALOR DE VENDA DE EQUIPAMENTOS DESAFIANTES PARA O FINAL DA VIDA ÚTIL DA DEFENSORA

Evandir Megliorini

Osmar Domingues

Ricardo Reolon Jorge

Caio Arruda Siqueira

Resumo: O presente trabalho aborda aspectos relativos aos estudos de substituição de equipamentos no âmbito da Engenharia Econômica. Neste contexto, busca responder ao seguinte problema de pesquisa: Os métodos de avaliação dos valores residuais permitem obter estimativas próximas aos valores de mercado, quando a vida útil do equipamento desafiante se estende além da vida útil da defensora, aqui definido como “horizonte de planejamento”? Para isso, valeu-se de uma pesquisa exploratória. Foram avaliados os valores finais de venda de veículos tipo popular e luxo, implemento rodoviário e máquina agrícola, por diferentes metodologias de ajustes, que foram comparados aos valores fornecidos por instituições de pesquisa de preços, adotados como valores de referência. A partir dos valores residuais estimados pelos métodos de ajustes considerados na análise, foram calculados os erros relativos em relação aos valores de mercado (de referência), como forma de classificar a aderência dos métodos às situações reais, concluindo-se que todos os métodos avaliados apresentam baixa capacidade de previsão dos valores residuais para situações reais, especialmente, quando o “horizonte de planejamento” ocorre em períodos situados além a metade vida útil do equipamento desafiante. Ao final é apresentada proposta alternativa aos métodos discutidos neste estudo.

Palavras-chave: Engenharia Econômica, Horizonte de Planejamento, Substituição de Equipamentos, Valor de Venda Residual.

1. INTRODUÇÃO

Para garantir posições competitivas no mercado as empresas passam por constante evolução. Um dos aspectos que possibilita essa evolução é a adequação e substituição dos seus ativos por outros que ofereçam maiores vantagens competitivas ao negócio.

Todo equipamento em uso é um defensor que constantemente é assediado por desafiantes, sejam idênticos, para fins de reposição, ou que propõe vantagens, o tornando substitutos (HERLICH e MORAES, 2005).

Entre fatores que podem motivar uma substituição estão a redução de desempenho, alteração das necessidades do processo e obsolescência, conforme citam Blank e Tarquin (2008).

A Engenharia Econômica possibilita o estudo para substituição de equipamentos, que permite ao interessado analisar e atuar de forma mais assertiva na tomada de decisão de uma nova aquisição. Para isso, deve ser determinado o período sobre o qual se deseja realizar a análise, chamado de horizonte de planejamento, que é definido segundo a vida útil restante do equipamento defensora (HIRSCHFELD, 2009).

Para uma análise de substituição de equipamentos, considerando o horizonte de planejamento, existem duas possibilidades: os equipamentos defensora e desafiante possuem vidas úteis iguais ao horizonte de planejamento, ou o desafiante possui vida útil além desse horizonte. Para análise do segundo caso, não são considerados custos de manutenção, operação ou outros insumos que possam ocorrer após o horizonte, e caso haja valor residual (proveniente da venda do equipamento no fim de sua vida útil) este deverá ser substituído por um valor equivalente, que poderá ser obtido por meio de algum método, estudo especial ou pesquisa. (HIRSCHFELD, 2009).

A busca na literatura disponível sobre os métodos para determinar o valor residual dos bens/equipamentos no limite do horizonte de planejamento (que pode ser diferente do final da vida útil do mesmo) evidencia uma baixa discussão sobre o assunto. Hirschfeld (2009, p. 451) é um dos poucos autores que apresenta um método para que se possa efetuar esse ajuste.

Assim, a relevância da determinação desse valor equivalente, o método sugerido por Hirschfeld (2009) e as possíveis outras

metodologias para obtenção desse valor residual despertaram nosso interesse e são objetos do presente artigo, que buscar responder ao seguinte problema de pesquisa: Os métodos de avaliação dos valores residuais permitem obter estimativas próximas aos valores de mercado, quando a vida útil do equipamento desafiante se estende além da vida útil da defensora, aqui definido como “horizonte de planejamento”?

2. OBJETIVO

Os objetivos do presente estudo são: Analisar o método proposto por Hirschfeld e compará-lo com outras formas de cálculo e; Aplicar a metodologia em situações reais, buscando identificar possíveis adequações ou distorções.

3. JUSTIFICATIVA

Conforme Blank e Tarquin (2008), em situações nas quais há diferença entre a vida útil do equipamento e o período de estudo, como quando a vida útil da desafiante é superior ao tempo restante de uso (vida) da defensora, os valores residuais de venda dos equipamentos desafiantes devem ser estimados da forma mais acurada possível e incluídos na análise; caso isso não seja feito, a hipótese de comparação de serviços iguais será violada, podendo não levar a melhor conclusão quanto ao momento de substituição.

Hirschfeld (2009) cita que nesses casos se faz necessário o ajuste do fluxo de caixa, determinando um valor residual equivalente no limite do horizonte de planejamento. O autor inclusive propõe um método de ajuste, mas não apresenta maiores detalhes sobre o seu desenvolvimento ou justificativas. O fato desse autor, buscar um resultado mais representativo, despertou o interesse em entender melhor seu funcionamento e capacidade de representar situações reais.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 O ESTUDO DE SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS

O procedimento mais adotado nos estudos de substituição de equipamentos consiste em fixar uma vida útil para cada equipamento de valor significativo e desenvolver todas as decisões econômicas e financeiras referentes

a substituição do mesmo a partir dessa estimativa fixada, o que se mostra um procedimento insatisfatório pois não considera eventuais vantagens financeiras que possam ser evidenciadas utilizando as ferramentas de Engenharia Econômica (SOUZA e CLEMENTE, 2009).

A substituição de equipamentos pode ser motivada por fatores como (HIRSCHFELD, 2009, p. 443): custo excessivo de operação e manutenção devido a desgaste físico; inadequação para atender a demanda atual; obsolescência em relação a tecnologia e a qualidade dos produtos; possibilidade de substituição ou locação de equipamentos similares que ofereçam vantagens relacionadas a tributação.

A substituição de equipamentos pode ser motivada principalmente pelos seguintes fatores (HIRSCHFELD, 2009, p. 443): Custo excessivo de operação e manutenção devido a desgaste físico; Inadequação para atender a demanda atual; Obsolescência em relação a tecnologia e a qualidade dos produtos; Possibilidade de substituição ou locação de equipamentos similares que ofereçam vantagens relacionadas a tributação.

4.2 HORIZONTE DE PLANEJAMENTO

É chamado de horizonte de planejamento a data limite a qual serão analisadas todas as alternativas existentes para a eventual substituição; sendo assim, a vida de serviço do equipamento defensora se estenderá desde o instante de sua aquisição até o final da sua vida útil, aqui denominado de “horizonte de planejamento” (HIRSCHFELD, 2009, p. 444).

Conforme Blank e Tarquim (2008), será denominado como defensora o equipamento que já está em uso e que se deseja verificar o quanto se mostra competitivo economicamente frente a outro equipamento disponível no mercado que seja compatível, se apresentando como alternativa e chamado de desafiante. Ambos serão alternativas de investimento mutuamente exclusivas.

Se qualquer alternativa de investimento (desafiantes) apresentar vida útil que exceda ao tempo fixado como horizonte de planejamento:

não serão levados em consideração os custos operacionais que se estendam além do limite do horizonte (HIRSCHFELD, 2009), e

se houver valor de revenda ou recuperação de investimento dos equipamento desafiante ao final das suas vidas úteis, estes deverão ser substituído por um valor residual equivalente adequadamente estimado (HIRSCHFELD, 2009).

4.3 MÉTODOS TRADICIONAIS DE ANÁLISE DE ALTERNATIVAS DE INVESTIMENTOS

Os métodos tradicionais de análise de alternativas de investimentos, VPL e TIR, que se aplicam a diversas situações de estudo de substituição de equipamentos são amplamente detalhados na literatura.

A análise de alternativas de investimento por meio de um desses métodos tradicionais, normalmente é conduzida considerando-se projetos com vidas úteis iguais. Souza e Clemente (2009) descrevem que na prática, alternativas com prazos de maturação (vidas úteis) diferentes são encontradas com frequência, fazendo-se necessário realizar alguns ajustes para que possam ser analisadas. Esses ajustes passam pela utilização do MMC dos prazos ou por fixar um horizonte de análise idêntico para ambos. Esse procedimento é particularmente importante quando a vida útil da(s) desafiante(s) se estende além da vida útil da defensora, que é exatamente o foco deste estudo.

Entretanto, não foram encontrados na literatura proposições de métodos específicos para ajustar o valor residual de venda, quando a vida útil da(s) desafiante(s) se estende(m) além da vida útil da defensora.

4.4 Valor Residual

O valor residual pode ser entendido como o valor que será recuperado com a venda de um ativo. Conforme definição do Conselho Federal de Contabilidade é “o montante líquido que a entidade espera, com razoável segurança, obter por um ativo no fim de sua vida útil econômica, deduzidos os gastos esperados para sua alienação”.

Apesar de não indicar como devem ser determinados os valores residuais, o Conselho Federal de Contabilidade (CFC) cita, em sua Instrução Técnica INT/VPCI N.º 004 de 2012 (Brasil), que orienta os Conselhos Regionais de Contabilidade a adotar valor residual equivalente a 10% dos

valores de aquisição dos bens, para fins do cálculo da depreciação.

Nessa linha o Pronunciamento Técnico CPC 27 define **Valor residual de um ativo**: é o valor estimado que a empresa obterá com a venda do ativo, após deduzir as despesas estimadas de venda, caso o ativo já tivesse a idade e a condição esperadas para o fim de sua vida útil (CPC 27, 2009).

4.4.1 UTILIZANDO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR

Esteves (2013) propôs um método para a determinação do valor residual de um bem utilizando a técnica de análise de regressão linear. O autor construiu modelo que relacionou o preço de mercado de máquina motoniveladora Caterpillar 140 em função do ano de fabricação, o que possibilitou determinar o preço real do equipamento após certo período de tempo de uso. Este método não será considerado no estudo porque demanda uma ampla coleta de dados (histórico dos valores) dos ativos analisados.

4.4.1.2 UTILIZANDO MÉTODOS DE DEPRECIAÇÃO

Conforme a CPC 27, depreciação é “a alocação sistemática do valor depreciável de um ativo ao longo de sua vida útil”. A partir dessa definição pode-se entender a depreciação, do ponto de vista contábil, como a forma de distribuir o valor depreciável de um ativo ao longo do tempo. Existem diferentes métodos para o cálculo da depreciação, entre os quais se destaca o método linear ou por cotas fixas, que é o método aceito pela legislação do imposto de renda para as empresas enquadradas no regime de tributação com base no lucro real.

4.4.1.3 O MÉTODO PROPOSTO POR HIRSCHFELD

Os métodos anteriores são específicos para estabelecer o valor residual de um bem ao final da sua vida útil, mas não definem como ajustar um valor residual existente para a desafiante, quando sua vida útil se estende além do final da vida útil da defensora, denominado como “horizonte de planejamento”.

Hirschfeld (2009, p.452) propõe um método para esse ajuste que dispensa a ampla coleta

de dados e utiliza as ferramentas da matemática financeira, considerando os valores de aquisição e de previsão de revenda ao final da vida útil. O método consiste nos seguintes passos:

Transformar o valor presente de aquisição da desafiante em uma série uniforme de pagamentos U , considerando a vida útil normal n do equipamento. Em seguida calcular no instante h (horizonte de planejamento) o valor presente do equivalente Ph dos valores uniformes U desde h até n , que deixarão de ser utilizados:

$$Ph = P(U/P, i\%, n) (P/U, i\%, n-h)$$

Transformar o valor futuro previsto de revenda da desafiante, em uma série uniforme de pagamentos U' , considerando o a vida útil normal n do equipamento. Na sequência calcular no instante h o valor futuro equivalente Fh dos valores uniformes U' , desde zero até h :

$$Fh = F(U'/F, i\%, n) (F/U', i\%, h)$$

Determinar o valor residual estimado da desafiante no “horizonte de planejamento”, que será igual a:

$$Rh = IPh - Fh$$

O método emprega apenas ferramentas financeiras, e não é encontrado outro método similar na literatura. Exatamente por isso, este estudo busca formas de verificar se sua aplicação não compromete as análises econômicas de alternativas de investimento.

5 METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido buscando proporcionar maior familiaridade com o problema estudado por meio de levantamento bibliográfico e análise de exemplos que tornem mais clara a compreensão do método e evidenciem a importância e a aderência a situações reais, características compatíveis com o que é descrito por Gil (2002) como uma pesquisa exploratória.

Foram considerados os seguintes tipos de ativo:

Veículos modelo luxo (Honda Civic 1.8 LXS) e modelo popular (VW Gol 1.0 4p) e que possibilitaram coleta de dados relativa aos preços em período adequado ao de estudo (10 anos). Os valores de mercado, para veículo zero km e usados (com 0 - novo a 10

anos de uso), foram coletados junto à pesquisa conhecida como Tabela FIPE, referência no mercado de veículos usados. Para o estudo foram considerados os preços médios praticados para o terceiro trimestre de 2016.

Implemento Rodoviário do tipo semirreboque médio de 3 eixos para carga seca, categoria que representou 30% dos emplacamentos realizados no primeiro semestre de 2016, segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Implementos Rodoviários (ANFIR). Os valores médios de mercado foram obtidos por meio da tabela Link, considerando o valor indicado pela mesma em outubro de 2016.

Máquina colheitadeira agrícola MF5650 Hidrostática com plataforma 18, da fabricante Massey Fergusson, tipo amplamente utilizado por permitir melhor qualidade e produtividade, reduzindo os custos de colheita em até 33%, segundo dados da Revista Rural (2017). Os preços de mercado foram obtidos por meio do Índice de Preços de Máquinas Agrícolas (IPMA), divulgado pela empresa Via Consulti, disponíveis para consulta em outubro de 2016.

As análises dos valores foram efetuadas obedecendo aos seguintes métodos:

Método 1 – depreciação linear ano a ano como padrão, com a indicação do valor contábil para o 1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º, 8º, 9º anos, admitindo um valor residual igual ao valor de mercado pesquisado para o 10º ano. Não foi adotada a sugestão do CFC;

Método 2 – os valores de mercado obtidos por meio das pesquisas indicadas acima para o 10º ano foram convertidos com base no método proposto por Hirschfeld, para o 9º, 8º, 7º, 6º, 5º, 4º, 3º, 2º e 1º anos. A TMA utilizada a média da taxa básica de juros da economia fixada pelo Banco Central do Brasil para os meses do 3º trimestre de 2016.

Para atingir os objetivos deste estudo, os valores residuais obtidos pelos métodos 1, 2, foram comparados com os valores de mercado, fornecidos pelas referidas pesquisas de tal forma a evidenciar as diferenças, com a finalidade de constatar quais dos métodos analisados neste estudo apresentam ou não boa aderência aos valores reais de mercado.

Para o cálculo e análise dos dados foi utilizado o *software* Microsoft Excel 2013.

6. RESULTADOS

Para a aplicação do método 2 foi considerada a TMA de 14,15%, correspondente à taxa média de juros do 3º trimestre de 2016, para um período de 252 dias úteis, obtida junto ao Banco Central do Brasil.

Os valores de mercado para o 3º trimestre de 2016 foram obtidos junto as fontes mencionadas na seção anterior. Os cálculos consideraram como valor final de revenda (valor de mercado) os valores médios do 3º trimestre de 2016 para o 10º ano de uso.

Os cálculos realizados para obtenção de valores pelos dois métodos são apresentados a seguir:

Depreciação linear:

$$VC_m = VA - \left[m * \left(\frac{VA - VR}{n} \right) \right]$$

Onde VC_m = valor contábil no período m , sendo $m = 9, 8, 7, \dots, 2, 1$.

VA = valor de aquisição (zero Km); VR = valor residual igual ao valor de mercado no 10º ano;

$n = 10$ = número de período de depreciação

Método de Hirschfeld:

$$\text{Valor de Mercado no período } m \\ = |Ph_m - Fh_m|$$

Sendo:

$$Ph_m = VA(U/P; i; n) \cdot (P/U; i, n - m)$$

$$Fh_m = VM_n(U/F; i, n) \cdot (F/U; i, m)$$

Onde: m = período de interesse sendo $m = 9, 8, 7, \dots, 2, 1$.

VA = valor de aquisição de veículo zero Km;

VF = Valor de mercado para o 10º ano;

$$n = 10^\circ \text{ ano}$$

Os valores calculados por meio das expressões acima, para cada um dos modelos de equipamentos considerados neste estudo são apresentados nas Tabela 1,

2, 3 e 4, bem como os erros relativos em relação ao preço de mercado.

Tabela 1: Valores obtidos pelos diferentes métodos – Honda Civic LXS 1.8.

Período	Dep.Linear	Erro Relativo %	Hirschfeld	Erro Relativo %	V.Mercado FIPE
0					77.038,33
1	72.549,60	8%	71.432,87	6%	67.411,67
2	68.060,87	8%	65.034,23	4%	62.742,33
3	63.572,13	15%	57.730,18	4%	55.423,67
4	59.083,40	13%	49.392,61	6%	52.414,33
5	54.594,67	10%	39.875,28	20%	49.549,00
6	50.105,93	17%	29.011,24	32%	42.851,33
7	45.617,20	16%	16.609,94	58%	39.325,33
8	41.128,47	12%	2.453,86	93%	36.758,00
9	36.639,73	7%	13.705,31	60%	34.096,00
10	32.151,00		32.151,00		32.151,00

Fonte: Elaboração própria a partir dos valores de mercado da Pesquisa Tabela FIPE

Para análise dos métodos foi considerado como sendo o que apresenta a maior precisão, aquele que registrar um erro relativo de no máximo 15%. Essa métrica tomou como base o conceito de coeficiente de variação de

Pearson da estatística descritiva, que considera baixa dispersão relativa dos dados de uma série, quando esta é inferior a 15%, conforme Martins e Domingues (2014, p. 47).

Tabela 2: Valores obtidos pelos diferentes métodos – VW Gol 1.0.

Período	Dep.Linear	Erro Relativo %	Hirschfeld	Erro Relativo %	V.Mercado FIPE
0					33.363,00
1	31.612,00	0%	30.836,29	2%	31.625,00
2	29.861,40	4%	27.952,05	2%	28.640,33
3	28.110,60	8%	24.659,69	6%	26.137,33
4	26.359,80	8%	20.901,46	15%	24.463,67
5	24.609,00	9%	16.611,44	26%	22.482,00
6	22.858,20	10%	11.714,39	43%	20.716,70
7	21.107,40	6%	6.124,40	69%	19.842,67
8	19.356,60	6%	256,57	99%	18.331,33
9	17.605,80	7%	7.540,45	54%	16.450,33
10	15.855,00		15.855,00		15.855,00

Fonte: Elaboração própria a partir dos valores de mercado da Pesquisa Tabela FIPE

Tabela 3: Valores obtidos pelos diferentes métodos – Implemento Rodoviário

Período	Dep.Linear	Erro Relativo %	Hirschfeld	Erro Relativo %	V.Mercado
0					57.000,00
1	54.360,00	1%	52.502,87	3%	54.000,00
2	51.720,00	1%	47.369,39	7%	51.000,00
3	49.080,00	2%	41.509,53	14%	48.000,00
4	46.440,00	3%	34.820,50	23%	45.000,00
5	43.800,00	3%	27.184,97	36%	42.600,00
6	41.160,00	2%	18.469,01	54%	40.200,00
7	38.520,00	2%	8.519,74	77%	37.800,00
8	35.880,00	1%	2.837,35	92%	35.400,00
9	33.240,00	1%	15.801,46	52%	33.000,00
10	30.600,00		30.600,00		30.600,00

Fonte: Elaboração própria a partir dos valores de mercado da Tabela Link/ANFIR

Tabela 4: Valores obtidos pelos diferentes métodos – Colheitadeira

Período	Dep.Linear	Erro Relativo %	Hirschfeld	Erro Relativo %	V.Mercado
0					307.372,00
1	282.191,80	1%	288.739,60	1%	285.928,00
2	257.011,60	2%	267.470,72	2%	263.411,00
3	231.831,40	3%	243.192,30	1%	240.179,00
4	206.551,20	4%	215.478,48	0%	215.020,00
5	181.471,00	15%	183.843,15	17%	157.790,00
6	156.290,80	21%	147.731,42	14%	129.197,00
7	131.110,60	23%	106.509,88	0%	106.680,00
8	105.930,40	18%	59.455,49	34%	89.524,00
9	80.750,20	5%	5.742,91	93%	77.015,00
10	55.570,00		55.570,00		55.570,00

Fonte: Elaboração própria a partir dos valores de mercado da Pesquisa IPMA - Via Consulti.

7. ANÁLISES E CONCLUSÕES

A partir dos resultados é possível observar que o método da depreciação linear foi o que mostrou melhor ajuste na maioria dos casos, com exceção do equipamento agrícola. Todavia, não se pode adotar como valor residual, no caso de veículos, a métrica sugerida pelo Conselho Federal de Contabilidade, que fica em torno de 10% do valor de aquisição, pois mesmo após 10 anos de uso, um veículo usado ainda apresenta valor de mercado em torno de 42% do seu valor de aquisição (Zero Km).

O método de Hirschfeld sempre mostrou-se mais incapaz de prever o valor residual próximo ao valor de mercado quando comparado ao método da depreciação linear. É possível concluir que ele (Hirschfeld) tem maior capacidade de previsão para equipamentos com desvalorização mais branda, como nos exemplos dos veículos e do implemento rodoviário, quando o horizonte de planejamento é inferior à metade da vida útil do equipamento desafiante e, também, quando o valor residual representa uma parcela menor do valor do investimento inicial (aquisição), como no caso de equipamentos

agrícolas, cujo valor de revenda no 10º ano é próximo de 20% do valor de aquisição. Mas, em todos os casos, os erros ou desvios dos valores estimados são bem fortes quando o horizonte de planejamento está situado nos períodos finais (a partir do 6º ano).

Com exceção do equipamento agrícola, nos outros três casos o valor residual no décimo ano corresponde a aproximadamente 50% do valor de compra, e ao se aproximar do fim da vida útil do equipamento o mesmo tem desvalorização cada vez mais atenuada. Essas condições se mostram adversas para a utilização do método de Hirschfeld, explicando a obtenção de resultados com erro relativo elevado. Isso deve decorrer do fato da fórmula do ajuste considerar cotas fixas para cada período calculada por uma taxa de juros fixa.

Portanto, para os casos em que o valor residual foi próximo a 50% do valor de aquisição, o método de Hirschfeld não se mostrou uma boa ferramenta, sendo nesses casos mais interessante a utilização da depreciação linear, com um valor residual mais elevado do que os 10% sugeridos pelo Conselho Federal de Contabilidade, quando se tratar de veículos automotores e implementos rodoviários.

Dessa análise pode-se concluir que nenhum dos métodos discutidos nesse estudo são 100% factíveis e adequados para estimar, adequadamente, o valor residual de bens (desafiantes), quando no processo de substituição, a vida útil da desafiante se estende além da metade da vida útil da defensora, definido como "horizonte de planejamento".

Sugere-se, a adoção de um método alternativo para efetuar este ajuste do valor

residual de venda. Este método consiste em fazer um ajuste médio geométrico dos valores que obedece aos seguintes passos

Tomar o valor nominal do investimento inicial (I_0) e o valor ao final (VF) da vida útil do equipamento e calcular o fator de redução médio geométrico ocorrido no período da vida útil do equipamento

$$\text{Fator de redução no período: } \sqrt[n]{\frac{VF}{I_0}}$$

Dividir o valor final (VF) pelo fator obtido no item anterior, sucessivamente até retroagir o valor de venda para o período desejado;

O valor assim obtido corresponde à estimativa do valor residual de venda do equipamento desafiante no final da vida útil da defensora (limite do horizonte de planejamento).

Este método se mostrou mais eficiente que os métodos discutidos no presente estudo, conforme pode ser observado na Tabela 5 a seguir, por estimar valores mais próximos aos valores de mercado e, portanto, erros relativos inferiores frente aos métodos analisados em todos períodos.

Apenas no caso da colheitadeira foi observado um erro relativo maior, especialmente nos períodos correspondentes à metade da vida útil considerada, muito provavelmente porque esse mercado apresenta comportamento peculiar que pode ser influenciado pelo desempenho das safras agrícolas ou pelo fato desses equipamentos terem vida mais longa do que a considerada no estudo, necessitando, portanto, de uma análise mais específica e aprofundada que permita estabelecer um parâmetro de comportamento mais adequado às suas peculiaridades.

Tabela 5 – Valores e Erros Relativos pelo Método Sugerido

Períodos	Honda Civic LXS 1.8		VW Gol 1.0		Impl. Rodoviário		Colheitadeira	
	Valor Estimado	Erro Relativo	Valor Estimado	Erro Relativo	Valor Estimado	Erro Relativo	Valor Estimado	Erro Relativo
0	77.038,33	0,0%	33.363,00	0,0%	57.000,00	0,00%	307.372,00	0,0%
1	70.592,02	4,7%	30.971,00	2,1%	53.562,34	0,81%	259.049,00	9,4%
2	64.685,12	3,1%	28.750,49	0,4%	50.332,00	1,31%	218.323,02	17,1%
3	59.272,49	6,9%	26.689,19	2,1%	47.296,48	1,47%	183.999,71	23,4%
4	54.312,76	3,6%	24.775,68	1,3%	44.444,04	1,24%	155.072,48	27,9%
5	49.768,06	0,4%	22.999,36	2,3%	41.763,62	1,96%	130.693,01	17,2%
6	45.603,63	6,4%	21.350,39	3,1%	39.244,86	2,38%	110.146,31	14,7%
7	41.787,67	6,3%	19.819,65	0,1%	36.878,01	2,44%	92.829,83	13,0%
8	38.291,02	4,2%	18.398,65	0,4%	34.653,90	2,11%	78.235,74	12,6%
9	35.086,96	2,9%	17.079,54	3,8%	32.563,93	1,32%	65.936,03	14,4%
10	32.151,00	0,0%	15.855,00	0,0%	30.600,00	0,00%	55.570,00	0,0%

Fonte: Elaboração própria.

Dessa forma é possível considerar que os objetivos do estudo foram plenamente atingidos, pois permitiu concluir que os métodos da depreciação linear e especialmente aquele proposto por Hirschfeld não permitem obter boas estimativas dos

valores residuais de mercado (valor de venda) quando comparadas aos valores efetivamente praticados, principalmente a partir da metade da vida útil dos bens considerados na análise. Essa conclusão também responde ao problema da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- [1]. BANCO CENTRAL DO BRASIL. Histórico das taxas de juros. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/Pec/Copom/Port/taxaSelic.asp#notas>>. Acesso em 20 out. 2016.
- [2]. BLANK, Leland; TARQUIN, Anthony. Engenharia Econômica, 6ª. Edição, São Paulo: MacGraw Hill, 2008. p. 168-176, 216-232, 238-263, 276-300, 346-354, 386-409, 420-429.
- [3]. BRASIL. Conselho Federal de Contabilidade. Vice-presidência de Controle Interno. INSTRUÇÃO DE TRABALHO INT/VPCI N.º 004/2012. 2012. Disponível em: <http://cfc.org.br/wp-content/uploads/2015/12/CFC_INT_VPCI-004_2012_DEPRECIACAO_Final.pdf>. Acesso em: 04 out. 2016.
- [4]. CPC 27 – Pronunciamento Técnico CPC 27. Comitê de Pronunciamentos Contábeis. Ativo Imobilizado. Correlação às Normas Internacionais de Contabilidade – IAS 16. Disponível em: <<http://www.cpc.org.br/CPC/Documentos-Emitidos/Pronunciamentos/Pronunciamento?Id=58>>. Acesso em 13 out. 2016.
- [5]. ESTEVES, Mário Lucas Gonçalves. Determinação da vida útil total e valor residual de um bem móvel utilizando a regressão linear. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS. 18, 2013, Ibape. Disponível em: <<http://www.cobreap.com.br/2013/trabalhos-aprovados/2875.pdf>>. Acesso em 03 out. 2016.
- [6]. GIL, Antônio Carlos. Como Elaborar projetos de Pesquisa. 4ª Edição, São Paulo: Atlas, 2002. p. 41-56.
- [7]. HERLICH, Pierre Jacques; MORAES, Edmilson Alves de. Engenharia Econômica: Avaliação e Seleção de Projetos de Investimento. 6ª Edição. São Paulo: Atlas, 2014. p. 101-107, 118.
- [8]. HIRSCHFELD, Henrique. Engenharia Econômica e Análise de Custos, 7ª Edição, São Paulo, Atlas, 2009. p. 103-130, 153-172, 406-425, 443-454.
- [9]. MARTINS, Gilberto de Andrade; DOMINGUES, Osmar. Estatística Geral e Aplicada. 5ª Edição. São Paulo: Atlas, 2014. p. 47.
- [10]. REVISTA RURAL. Colheita – Sem Perdas na Hora da Colheita. Disponível em: <<http://www.revistarural.com.br/edicoes/item/6466-colheita-sem-perdas-na-hora-da-colheita>>. Acesso em 10 out. 2016.

[11]. SOUZA, Alceu; CLEMENTE, Ademir. Decisões Financeiras e Análise de Investimentos. 6ª Edição. São Paulo: Atlas, 2008. p. 8-16, 66-100, 160-164.

[12]. TABELA FIPE. FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS. Preço médio de veículos. Disponível em: <<http://veiculos.fipe.org.br/>>. Acesso em 11 out. 2016.

[13]. TABELA LINK. Pesquisa Online Gratuita. Disponível em: <<http://tabelalink.com.br/>>. Acesso em 12 out. 2016.

[14]. VIA CONSULTI. Índice de Preços de Máquinas Agrícolas. Disponível em: <<http://www.viaconsulti.com.br/GuiaPrecos.php?CodigoCategoria=3>>. Acesso em 12 out. 2016.

Capítulo 10

COMUNIDADES DE PRÁTICA, CAMINHO PARA A INOVAÇÃO NAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO

Rosete de Andrade

Martius Vicente Rodriguez y Rodriguez

André Luis Azevedo Guedes

Resumo: O presente artigo se propõe a identificar se as Comunidades de Prática (CoP) podem ser consideradas como um investimento prioritário no fomento da gestão do conhecimento organizacional (GCO) nas instituições de ensino. O método aplicado foi o Organizational Knowledge Assessment (OKA), desenvolvido pelo Banco Mundial, que objetiva, a partir das dimensões críticas identificadas, distinguir se as CoP se configuram como uma alternativa de investimento prioritário para GCO em uma instituição de ensino. A pesquisa de campo foi realizada no Colégio Pedro II, no período de fevereiro a abril de 2016. Como parte da pesquisa também foi realizada uma pesquisa bibliográfica através das bases Scopus e Scielo, com horizonte temporal de 2012 a 2016. A relevância do presente estudo encontra-se na necessidade de expandir as pesquisas relacionadas à GC nas instituições de ensino e contribuir para difundir o conhecimento sobre CoP, conceito muito pouco utilizado nestas instituições, bem como sobre seu potencial para fomentar a GC e a inovação. O resultado da pesquisa identifica CoP como uma alternativa para investimento prioritário levando-se em conta o baixo custo para sua implementação e, acima de tudo, observando seu potencial para aprendizado coletivo, podendo contribuir para o alcance de diversos objetivos estratégicos da instituição.

Palavras-chave: Gestão do Conhecimento; Inovação; OKA; Comunidades de

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento desempenha papel chave atualmente nas organizações, sendo o principal responsável por gerar produtividade, qualidade e soluções inovadoras que garantem vantagens competitivas duradouras. Para Ferraresi *et al.* (2014), o conhecimento, além de ser um dos principais recursos de uma organização, alavanca os demais recursos, dessa forma coloca-se como fundamental e urgente a gestão desse conhecimento.

A literatura evidencia os benefícios da adoção das práticas de Gestão do Conhecimento (GC) nas Instituições de Ensino. Estas, como geradoras de conhecimento, devem investir na implementação de práticas de GC como uma estratégia da organização para aprimorar os processos e melhorar os serviços prestados. A realidade, no entanto, demonstra índices de implementação ainda muito incipientes. Segundo Cranfield (2011), as instituições de ensino têm poucos processos formais que utilizam o conhecimento para promover a inovação, melhorar o serviço acadêmico e elevar a eficiência operacional. Chu (2016), assegura que apesar das escolas serem centros de aprendizagem, a maioria delas tem negligenciado a importância do conhecimento enquanto recurso estratégico e descuidado de sua gestão. O autor afirma que as práticas da GC podem melhorar o ensino ao promover a partilha de experiências, a cooperação e o trabalho em equipe, fomentar a reflexão sobre práticas de ensino e a criação do novo conhecimento.

O cenário da GC na Administração Pública, em especial nas instituições federais de ensino (IFEs), motivou este estudo. Identificadas as possibilidades ampliadas com a implementação de práticas de GC nas IFEs, levando-se em conta a realidade e as especificidades desse segmento, o desafio é identificar ações possíveis no curto prazo que promovam os processos de criação, identificação, formalização e partilha do conhecimento. Nesta perspectiva, pesquisas recentes realizadas por Mendes; Urbina (2015), Santos; Arroio (2014), Souza; Nakata (2011), Morales; Macías (2013), Cyrino (2016) indicam as vantagens da implantação das comunidades de prática (CoP) como via para impulsionar a GC e a inovação nas instituições de ensino.

A pesquisa em questão se apresenta como relevante para a comunidade acadêmica, pois

permite ampliar os estudos relacionadas à GC nas instituições de ensino e contribuir para difundir o conhecimento sobre CoP e seu potencial para fomentar a GC e a Inovação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. COMUNIDADES DE PRÁTICA – CONCEITO E CARACTERÍSTICAS

O conceito de comunidades de prática (CoP) remonta ao trabalho de Lave e Wenger em 1991. Segundo esses autores, a criação do conhecimento e a aprendizagem ocorrem por meio das interações sociais, especialmente através de ações práticas informais, tratando-se portanto, de uma construção coletiva. Etienne Wenger, além de precursor nos estudos sobre as CoP, é considerado sua maior referência.

No decorrer do tempo vários autores foram se apropriando do conceito, gerando uma falta de unicidade do mesmo, demonstrada na pesquisa de Mendes; Urbina (2015). No entanto, desde o seu surgimento, a aprendizagem sempre foi o ponto central das discussões sobre o tema. Não a aprendizagem formal, mas a aprendizagem situada, colaborativa, na prática.

O conceito utilizado na presente pesquisa, cunhado por Wenger *et al.* (2002), tem sido amplamente referenciado nos trabalhos acadêmicos em administração: “um grupo de pessoas que compartilham uma preocupação, um conjunto de problemas, uma paixão sobre um tema e que aprofundam seus conhecimentos e expertises, interagindo regularmente” (WENGER *et al.*, 2002). Observa-se assim, que o conceito de CoP difere de grupos de trabalho e equipes de trabalho, frequentemente utilizados nas organizações, pelo seu caráter voluntário, pelas relações informais que a caracterizam e pela motivação para sua criação.

Wenger *et al.* (2002), identificam três elementos estruturais fundamentais nas CoP: Domínio de conhecimento, Comunidade e Prática compartilhada. Segundo os autores, essas características colocam os limites fronteiriços entre as comunidades de prática e outros tipos de grupos e equipes presentes nas organizações. O Domínio refere-se ao conhecimento ao redor do qual a comunidade se organiza; Comunidade está relacionada ao ambiente de interação e partilha que implica em compromisso mútuo, relação de confiança e sentimento de pertença onde a contribuição

de cada um é valorizada para construção de um projeto comum; e a Prática que trata do compartilhamento de repertório (ferramentas, métodos, habilidades e experiências) ou seja, subsídios com significado negociado e devidamente apropriado pela comunidade.

Os autores Mendes; Urbina (2015), enfatizam que as CoP são centradas no compartilhamento de conhecimentos, no exercício do aprendizado conjunto e, são organizadas para promover os processos de aprendizagem e disseminar os conhecimentos que ocorrem informalmente. Os autores ressaltam ainda, o comprometimento dos membros com a ajuda mútua e a aprendizagem coletiva; o elevado nível de integração entre seus membros e a capacidade das CoP de ultrapassar as fronteiras departamentais e até mesmo organizacionais. Morales; Macías (2013), apontam também como característica marcante a ausência de hierarquia nas CoP, sendo que a posição de cada integrante é flexível e dinâmica dependendo do seu envolvimento nas atividades da comunidade. Cyrino (2016), verifica aspectos como o respeito, a confiança, desafio, a negociação de significados e a valorização das singularidades e práticas profissionais.

2.2. Benefícios para a Organização advindos da Utilização das Comunidades de Prática

Terra; Gordon (2002), reconhecem os seguintes benefícios para a organização como decorrência da utilização das CoP: contribuem para dirigir a estratégia; ajudam na resolução de problemas; transferem as melhores práticas; promovem o desenvolvimento de habilidades profissionais; auxiliam no recrutamento e retenção talentos; reduzem as barreiras culturais entre áreas funcionais; favorecem a redução de custos.

Nesta perspectiva, Souza e Nakata (2011), identificam ainda como benefícios da instituição das CoP a promoção da aprendizagem e inovação organizacional; a possibilidade de melhorar o fluxo de informação, conhecimentos, práticas e experiências entre pessoas da mesma área de conhecimento ou que exercem a mesma função; oportunidade de identificar novos conhecimentos, mapear as competências individuais para melhor utilização, promover a manutenção e renovação dos conhecimentos armazenados de forma a mantê-los atualizados e confiáveis, otimizar o tempo

reduzindo o retrabalho, facilitar e agilizar a partilha de boas práticas e lições aprendidas, superando os limites formais da organização.

Silva *et.al.* (2012), destacam também vantagens agregadas pelos integrantes das CoP como o aprendizado com especialistas e pares; desenvolvimento de um sentimento de pertença a uma comunidade; ampliação da rede de relacionamentos e estabelecimento de vínculos; visão ampliada da organização e do ambiente; valorização e reconhecimento por habilidades e conhecimentos específicos, não diretamente relacionados à descrição formal do cargo que ocupa; melhoria da autoestima e possibilidade de auto realização.

Morales; Macías (2013), em pesquisa em uma comunidade de prática de matemática, distinguem alguns benefícios das CoP especialmente relacionadas à prática docente: desenvolvimento de melhores propostas didáticas, oportunidade de discutir os temas da comunidade de diferentes perspectivas, aproximação e partilha entre profissionais mais experientes e iniciantes, promoção de uma prática docente inovadora, possibilidade de reflexão sobre sua prática e colaboração para o desenvolvimento de um repertório de ferramentas para o ensino.

Segundo Wenger (1998), o objetivo central das CoP é converter saberes individuais em valores coletivos que se traduzam em novas ou renovadas práticas. Dessa forma, as CoP possibilitam aos docentes criarem e reconstruírem o conhecimento gerando uma aprendizagem coletiva. O autor destaca que a aprendizagem coletiva é sempre maior do que a aprendizagem individual.

Considerados os benefícios advindos das CoP, que representam um novo modelo de aprendizagem, Silva *et.al.* (2012), enfatizam que a alta administração deve estimular as iniciativas de CoP, não podendo, no entanto, impor sua organização em função de suas características intrínsecas (seu caráter voluntário, as relações informais e a motivação para sua criação). Assim, o apoio organizacional deve concretizar-se através de ações facilitadoras relacionadas a infraestrutura, possibilidade de conexão e interação entre os integrantes, garantia de publicidade dos resultados práticos obtidos pela comunidade e valorização da participação e iniciativa individual.

3. METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida no âmbito deste artigo se caracteriza, segundo Gil (2010), do ponto de vista de sua natureza, como Pesquisa Aplicada; buscou-se assim, a partir dos resultados da pesquisa sobre as práticas de GC no Colégio Pedro II, aprofundar os estudos sobre Comunidades de Prática para investimento prioritário.

Do ponto de vista do problema de investigação, este estudo se caracteriza por ser uma investigação qualitativa, uma vez que o enfoque é distinguir o significado das CoP no processo de implementação da GC em uma IFE.

Do ponto de vista de seus objetivos, a presente pesquisa é descritiva, porque se propôs a compreender as CoP no contexto da GC no Colégio Pedro II e Explicativa, procurando esclarecer como e em que medida pode contribuir para promover os processos do conhecimento na organização.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, utilizou-se Pesquisa Bibliográfica, realizada através das bases Scopus e Scielo, com horizonte temporal de 2012 a 2016, buscando fundamentar a importância e potencial das CoP para fomentar a GC e Inovação em Instituições de Ensino.

3.1. INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS: USO DO MÉTODO OKA

O Método *Organizational Knowledge Assessment* – OKA, foi escolhido para realizar a pesquisa de campo por ser um método desenvolvido pelo Banco Mundial e referendado pelo governo federal. A ferramenta está estruturada em torno dos três elementos principais que compõe a organização: pessoas, processos e sistemas, sendo que cada um desses elementos contempla uma série de dimensões do conhecimento, que constituem o elemento-chave do método, conforme figura 1. O Método OKA é composto de 14 dimensões do conhecimento, possibilitando uma visão ampla da realidade da GC na organização em estudo, permitindo propor caminhos para implementação e/ou fortalecimento das referidas dimensões.

3.2. AMOSTRA

O método foi aplicado com gestores do Colégio Pedro II, em sua grande maioria pessoas que contam com significativo tempo

de trabalho na instituição, acumulam conhecimento amplo sobre a mesma e experiência na área de atuação.

Objetivando uma maior representatividade, foram convidados a participar da pesquisa todos os servidores com cargo de Direção na Instituição, mais a Coordenadora de Comunicação Social. Buscou-se assim, obter a percepção das principais áreas da Instituição: Reitoria, cinco Pró-reitorias (Desenvolvimento Institucional - PRODI, Ensino - PROEN, Pós Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura - PROPGPEC, Administração - PROAD, Gestão de Pessoas – PROGESP), a Direção de cada um dos 15 Campi e a Comunicação Social.

Dos 58 gestores convidados, participaram efetivamente 43. O índice de participação da amostra selecionada foi considerado bastante elevado, sendo que, aqueles convidados que não responderam à pesquisa alegaram falta de tempo para participar do Estudo.

3.3. PROCEDIMENTOS

Na aplicação do método OKA, Fonseca (2006) aponta que pode ser realizado de forma individual ou em grupo. Na presente pesquisa foi feita a opção pela aplicação do questionário individual, considerando o grande número de gestores convidados e sua disposição geográfica (espalhada pelos 15 campi e Reitoria), a dificuldade de agenda dos gestores em questão e o número expressivo de perguntas.

A aplicação do questionário aconteceu de fevereiro à abril de 2016. Apesar do questionário eletrônico estar disponível para sua aplicação, Programa SYSOKA - desenvolvido por um aluno do programa de mestrado em Gestão do Conhecimento e Tecnologia da Informação da UCB em parceria com CT-GCIE, disponível no site [HTTP/download.tycon.com.br](http://download.tycon.com.br) – optou-se pelo preenchimento de formulário impresso, aplicado em três etapas. Esta escolha foi determinada pelo grande número de questões contribuindo para desestimular a participação, possível dificuldade/resistência com a ferramenta online e alguns relatos de pesquisadores com problemas de operacionalização do software. Essa dinâmica exigiu maior atenção no envio e monitoramento, mas contribuiu para elevar a participação e assim potencializar a pesquisa.

Dessa forma, os respondentes preencheram um formulário impresso e os dados foram posteriormente inseridos no SYSOKA, observadas as devidas precauções durante o

processo de inserção de dados no sistema para manter a correspondência com os dados coletados no questionário.

Figura 1: Arquitetura do método *Organizational Knowledge Assessment* (OKA)

Fonte: Fonseca e Fresneda (2010, p. 5)

Os resultados obtidos pelo sistema SYSOKA foram classificados segundo metodologia de Fresneda (2013) em: MAIS PREPARADA (pontuação superior a 2/3 da pontuação máxima na escala de 0-50); RAZOAVELMENTE PREPARADA (pontuação entre 1/3 e 2/3 da pontuação máxima na escala de 0-50) e POUCO PREPARADA (pontuação inferior a 1/3 da pontuação máxima na escala de 0-50). Esta classificação visa estabelecer uma referência de avaliação das dimensões. A pesquisa de campo identificou as dimensões críticas para investimento prioritário e a pesquisa

bibliográfica fundamentou a dimensão para investimento prioritário.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa identifica as dimensões Compartilhamento do Conhecimento, Fluxo do Conhecimento, Métrica e Monitoramento, Comunidades Práticas e Tecnologia como aquelas que necessitam de intenso investimento. São dimensões críticas para implantação da GC na instituição, conforme tabela 1.

Tabela 1 – Resultado da Pesquisa de GC no Colégio Pedro II – Método OKA

Elemento	Pontuação	
Mais preparada – pontuação superior a 2/3 da pontuação máxima da escala de 0 – 50		
Pessoas	Conhecimento e Aprendizagem	34,6
Elemento	Dimensão	Pontuação
Razoavelmente preparada – pontuação entre 1/3 e 2/3 da pontuação máxima da escala de 0 – 50		
Processos	Liderança e Estratégia	31,9
Sistemas	Infraestrutura de Acesso ao Conhecimento	31,7
Processos	Operacionalização do Conhecimento	21,7
Sistemas	Conteúdo do Conhecimento	21,7
Pessoas	Incentivos Culturais	20,7
Sistemas	Programa de GC	19,6
Pessoas	Criação e Identificação do Conhecimento	18,3
Processos	Alinhamento	17,6
Elemento	Dimensão	Pontuação
Pouco preparada - pontuação inferior a 1/3 da pontuação máxima da escala de 0 a 50		
Pessoas	Compartilhamento do Conhecimento	15,4
Processos	Fluxo do Conhecimento	14,2
Processos	Métrica e Monitoramento	13,2
Pessoas	Comunidades Práticas	10,8
Sistemas	Tecnologia	9,8

Fonte: Elaborado pela autora

“Comunidades de Prática ou times do conhecimento” apresenta-se como a dimensão com a segunda menor avaliação na pesquisa no Colégio Pedro II. Feres, (2014)

apresentando os resultados de outras Instituições de Ensino, confirma tratar-se de um conceito muito pouco utilizado por essas Instituições, segundo tabela 2.

Tabela 2 – Posicionamento da Dimensão Comunidades de Prática- OKA

Dimensão	IFF	Pontuação
Pouco preparada – pontuação inferior a 1/3 da pontuação de 0 a 50		
Comunidades Práticas	UFRJ	3,5
	IFF	7,8
	CPII	10,8

Fonte: Elaborado pela autora, considerando a pesquisa de Feres (2014)

As CoP são estruturas flexíveis e autônomas que quando conectadas às estratégias organizacionais podem gerar novas linhas de negócios, criar solução para problemas, disseminar práticas, desenvolver habilidades ou auxiliar as organizações a recrutarem e reterem talentos. As CoP são baseadas na cooperação e interdependência dos atores, fato que permite o aproveitamento e a promoção do conhecimento organizacional. Segundo Batista (2006) “propiciam o veículo e o contexto para facilitar a transferência de melhores práticas e o acesso a especialistas,

bem como a reutilização de modelos, do conhecimento e das lições aprendidas” (BATISTA, 2006, p.17). Seus integrantes assim, se envolvem num processo de aprendizado coletivo. Neves (2014) ressalta que comunidades de prática são um exemplo de rede social, espaço privilegiado para geração, troca, retenção e utilização do conhecimento.

Nesta perspectiva, confrontando o resultado da pesquisa aplicada no Colégio Pedro II, apresentada na tabela 1, com o mapa de objetivos estratégicos da instituição (figura 2),

é possível identificar Comunidades de Prática ou Times do Conhecimento como a dimensão para investimento prioritário, por ser a dimensão menos preparada do elemento Pessoas, levando-se em conta o baixo custo

para sua implementação e acima de tudo, observando seu potencial para aprendizado coletivo, podendo contribuir para o alcance de diversos objetivos estratégicos da organização.

Figura 2: Mapa de Objetivos do CPII 2015-2018

Fonte: Planejamento Estratégico do CP II disponível no Site da Instituição.

Considerando os objetivos estratégicos apresentados na figura 2, bem como as possibilidades elencadas pela ação das Comunidades de Prática, é possível observar seu potencial para contribuir para alcançar diversos objetivos organizacionais ali propostos como a promoção de uma prática pedagógica inovadora que considere a diversidade dos estudantes e suas necessidades específicas; oportunidade de discussão dos temas da comunidade de diferentes perspectivas; possibilidade dos profissionais envolverem-se em processos de reflexão sobre sua prática e na colaboração para o desenvolvimento de um repertório de ferramentas para o ensino.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Colocados os benefícios agregados da GC para as Instituições de Ensino como favorecer a inovação, melhorar o serviço acadêmico e elevar a eficiência operacional, a questão que se apresenta é por onde começar, qual dimensão pesquisada tem potencial para fomentar os processos de criação, identificação, formalização e partilha do

conhecimento, devendo ter investimento prioritário.

Nesta perspectiva o trabalho aponta, dentre as dimensões consideradas pouco preparadas conforme apresentadas na tabela 1, necessitando de intenso investimento, a identificação das CoP como uma alternativa para investimento prioritário, considerando-se o baixo custo para sua implementação e o potencial demonstrado para proporcionar aprendizado coletivo, podendo contribuir para alavancar outras dimensões críticas e para o alcance de diversos objetivos estratégicos da instituição.

No estudo realizado as CoP aparecem como uma alternativa viável para auxiliar a adoção da GC em instituições de ensino. As CoP apresentam condições de potencializar a produtividade, a qualidade e soluções inovadoras. Tal afirmação deriva das possibilidades ampliadas de interação, troca de experiências, contribuição de profissionais de áreas diversas de formação, diversidade de setores de atuação, motivação dos profissionais envolvidos por interesse próprio, de forma voluntária, e impulsionados pelo desejo de partilhar. Como objetivo secundário

foi identificado que o caráter voluntário e informal da ferramenta pode auxiliar a adoção da criatividade e inovação, quando promove a

partilha e transferência dos conhecimentos dentre os vários atores envolvidos no processo.

REFERÊNCIAS

- [1]. BATISTA, F.F. O desafio da Gestão do Conhecimento nas áreas de administração e planejamento das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES). Texto para Discussão n. 1181. Brasília: IPEA, 2006.
- [2]. CHU, Kai Wing. Beginning a journey of knowledge management in a secondary school. *Journal of Knowledge Management*, Vol. 20 Iss: 2, pp.364 – 385, 2016.
- [3]. CRANFIELD, D. Knowledge Management and Higher Education: A UK Case Study using Grounded Theory. University of Southampton, School of Management, Doctoral Thesis, 2011.
- [4]. CYRINO, M.C.C.T. Desenvolvimento da Identidade Profissional de Professores de Matemática em Comunidades de Prática. *BOLEMA* vol.30 no.54. Rio Claro, Jan./Apr. 2016.
- [5]. FERES, E. M. Avaliação das Dimensões da Gestão do Conhecimento no Instituto Federal Fluminense. 2014, 139 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Sistemas de Gestão), Universidade Federal Fluminense – UFF, Niterói – RJ.
- [6]. FERRARESI, Alex Antonio et al. Os impactos da gestão do conhecimento na orientação estratégica, na inovatividade e nos resultados organizacionais: uma survey com empresas instaladas no Brasil. *RAM, Revista Administração Mackenzie*, 15(2). São Paulo, SP, Mar.-Abr. 2014 • ISSN 1518-6776
- [7]. FONSECA, A. F.; FRESNEDA, P. S. V. Método Organizational Knowledge Assessment - OKA: Documento Base. Brasília: CTGCIE/CEGE/UCB/UNIPÊ, 2010.
- [8]. FRESNEDA, P. S. Gestão do Conhecimento na Administração Pública e o método OKA. VII CONGEP – Congresso Nacional de Gestão do Conhecimento na esfera pública, Brasília, jun. 2013.
- [9]. GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 5.ed. - São Paulo: Atlas, 2010.
- [10]. LAVE, J., & WENGER, E. Situated learning: legitimate peripheral participation. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- [11]. MENDES, L; URBINA, L M. S. Análise sobre a Produção Acadêmica Brasileira em Comunidades de Prática. *Rev. adm. contemp.* vol.19 no.spe3 Curitiba Oct. 2015
- [12]. MORALES, A.H.; MACÍAS, R.C.F. Caracterización de una comunidad de práctica orientada al uso de la matemática en la enseñanza de la ingeniería. *Innovación Educativa*, ISSN: 1665-2673 vol. 13, número 62 I mayo-agosto, 2013 I
- [13]. NEVES, A. O Governo no Século XXI. In AGUNE, R., et al. *Dá pra fazer – Gestão do conhecimento e inovação em governo*. São Paulo: Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Regional, 2014.
- [14]. ANDRADE, R. Dimensões Críticas para Implantação da Gestão do Conhecimento em uma Instituição de Ensino com base na Metodologia OKA – Um estudo de caso. 2016, 164 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Sistemas de Gestão), Universidade Federal Fluminense – UFF, Niterói – RJ.
- [15]. SANTOS, V.C.; ARROIO, A. A formação de Professores em Comunidades de Prática: o caso de um grupo de professores de química em formação inicial. Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.
- [16]. SILVA, H.F.N. et.al. As contribuições relativas ao uso de eventos/fóruns para constituição de comunidades de práticas e expressão da inteligência coletiva: o caso do Bibliocentas. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v.17, n.3, p.100-120, jul./set. 2012.
- [17]. SOUZA, E.G.; NOKATA, L.E. Comunidade de Prática Una innovación em la gestion del conocimiento. *Journal of Technology management & Inovation*, 2011.
- [18]. TERRA, J. C. C.; GORDON, C. Portais corporativos: a revolução na gestão do conhecimento. São Paulo: Negócio Editora, 2002.
- [19]. WENGER, E. *Communities of practice: learning, meaning, and identity*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.
- [20]. WENGER, E., MCDERMONTT, R., & SNYDER, W. M. *Cultivating communities of practice*. Boston: Harvard Business School Press, 2002.

Capítulo 11

RODOVIAS CONCEDIDAS À INICIATIVA PRIVADA NO BRASIL: ANÁLISE DO NÍVEL DE SERVIÇO

Kennedy Kelvyn Ramalho Batista

Djalma Silva Guimarães Júnior

Resumo: A crise fiscal vivenciada no Brasil tem ocasionado corte de gastos em diversos segmentos da economia, entre eles a influência nas obras de infraestruturas. Com o intuito de remodelar o cenário econômico do Brasil, mediante políticas públicas, o Estado vem adotando o modelo de intervenção de Keynes para estimular a economia em momento de crise. O elevado Custo Brasil reduz a competitividade do país, o que torna um fator limitante para o desenvolvimento da nação, tendo que recorrer à iniciativa privada. Este artigo tem como objetivo geral analisar o nível de serviço das rodovias após o repasse à iniciativa privada. O método adotado é o Qualitativo, as coletas de dados foram bibliográficas e por meio de documentos. A análise do nível de serviço levou em consideração os trechos pesquisados durante o período 2001-2015. Após a análise, foi possível perceber que alguns trechos melhoraram após as concessionárias de rodovias realizarem as devidas manutenções, e em outros trechos, notou-se que após o repasse, as concessionárias não investiram adequadamente nas recuperações dos trechos, o que resultou na queda dos conceitos. Ao repassarem para o setor privado o direito de explorar as rodovias, compreende-se que essa parcela de investimento contribuiu para solucionar questões da infraestrutura.

1. INTRODUÇÃO

A crise fiscal vivenciada no Brasil tem ocasionado corte de gastos em diversos segmentos da economia, dentre eles a influência nas obras de infraestruturas. Atingindo diretamente as empresas que utilizam o modal rodoviário. O que torna o cenário econômico do Brasil cada vez mais instável, a falta de recursos financeiros compromete a possibilidade de investir na infraestrutura (TONDO, 2015). Durante boa parte do século XX, o padrão de intervenção do estado na economia baseia-se no modelo de Keynes (1935), em que uma das principais características da Teoria Geral do Emprego, do Juro e da Moeda, é a participação fundamental do estado em estimular as economias em momentos de crise. O estado anunciou a aprovação de um pacote de privatizações, no qual está previsto a concessão de rodovias, aeroportos e ferrovias (AMATO e MATOSO, 2015). Assim, a política de investir em infraestrutura oscila dentro deste panorama. Rezende (2013) defende que o transporte rodoviário enfrenta um grave problema, a infraestrutura das rodovias. Os custos dos transportes são afetados pelo mau estado de conservação das estradas, chegando a triplicar os gastos com manutenção. Este artigo tem como objetivo geral analisar o nível de serviço das rodovias após o repasse à iniciativa privada. O presente estudo tem a contribuir para que as políticas públicas adotadas pelo Brasil, em específica, a implementação de uma política pública de privatização participativa, em tornar o repasse de rodovias à iniciativa privada uma parceria, visando à ampliação da qualidade da malha rodoviária brasileira.

Na seção atual, será apresentada a contextualização do tema proposto. A segunda seção apresentará os objetivos: geral e específicos. Terceira seção vai expor a justificativa do embasamento teórico. Quarta seção apresentará o histórico das rodovias federais concedidas, e o nível de serviço das rodovias, a partir de classificações. Por último, a quinta seção apontará as principais considerações finais, as limitações para realização deste trabalho e recomendações para possíveis outros trabalhos na área.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 RODOVIAS ESTATAIS

Para Castor (1999) quando se fala em Custo Brasil, não há dúvidas que fatores como: déficit público, os elevados custos com transporte e a crescente carga tributária influenciam consideravelmente na formação dos custos da economia, auxiliando em colocar o país em um nível pouco competitivo no mercado internacional e gradualmente globalizado. Custo País representa o gargalo do setor produtivo no Brasil, que precisa recorrer ao setor privado para suprir a instabilidade do serviço de transporte (MONTEIRO, 2010). Castro e Schroeder (1996) afirmam que a infraestrutura de um modo geral e o setor de transportes, em particular, já apresentavam gargalos evidentes que foram agravados pela falta de investimentos associada ao esgotamento do instituto do serviço público concedido à empresa pública. A atual matriz de transporte de cargas no Brasil gera perda de competitividade para as empresas, a ineficiência dos modais de transportes contribui na elevação do Custo País. Logo, torna um fator limitante para o desenvolvimento do Brasil (BRUNETTI; CRUZ-JÚNIOR; e REIS, 2008). Mancuso e Oliveira (2006) defendem que o Custo Brasil é uma expressão que sintetiza o conjunto de fatores que afetam a competitividade das empresas do país diante das empresas localizadas em outros países. Muitas variáveis que compõem o Custo Brasil estão relacionadas à falta de investimento por parte do próprio governo. Tendo a burocratização, as cargas tributárias, a ineficiência da matriz de transportes, entre outros fatores cruciais que prejudicam a competitividade do país (BARBIERI; SILVA; e SILVEIRA, 2014).

Segundo Pereira (2014) o grande problema da gestão rodoviária é a conservação e a manutenção das rodovias, e caso essas atividades não sejam prestadas corretamente, começam a surgir restrições de velocidade e de capacidade das estradas, causando sérios impactos nos custos operacionais dos veículos e no consumo de combustíveis. Logo, o impedimento dessas atividades pressiona o orçamento de investimento do governo, que impossibilita a construção de estradas em detrimento de restaurar as existentes.

2.2 RODOVIAS PRIVATIZADAS

Gimenez (2013) defende que por meio da abertura comercial e da política de privatizações, as políticas adotadas por Fernando Henrique Cardoso procuraram aprofundar as relações com o capital exterior. Para isso, com o objetivo de alinhar os valores presentes na Constituição de 1988 para com as novas demandas econômicas e políticas, buscando um aparato legal para a implementação dos futuros planos de privatização, através de uma reforma constitucional. Para Karam (2005) a discussão sobre a implantação de um sistema de concessão de rodovias começou em 1993, com o objetivo de transferir à iniciativa privada o direito de explorar comercialmente as rodovias. Para acompanhar as transformações da economia mundial ocorridas nessa década, constatou a necessidade de realizar grandes investimentos em infraestrutura, entre eles o setor de transporte (GIMENEZ, 2013).

Freitas (2015) afirma que o Brasil é um país que necessita, e muito, de investimento em infraestrutura. As concessões de rodovias são a melhor alternativa encontrada para o país, sendo essa a solução para alavancar o crescimento econômico do Brasil. É fundamental eliminar os gargalos da infraestrutura que impedem o completo desenvolvimento do país.

3. MÉTODO

Cooper e Schindler (2016) tratam da pesquisa qualitativa como sendo um conjunto de técnicas interpretativas que buscam descrever, decodificar e aprender o significado de certos fenômenos que ocorrem de forma mais ou menos natural na sociedade. A pesquisa qualitativa visa atingir o entendimento profundo de uma situação. Quanto aos fins, o tipo de pesquisa adotado é o Explicativo, no qual Vergara (1990) esclarece que é uma investigação cujo propósito é tornar compreensível, justificando a razão de algo. Propõe esclarecer quais fatores auxiliam, de alguma maneira, para o acontecimento de certo fenômeno. Logo, o objetivo desta pesquisa é tornar perceptível o nível de serviço das rodovias federais concedidas. Quanto aos meios, as coletas de dados para o método qualitativo será bibliográfico e por meio de documentos. Pesquisa bibliográfica abrange todo

referencial, de forma pública, relacionados ao material de estudo, e abrangem publicações, livros, teses, dissertações, revistas, entre outras (BEUREN e RAUPPP, 2006). Para Freitas e Predanov (2013), entende-se como documento qualquer registro que possa ser usado como fonte de informação. A utilização dessa pesquisa pode levar o pesquisador a organizar informações que se encontram disperso. Possibilitando a importância de uma nova fonte de pesquisa. A tipologia dessa pesquisa é dividida em duas categorias: fontes primárias e fontes secundárias. As fontes de pesquisa a serem utilizadas neste estudo são as fontes secundárias, no qual Abrão (2002) descreve como sendo toda fonte (escrita e impressa), visual ou oral que trata do tema investigado de modo indireto. A partir dessas fontes, o foco é mediado pelo autor, que por meio de uma análise crítica procura expor aquilo que julgar ser importante para mostrar ao leitor. O levantamento desses dados será de corte transversal, onde Farias, Fontelles e Simões (2009) explicam que é uma pesquisa realizada em um período de tempo curto, em um determinado momento. O período para a coleta e análise de dados foi de dois meses.

4. ANÁLISE DOS DADOS

4.1 CONCESSÕES DE RODOVIAS FEDERAIS POR GOVERNO

4.1.1 FERNANDO COLLOR (1990-1992) E ITAMAR FRANCO (1992-1995).

No início da década de 90, o Brasil conheceu a Medida Provisória 155, com base no que viria a ser o programa que iniciaria uma onda de privatizações em diversos setores na infraestrutura brasileira, o Programa Nacional de Desestatização (PND). O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) desenvolveu um importante papel neste programa, responsável por financiar aos grupos compradores. Inicialmente, as concessões de rodovias federais em 1993, dispuseram como principal motivação a experiência de cobrar pedágio para finalizar alguns investimentos emergenciais, como os cinco primeiros trechos concedidos, em especial na Dutra e na Ponte Rio-Niterói, com o objetivo de garantir a padronização de manutenção e conservação nos trechos mais importantes e demandados na malha, em que naquela época esses resultados eram impossíveis de serem obtidos com os recursos orçamentários.

TABELA 1- Resumo da 1ª etapa das concessões rodoviárias federais.

Síntese da Concessão Licitada pelo Procofe		
Obra	Extensão (quilômetro)	Tarifa Sentido (R\$)
Ponte Rio-Niterói	13,2	0,78
Osório-Porto Alegre-Acesso Guaíba	121,00	0,90
Rio de Janeiro- Petrópolis-Juiz de Fora	179,90	5,73
Rio de Janeiro- Teresópolis-Além Paraíba	142,50	7,38
Rio de Janeiro- São Paulo	402,00	25
Total	858,60	-

Fonte: Dados da pesquisa

No período entre 1994-1997, o comércio exterior sofreu um aumento de R\$ 77 bilhões para R\$ 115 bilhões, o que mostra um aumento de 50% em três anos. O processo de privatização da infraestrutura caminhou aceleradamente, o mercado competitivo pressionou os modais a melhorar o nível de qualidade dos serviços (FLEURY, 1998).

4.1.2 FERNANDO HENRIQUE CARDOSO (1995-2002)

O programa de privatização do governo Fernando Henrique Cardoso objetivava a expansão da fronteira agrícola e o crescimento de polos industriais no Brasil,

como principais fatores para realizar a readequação da malha rodoviária. O segundo ponto do programa é relacionado à intermodalidade, onde as rodovias funcionariam como sistema de interligação com os outros modais, como nas ferrovias, portos e hidrovias.

O Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER), responsável pela gestão de transporte rodoviário no estado do Rio Grande do Sul, com participação da União, concedeu trecho da rodovia, demonstrado na tabela 2, a BR-116/293/392 à iniciativa privada.

TABELA 2- Concessão no governo Fernando Henrique Cardoso

Rodovia	Trecho	Extensão (quilômetro)
BR-116/293/392/RS	Pólo de Pelotas	457,30

Fonte: ANTT (2017)

Segundo um estudo do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), em 1999, a melhoria dos serviços no transporte rodoviário na infraestrutura colaboraram para a entrada do Brasil na era da globalização. A abertura da exploração dos serviços em infraestrutura ao capital estrangeiro, por meio das concessões, levaram novos investidores para o país. A infraestrutura teve um importante

papel nas safras recordes no escoamento de soja, no Paraná, entre 1997 e 1998. Estimada em 100 milhões de toneladas, esse curto período de tempo levou a iniciativa pública e privada a adotarem medidas de aperfeiçoamento de suas atividades, levando os principais agentes a utilizarem a intermodalidade (FILHO; PAULA, 1998).

4.1.3 GOVERNO LULA (2003-2011)

Em 2004, o governo Lula lançou o programa Parcerias Público-Privadas (PPPs), com o objetivo de estimular os projetos de investimentos privados, contando com uma importante participação do BNDES possibilitando o financiamento dos mesmos. As PPPs foram definidas com apenas uma exigência, de que o setor privado alocasse recursos financeiros. Logo, se a iniciativa privatizada participasse financeiramente de um projeto, entendia-se que estava ocorrendo uma parceria. No segundo mandato, Lula lançou o Plano de Aceleração do Crescimento

(PAC), Tendo como finalidade melhorar e expandir a infraestrutura já existente, aumentando a capacidade para atender as demandas empresariais (ANPEC, 2008).

. O propósito não é mais de exercer programa de manutenção das estradas, mas para investir e expandir a malha rodoviária. Seguindo a linha do contrato de abranger, nos serviços prestados, obras de manutenção, recuperação, conservação, ampliação, monitoria e melhorias na exploração. Esses serviços começaram a ser feitos nas oito rodovias concedidas nesse mesmo ano, a relação é demonstrada na Tabela 3.

TABELA 3 - Resumo da 2ª etapa Fase I e II de concessões rodoviárias federais.

Rodovia	Projeto de Concessão Subtrecho	Extensão (quilômetro)
BR-153/SP	Divisa MG/SP – Divisa SP/PR	321,60
BR-116/PR/SC	Curitiba - Divisa SC/RS	412,70
BR-393/RJ	Divisa MG/RJ – Entroncam. c/ Via Dutra	200,40
BR-381/MG/SP	Belo Horizonte - São Paulo	562,10
BR-116/SP/PR	São Paulo – Curitiba	401,60
BR-376/PR-BR-116/PR	Curitiba – Florianópolis	405,90
BR-116/324/BA e BA-526/528	Divisa BA/MG - Salvador - Acesso à Base Naval de Aratu	680,60
TOTAL		2.984,90

Fonte: Dados da pesquisa.

4.1.4 DILMA ROUSEFF (2011-2016)

As concessões ocorridas nesse governo tiveram como objetivo a desobstrução de gargalos, e ao mesmo tempo integralizar os modais rodoviário, ferroviário, marítimos,

hidroviário e aéreo. A 3ª etapa Fase I é mostrada na Tabela 4, e é composta por 01 lote, em um total de 936,80 quilômetros

TABELA 4- Concessão da 3ª etapa Fase I

Rodovia	Trecho	Extensão (Quilômetro)
BR- 040/DF/MG/GO	Brasília (DF) – Juiz de Fora (via Belo Horizonte).	936,80

Fonte: ANTT (2017)

A Fase II concedeu a rodovia BR-101/ES/BA, divisa dos estados do Espírito Santo e do Rio de Janeiro (excluindo a ponte).. A concessão da fase II é mostrada na Tabela 5.

A tabela 6 mostra a Fase III, faz-se necessária para envolver outros seis importantes trechos concedidos, que auxiliam no escoamento da produção agrícola no Brasil.

TABELA 5- Concessão da 3ª etapa Fase II

Rodovia	Trecho	Extensão (Quilômetro).
BR- 101/ES/BA	Divisa ES/RJ	475,90

Fonte: ANTT (2017)

TABELA 6- Concessão da 3ª etapa Fase III

Rodovia	Trecho	Extensão (quilômetro)
BR- 153	Trecho Anápolis/GO (BR-060) até Aliança do Tocantins/TO (TO-070)	624,80
BR- 050	Entr. com a BR-040 (Cristalina/GO - Divisa MG/SP)	436,60
BR- 163/MS	Trecho integralmente inserido no estado do MS (início na divisa com o estado do MT e término na divisa com o PR)	847,20
BR- 163/MT	Trecho de 822,8 quilômetros na BR-163 e 28,1 quilômetros na MT-407 (início na divisa com o estado do MS e término no quilômetro 855,0, no entroncamento com a MT-220)	850,90
BR- 060/153/262	630,20 quilômetros da BR-060 e BR-153, desde o entr. com a BR-251, no DF, até a divisa MG/SP, e 546,30 quilômetros da BR-262, do entr. com a BR-153 ao entr. com a BR-381, em MG	1.176,60

Fonte: ANTT (2017)

4.2 NÍVEL DE SERVIÇO NO SISTEMA VIÁRIO

Este tópico da análise dos dados é baseado nas pesquisas da CNT de Rodovias. Nestas pesquisas, as rodovias selecionadas para a pesquisa são classificadas por meio de características observadas em campo. A classificação geral do trecho é categorizada em Ótimo, Regular, Ruim e Péssimo, e essa classificação é o resultado da média das

notas das características do: Pavimento, Sinalização, e da geometria da via. Apesar de essas pesquisas acontecerem desde 1995, os dados encontrados para a análise são do período 2001-2015. Para a análise do nível de serviço, serão consideradas as seguintes rodovias demonstradas na tabela 7.

TABELA 7 - Nível de serviço das rodovias no período 2001-2015.

Rodovias	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
BR-163/MS	D	B	D	D	D	R	R	R	B	R	R	R	R	B
BR-060/BR-153/BR-262(GO)	D	D	D	D	B	B	R	R	B	B	B	R	B	B
BR-290/BR-116(RS)	D	D	D	B	B	-	B	B	B	B	O	B	B	R
BR-040(MG-RJ)	D	B	D	-	D	O	R	B	B	B	B	B	B	B
BR-101(RJ)	D	D	D	D	D	R	R	B	B	B	B	B	B	B
BR-381(MG)	D	B	D	B	D	R	R	R	B	O	B	B	R	R
BR-116/BR-376(PR/SC)	D	B	B	B	B	O	R	B	B	O	B	O	O	B
BR-050(DIVISA MG/SP)	O	O	D	O	B	O	B	B	B	R	B	B	B	B
BR-116(SP/RJ)	B	B	O	Ó	Ó	B	B	O	O	B	B	B	B	B
BR-116/BR-116(SC/RS)	-	B	-	D	B	R	B	B	B	B	B	O	B	B
BR-393(RJ/MG)	D	D	-	D	D	R	R	R	B	B	B	O	B	B
BR-163-MT	D	B	D	D	D	R	R	R	R	R	R	R	R	R
BR-040 (MG)	D	B	D	-	D	R	R	R	B	B	B	R	R	B
BR-324/BR-116/BA-526/BA-528	-	D	D	D	D	D	D	D	B	B	B	R	R	B
BR-153(TO/GO)	D	D	-	D	D	Ru	R	R	R	R	R	R	R	R

Fonte: Dados da pesquisa

O hífen representa o trecho em que a CNT não coletou os devidos dados para a realização da pesquisa

Legenda: D= Deficiente; O= ÓTIMO; R= Regular; Ru= Ruim; B= Bom

O período entre 2005 e 2009, os conceitos das rodovias BR-324 e BR-116 eram considerados deficientes. Após o repasse à iniciativa privada, em 2008, receberam o conceito de “Boa”. Segundo pesquisa realizada anualmente pela CNT, sendo que em 2013 o trecho da BR-324, administrado pela concessionária, foi classificado como ótimo. O único com esta classificação dentre todas as rodovias (públicas ou concedidas) do Estado da Bahia. Durante o período entre 2014-2015, as classificações destas rodovias são: Bom em cada ano. Os conceitos da rodovia BR-393/RJ, durante o período 2005-2009, eram declarados: Deficientes. Após a concessão desta rodovia, também em 2008, veio trazer retorno dos investimentos apenas no período 2010-2015, onde recebeu conceito Bom, em cada ano. A travessia do trecho mais essencial da BR-163/364, responsável pelo escoamento de aproximadamente 80% da produção agrícola de Mato Grosso do Sul, entre Sinop e o terminal ferroviário de Rondonópolis, apresentou evolução quanto à qualidade da rodovia. Após a concessão da rodovia à iniciativa privada, os gargalos diminuíram ao longo dos 700 quilômetros que separam as duas cidades do sul e do norte do Estado. A concessão da BR-163/MT tem reflexo direto neste resultado, uma vez que a rodovia é o principal corredor de escoamento da safra local e recebeu intervenções e melhorias importantes por parte da Rota do Oeste nos últimos dois anos. Desde o início da concessão, em março de 2014, a Rota do Oeste duplicou 117 quilômetros da BR-163, o equivalente a 26% dos 453 quilômetros que devem ser duplicados até 2019, conforme o contrato assinado com o Governo Federal. Além da ampliação da rodovia, a Concessionária atuou na recuperação superficial e profunda de 761 quilômetros de pavimento. A classificação dessa rodovia veio a mudar apenas em 2015 para Bom, onde anteriormente, em cada pesquisa realizada pela CNT, a rodovia recebia classificações Regular e Deficiente. A classificação da rodovia BR-040, no período 2001-2011, sob administração pública oscilava em Deficiente, Bom, Deficiente, Deficiente, Ótimo, Regular, Bom. Bom Bom, Bom, Bom, respectivamente. Com sua concessão, em 2012, a classificação se manteve em Bom, Bom e Bom, respectivamente. A concessão da BR-101, Ponte Rio-Niterói, aconteceu em 1995, e sua classificação no período 2001-2007 era. Deficiente, veio a melhorar no ano seguinte, 2009, recebendo. Regular. Em 2010-2015 a

classificação manteve-se em Bom em cada ano. A concessão da BR-116 (SP/RJ) ocorrida em 1995 teve em suas classificações no período 2001-2015 oscilações entre Ótimo e Bom. Trechos das BR's 060, 153 e 262, foram concedidas por meio do PIL, em 2014, e entre o período 2001-2004, a classificação era. Deficiente, houve uma melhora entre 2005-2006 recebendo Bom em cada ano. No período 2009-2012 recebeu Bom. Caindo para. Regular em 2013. E um ano após a concessão, a rodovia recebeu a classificação: Bom. A BR-381/MG, concedida na 2ª etapa de do programa de concessões, e antes da sua concessão, a classificação alternava entre Bom e Deficiente no período 2001-2005. O repasse à iniciativa privada aconteceu em 2009. Nos anos 2010, 2012 e 2013 recebeu Bom em cada ano. Em 2011 recebeu Ótimo. No entanto, em 2014 e 2015 a classificação recebida foi. Regular, mostrando que não houve manutenção adequada. Em 2001 e 2003 a rodovia BR-116/376 não participou da pesquisa da CNT. Os conceitos durante os anos 2002, 2004, 2005, 2006 e 2007 são Bom, Deficiente, Bom, Regular e Bom, respectivamente. Com o repasse em 2009, os conceitos no período 2010-2015, os conceitos mudaram para Bom, Bom, Bom, Ótimo, Ótimo e Bom, respectivamente. A rodovia BR-153 também não participou da pesquisa em 2003, e sua classificação em 2006 foi. Ruim. Nos anos 2001, 2002, 2004, 2005, 2007, 2009, 2010, 2011, 2012 e 2013 os conceitos oscilam em Deficiente e Regular. Mesmo o repasse acontecendo em 2014, a concessionária não conseguiu realizar as devidas manutenções, resultando no conceito Regular em 2015. A rodovia BR-040 não participou da pesquisa da CNT em 2004. Antes da concessão ocorrida em 2008, os conceitos são: Deficiente, Bom, Deficiente, Deficiente, Regular, Regular. Com a realização de manutenção, as classificações entre 2010-2015 são: Regular, Bom, Bom, Bom, Regular, Regular e Bom. Os conceitos recebidos durante o período 2001-2013 da rodovia BR-050, ainda sob gestão pública são: Ótimo, Ótimo, Deficiente, Ótimo, Bom, Ótimo, Bom, Bom, Bom, Regular, Bom e Bom, respectivamente. Após dois anos de repasse, a classificação permaneceu Bom em 2014 e 2015.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo geral analisar o nível de serviço das rodovias após

o repasse à iniciativa privada. Referente ao primeiro objetivo específico, compreendeu-se que no primeiro governo, realizou o repasse das rodovias com o objetivo de que as concessionárias buscassem, apenas, readequar as estradas bastante demandadas. No segundo governo, fatores econômicos positivos impulsionaram o Estado a pedir que a iniciativa privada, além de realizar a readequação, se responsabilizasse pela conservação das rodovias. O propósito do terceiro governo é de ampliar os serviços prestados nas rodovias, realizando obras de manutenção, recuperação e conservação. O quarto e último governo analisado buscou desobstruir gargalos na infraestrutura, realizando investimento em diversos modais, e ao mesmo tempo esforçava-se para realizar a intermodalidade dos modais. O repasse à iniciativa privada o direto de explorar as rodovias, perceberam que essa parcela de investimento contribuiu para resolver questões de infraestrutura, até mesmo melhorou a

situação geral da economia. Foi possível perceber que os níveis de serviços de alguns trechos melhoraram após as concessionárias realizarem as devidas manutenções, onde antes das concessões, os conceitos oscilavam em Deficiente e Regular, e após a concessão, receberam classificações: Bom e Ótimo. Em outros trechos, como as BR-153 e BR-381, notou-se que após o repasse, entende-se que as concessionárias não investiram adequadamente nas recuperações dos trechos, o que resultou na queda dos conceitos. Uma das limitações encontradas para a realização deste estudo é relacionado às pesquisas da CNT, onde constam apenas disponíveis os relatórios das condições das rodovias a partir do ano 2000 no site, mesmo que tenha iniciado as pesquisas em 1995. Outra limitação encontrada, e ao mesmo tempo vem a se tornar uma indicação para futuros outros trabalhos na área, é o de descrever o histórico das rodovias estaduais concedidas.

REFERÊNCIAS

- [1]. ANPEC. Investimento Público em infraestrutura e privatizações. XXXVI Encontro Nacional de Economia. Bahia, 2008. Disponível em <<http://www.anpec.org.br/encontro2008/artigos/200807211121390-.pdf>> Acesso em Mai/2017
- AMATO, Fábio; MATOSO, Filipe. Governo anuncia novas concessões e prevê investimentos de R\$ 198,4 bilhões para infraestrutura. G1. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/noticia/2015/06/nov-a-fase-de-programa-preve-r-1984-bilhoes-para-infraestrutura.html>> Acesso em Out/2016.
- [2]. BARBIERI, Ana Clara; SILVA, Antônio S. B. da; SILVEIRA, Mario H. Fernandes. Investimento Direto Estrangeiro e Custo Brasil: Uma análise e suas relações. XI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos14/29020311.pdf>> Acesso em Mar/2017
- [3]. BEUREN, I. M.; RAUPP, F. M. Metodologia de pesquisa aplicável às ciências sociais. São Paulo: Atlas, 2006. p. 76-97. Acesso em Junho/2017.
- [4]. BRUNETTI, Lucas; CRUZ-JÚNIOR, J. C.; REIS, J. D. Custo ótimo de transporte rodoviário das principais regiões produtoras de soja aos principais portos do Brasil. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Acre, 2008. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/9/910.pdf>> Acesso em Abr/2017.
- [5]. CASTOR, Belmiro V.J. Custo Brasil: Muito além dos suspeitos habituais. Revista FAE. Curitiba, v.2, n.2, p. 1-6, 1999. Disponível em: <<https://revistafae.fae.edu/revistafae/article/view/515/409>> Acesso em Abr/2017.
- [6]. CASTRO, José Carlos de; SCHROEDER, Elcio Mário. Transporte Rodoviário de Carga: Situação Atual e Perspectivas. Revista BNDES. Rio de Janeiro, 1996. Disponível em <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/carga.pdf> Acesso em Mar/2017.
- [7]. COOPER, Donald R; SCHINDLER, Pamela S. Métodos de pesquisa em administração. Tradução: Iuri Duquia Abreu. 12ª Ed. Porto Alegre: AMGH, 2016. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=3wdDAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=pesquisa+qualitativa+na+administra%C3%A7%C3%A3o&ots=X4rFvP4d3B&sig=URTG29KFxeTIZBuGIBzSeZ_ggOg#v=onepage&q=pesquisa%20qualitativa%20na%20administra%C3%A7%C3%A3o&f=false> Acesso em Out/2016
- [8]. ERHART, Sabrina; PALMEIRA, Eduardo Mauch. Análise do setor de transportes. Observatorio de la Economía Latinoamericana. Espanha, 2006. Disponível em: <<http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/06/sem.pdf>> Acesso em Mar/2017.
- [9]. FARIAS, Samantha Hasegawa; FONTELLES, Mauro José, Renata Garcia Simões; SIMÕES, Marilda Garcia. Metodologia da Pesquisa

Científica: Diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa. Amazônia: Universidade da Amazônia, 2009. Disponível em: <https://cienciassaude.medicina.ufg.br/up/150/o/Anexo_C8_NONAME.pdf> Acesso em Nov/2016.

[10]. FILHO, B. P.; JÚNIOR, J. O. C.; PEREIRA, F. Investimento e financiamento da infra-estrutura no Brasil: 1990/2000. IPEA. Brasília, 1999. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_0680.pdf> Acesso em Maio/2017

[11]. FILHO, P. F.; PAULA, S. R. Panorama do complexo de soja. BNDES SETORIAL. Rio de Janeiro, nº 08, pag. 119-152, 1998. Acesso em Maio/2017.

[12]. FLEURY, P. Perspectivas para a logística brasileira. ILOS. São Paulo, 1998. Disponível em: <<http://www.ilos.com.br/web/perspectivas-para-a-logistica-brasileira-2/>> Acesso em Maio/2017
FREITAS, Ernani Cesar; PRODANOV, Cleber Cristiano. Metodologia de trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2ª Ed. Rio Grande do Sul: Universidade Feevale, 2013. Acesso em Out/2016

[13]. GIMENEZ, Alicia Ribeiro P. de Andrade. Privatizações no governo FHC e a evolução do transporte rodoviário no Brasil. Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara. Araraquara, 2013. Acesso em Mar/2017.

[14]. KARAM, Rejane. A concessão de rodovias paranaenses sob a ótica da regulação. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

Disponível em <<http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/34234/R%20-%20D%20-%20REJANE%20KARAM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em Mar/2017

[15]. KEYNES, John Maynard. (1935). A Teoria Geral do Emprego, do Juro e da Moeda. São Paulo: Nova Cultura Ltda, 1996. (Coleção Os Economistas).

[16]. MANCUSO, Wagner Pralon; OLIVEIRA, Amâncio Jorge de. Abertura econômica, empresariado e política: Os planos doméstico e Internacional. Lua Nova, São Paulo, 2006. Pag. 147-172. Acesso em Mar/2017.

[17]. MONTEIRO, Solange. Novo Salto. Revista Conjuntura Econômica. Rio de Janeiro, n.64, n.12, p. 27-34, 2010. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rce/article/view/24180/22955>> Acesso em Abr/2017.

[18]. TONDO, Stephanie. Corte de R\$ 69,9 bilhões no Orçamento afetará obras de infraestrutura. O Dia. Disponível em: <<http://odia.ig.com.br/noticia/economia/2015-05-23/corte-de-r-699-bilhoes-no-orcamento-afetara-obras-de-infraestrutura.html>>. Acesso em Nov/2015.

[19]. VERGARA, S. C. Tipos de pesquisa em administração. Cadernos EBAP. Rio de Janeiro, 1990. n, 52. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/12861/000055299_52.pdf?sequence=1> Acesso em Junho/2017.

Capítulo 12

SIMULAÇÃO BASEADA EM AGENTES DOS BENEFÍCIOS DA MANUFATURA AVANÇADA

Júlio Takashi Cavata

Fábio Lima

Resumo: As inovações nos processos de manufatura proporcionadas pela nova tendência da Quarta Revolução Industrial abrem lacunas de pesquisa nos atuais modelos de produção para a sua adequação aos conceitos inseridos pela Indústria 4.0, tornando o processo produtivo em uma nova forma de manufatura avançada. Dentre os principais conceitos desse novo cenário destacam-se a Internet das Coisas e os Sistemas Ciber-Físicos como as bases para o desenvolvimento da manufatura. Este trabalho apresenta a modelagem e simulação de um processo de manufatura baseado em agentes. Em uma primeira abordagem, os agentes são modelados a partir de parâmetros da manufatura convencional. Em seguida, elementos de manufatura avançada são inseridos na modelagem. Os resultados comparativos da simulação dos dois modelos baseados em agentes são apresentados, evidenciando os benefícios da inserção de conceitos de manufatura avançada no processo produtivo.

1 INTRODUÇÃO

O cenário tecnológico mundial vem evoluindo de modo amplo e veloz no desenvolvimento de novas tecnologias e na evolução do conhecimento da tecnologia digital. Segundo Klaus Schwab (2016), esta tendência faz parte da Quarta Revolução Industrial onde temos as inovações tecnológicas em diversos segmentos que se fundem e interagem através dos domínios físico, digital e biológico, e que reflete em todos os setores da sociedade, desde a área de saúde, comunicação, energia, produção, agricultura, educação e meio ambiente.

Dentro do mundo industrial e corporativo, a Quarta Revolução Industrial tem levado a uma corrida tecnológica nos diversos setores para a oferta de soluções, produtos e serviços, buscando vantagens competitivas comerciais com a divulgação de produtos e serviços compatíveis com a “Indústria 4.0”. Relatório da consultoria PwC (2014) indica que a indústria europeia deverá investir mais de 140 bilhões de Euros até 2020 e deverá gerar uma receita adicional anual de 110 bilhões de Euros por ano para a indústria europeia. Relatório da consultoria McKinsey (2015) aponta um potencial econômico de utilização de IoT (Internet das Coisas) nos mais diversos setores, desde uso pessoal até a indústria, atingindo no ano de 2025 receita de 11,1 trilhões de Dólares por ano.

No lado acadêmico o tema leva a um aumento do volume de pesquisa acadêmica relacionado a “Indústria 4.0” com a crescente demanda da necessidade de conhecimento das tecnologias emergentes (KANG, LEE, *et al.*, 2016), e o envolvimento da comunidade acadêmica na definição de métodos e princípios de projetos relacionados a “Indústria 4.0” orientando sobre os grupos de pilares que compõem a base da “Indústria 4.0” (HERMANN, PENTEK e OTTO, 2016).

Dentro deste contexto de inovações destaca-se a manufatura avançada, que consiste na evolução da manufatura convencional acrescido dos elementos tecnológicos da “Indústria 4.0”. A questão de pesquisa levantada neste trabalho relaciona-se à quanto a manufatura avançada traz de benefícios para a produção. Para este propósito faz-se uma avaliação do processo produtivo através de comparativo de indicadores entre uma fábrica com processo de manufatura convencional contra uma fábrica com manufatura avançada através do

método de modelagem e simulação baseada em agentes. Neste trabalho utiliza-se de sistema computacional com *software AnyLogic* de modelagem e simulação baseado em agentes.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 INDÚSTRIA 4.0

O setor industrial faz parte da economia como um todo onde ocorre a geração de bens industrializados e ao longo da história o seu processo evolutivo sofreu transformações de quebra de paradigmas que são denominadas como Revoluções Industriais (LASI, KEMPER, *et al.*, 2014). Dentro desse contexto, a sociedade passou por quatro revoluções industriais sendo elas denominadas: a Primeira Revolução Industrial que ocorreu com a mecanização dos processos e o advento da máquina a vapor no final do século 18; a Segunda Revolução Industrial surge com expansão da rede elétrica e o advento da produção em massa com a primeira linha de produção de Ford T no início do século 20; a Terceira Revolução Industrial com a computação sendo usado em larga escala no início da década de 70; e a Quarta Revolução Industrial no século 21 advém do uso da internet industrial, da digitalização dos processos produtivos e o uso de sistemas inteligentes na produção (ACATECH, 2013).

No Brasil estão em andamento algumas iniciativas governamentais direcionadas a tendência da “Indústria 4.0”: o Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação (MCTI), lançou no final de 2016 a consulta pública sobre Internet das Coisas; o Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES), contratou a consultoria McKinsey e CPqD para definição de políticas públicas para a Internet das Coisas; e a Confederação Nacional da Indústria (CNI) publicou em 2016 o relatório “Desafios para Indústria 4.0 no Brasil” (CNI, 2016) com uma agenda de propostas para as empresas industriais absorverem as oportunidades da Manufatura Avançada.

De acordo com o relatório de recomendações da ACATECH (2013), o conceito “Indústria 4.0” abrange uma ampla diversidade de disciplinas interconectadas pela Internet das Coisas (IoT) e Sistemas Ciber-Físicos (CPS) formando o elo entre a manufatura avançada relacionado com a logística avançada, com produtos avançados, com a rede avançada

de energia, com prédios avançados, e com mobilidade avançada (Figura 8).

2.2 SISTEMAS CIBER-FÍSICOS (CPS)

Os sistemas ciber-físicos (CPS – *Cyber-Physical Systems*) são definidos como uma tecnologia de transformação para gestão dos sistemas interligados entre os ativos físicos e as capacidades computacionais (LEE, BAGHERI e KAO, 2015). Os CPS são

definidos como os sistemas que oferecem integração da computação, rede e processos físicos, ou como sistemas onde físico e os componentes de software estão profundamente entrelaçados, cada qual operando em diferentes escalas de espaço e tempo, exibindo múltiplas e distintas modalidades comportamentais e interagindo um com outro em uma miríade de formas que mudam conforme o contexto (KHAITAN e MCCALLEY, 2015).

Figura 8 - Diagrama de Indústria 4.0 e Manufatura Avançada.

Fonte: adaptado da Acatech (2013).

2.3 INTERNET DAS COISAS (IOT)

A Internet das Coisas (IoT - *Internet of Things*) corresponde a uma rede de comunicação que permite a dispositivos inteligentes comunicarem-se com outras máquinas, objetos e dispositivos (SAHA, SAHA, *et al.*, 2016). O desenvolvimento da Internet das Coisas teve um grande salto na última década expandindo sua atuação em grande escala para as áreas de saúde, transporte, utilidades e tudo que seja possível se conectar à rede de alguma maneira, desde a automação nas fábricas e conectividades dos automóveis, aos sensores em vestuário e utilidades na casa, o impacto será em todas as dimensões nas nossas vidas (SAHA, SAHA, *et al.*, 2016). O mercado global de IoT está preparado para crescimento rápido de 4,9 bilhões de dispositivos conectados em 2015 para uma projeção de 21 bilhões de dispositivos em 2020 (SCHATSKY e TRIGUNAIT, 2016).

2.4 MANUFATURA AVANÇADA

A manufatura avançada é o resultado da interação de IoT e CPS aplicado no processo produtivo possibilitando a integração vertical, horizontal e engenharia ponta-a-ponta através da digitalização completa, e comunicação por meio de internet para que o meio físico seja totalmente representado pelo meio virtual. As principais características potenciais da manufatura avançada, e como as mesmas podem aprimorar a sua sustentabilidade são: customização em massa, flexibilidade, visibilidade da fábrica e tomada de decisão otimizada, novos métodos de planejamento para a fábrica, criação de valor com grande volume de dados coletados (*"big data"*), criação de novos serviços, monitoramento remoto, automação e mudança do papel do ser humano, manutenção proativa, cadeia de suprimentos conectada, e gestão de energia (SHROUF, ORDIERES e MIRAGLIOTTA, 2014).

Dentro dos limites da fábrica temos envolvido no processo produtivo vários subsistemas físicos e informacionais. Estes subsistemas estão presentes nos diferentes níveis desde os atuadores e sensores nas máquinas, controle e gestão da produção, e nível de planejamento. A “Indústria 4.0” supõe a integração vertical dos níveis hierárquicos de subsistemas para transpor da fábrica tradicional para sistema de produção altamente flexível e reconfigurável, ou seja, implementar a fábrica com manufatura avançada (WANG, WAN, *et al.*, 2015).

2.5 SISTEMA MULTI AGENTE (SMA)

Um SMA é formado por uma rede de agentes computacionais que interagem e comunicam-se entre si. O sistema multiagente está imerso e interage dentro de seu ambiente, que não é completamente definido por meios formais (MONOSTORI, e KUMARA, 2006). O SMA tem aplicabilidade na solução de sistemas abertos, onde a estrutura do sistema é capaz de, por si própria, alterar-se dinamicamente, solucionar sistemas complexos, e solucionar sistemas computacionais ubíquos (JENNINGS e WOOLDRIDGE, 1998).

2.6 MODELAGEM E SIMULAÇÃO BASEADA EM AGENTES

A modelagem e simulação baseada em agentes consiste em modelo computacional para modelamento de sistemas complexos compostos por agentes autônomas e sua interação. A modelagem baseada em agentes é utilizada para diversas áreas de atuação. Podem ser utilizadas para a simulação de comportamento de *marketing*, na economia, na cadeia de suprimentos, difusão de epidemias e diversos sistemas de comportamento humano (MACAL e NORTH, 2010) (MACAL e NORTH, 2014). Segundo Macal e North (2010) uma típica estrutura de um modelo baseado em agentes possui três elementos: um grupo de agentes, um conjunto de relações entre agentes, e o ambiente dos agentes. Os agentes interagem com seu ambiente e outros agentes.

3 MODELAMENTO DA FÁBRICA

O cenário de sistema fabril definido para representar um modelo de fábrica convencional consiste em um processo comumente encontrado em empresas metalúrgicas fabricantes de subconjuntos soldados para o setor automotivo. Um processo convencional típico de fabricação (Figura 9) de subconjunto soldado é constituído de máquinas e equipamentos de produção que farão parte do fluxo produtivo desde o recebimento das matérias primas até a expedição final.

Figura 9 - Fluxo de fabricação de subconjunto soldado.

Dentre as áreas de produção, a estamparia e a solda são as principais áreas com maior complexidade de operação. Para a simulação é considerado uma área de estamparia fictícia que seja formada por um grupo de quatro prensas que fazem o corte e repuxo da chapa de aço para a formação das peças, e também se considera uma área de solda fictícia que seja formada por duas células de solda robotizadas para formar o subconjunto soldado a partir das peças estampadas. No modelo fictício são considerados que cada subconjunto será composto de oito peças estampadas. As prensas podem estampar

qualquer uma das peças utilizando o ferramental correspondente. As células de solda soldam as oito peças estampadas para formar o subconjunto completo.

3.1 MODELAGEM DA FÁBRICA COM MANUFATURA CONVENCIONAL

A fábrica descrita no item anterior é modelada como uma manufatura convencional baseada nos seguintes agentes: Agente Prensa, Agente Ferramental, Agente Ferramentaria, Agente Solda e Agente Manutenção.

Agente Prensa: O agente denominado “prensa” representado pelo diagrama de estados da Figura 10, define a máquina tipo prensa que realiza a operação de corte e conformação da chapa de aço para formar a peça estampada. O diagrama do agente define todos os estados que a prensa pode se submeter: “ocioso” quando não tem nenhuma atividade, “preparo” quando a prensa é preparada para a execução da operação, “operação” quando efetivamente estiver produzindo peças, “ajustes” quando houver ajustes a serem feitos na ferramenta, “falha” quando houver falhas da prensa, “retirada” quando for retirar a ferramenta após o término do lote de produção, e “preventiva” para a realização de manutenções preventivas.

Agente Ferramental: O agente denominado “ferramental” define o ferramental de estampo a ser utilizado na prensa para a operação de corte e repuxo da peça a ser produzida. Este agente pode se posicionar em estado de operação alocado a uma prensa ou em estado ocioso.

Agente Ferramentaria: O agente denominado “ferramentaria” é composto pelos técnicos que realizam a preparação da prensa para a execução da ordem de produção. Este agente pode estar realizando diversas ações como a preparação da prensa, a retirada do ferramental da prensa e os ajustes do ferramental utilizado na prensa durante a produção.

Agente Solda: O agente denominado “solda” define a célula de solda robotizada que realiza a montagem e solda do conjunto a partir das peças estampadas nas prensas. Os estados do diagrama da

são definidos em: “ocioso” quando não há atividade na célula de solda, “operação solda” quando estiver realizando a operação de solda de um subconjunto, “falha” quando ocorrer uma falha na célula que provoque a sua parada, e “preventiva” que indica a realização de manutenção preventiva na célula.

Figura 10 - Diagrama de estados da prensa

Figura 11 - Diagrama de estados da célula de solda

Agente Manutenção: O agente denominado “manutenção” é composto pelos técnicos que realizam a manutenção das prensas e das células de solda. Os agentes podem estar em diversas atividades relacionadas a execução de manutenções corretivas nas prensas e células de solda e também em atividades de manutenção preventiva das mesmas.

3.2 MODELAGEM DA FÁBRICA COM MANUFATURA AVANÇADA

Consideram-se os agentes definidos no item anterior com a incorporação de algumas das funcionalidades da “Indústria 4.0” nos seus ambientes e comportamentos.

No agente “prensa avançada” da

, foram inseridas duas funcionalidades para melhora da performance das prensas. A primeira funcionalidade inserida no processo consiste na alteração do estado de operação. Há dentro do estado duas condições de trabalho, o estado “normal” quando o produto está dentro das tolerâncias de qualidade e o segundo estado de “atenção” quando o produto está dentro das tolerâncias, porém detecta-se que há uma tendência de desvio ocorrendo e o sistema realiza o auto ajuste sem parada de produção. A segunda funcionalidade inserida consiste no sistema de planejamento de produção avançado que monitora as próximas ordens de produção buscando dentro do planejamento as ordens que sejam possíveis de antecipar a execução na prensa sem necessidade de troca de ferramental.

Figura 12 - Diagrama de estados do agente "prensa avançada"

Figura 13 - Diagrama de estados do agente "solda avançada"

No agente “solda avançada” da Figura 13, também teve uma alteração visando o aumento de performance. No estado de operação de solda foram inseridos dois estados internos sendo a condição normal de operação quando a célula está produzindo em perfeitas condições de trabalho, e a condição de atenção onde há uma situação de desvio do seu ponto ideal de operação. Nesta condição o sistema de controle assume os ajustes e busca restaurar a condição ideal de trabalho automaticamente.

4 RESULTADOS DA SIMULAÇÃO

Os resultados da simulação do modelo no *software AnyLogic* são obtidos com a execução da simulação por um período aproximado de dois anos (700 dias). A Figura 14 demonstra o nível de utilização das prensas na manufatura convencional e na manufatura avançada.

Figura 14 - Nível de utilização das prensas

Os resultados de utilização (barra verde nos gráficos) indicam uma melhora significativa na produtividade das prensas que passam de 46% no convencional para 76% de utilização no avançado. Isto deve-se principalmente na redução do tempo demandado para a preparação e retirada das ferramentas nas prensas (barra marrom nos gráficos) que passou de 44% para 21% do tempo total. E

também o índice de ajustes caiu de 7% para menos de 1%.

Os índices das células de solda na Figura 15, passaram de um nível de utilização de 56% para 94%. Isto deve-se ao aumento de produção das prensas preenchendo o nível de ociosidade. Índice de reparos passou de 8% para cerca de 1,5% tornando as células mais confiáveis.

Figura 15 - Alocação das células de solda

Os volumes de produção obtidos da operação das prensas e das células robotizadas sofreram incrementos significativos com a melhora de performance das áreas que passaram de 10.500 peças por dia para 18.000 peças por dia nas prensas, e de 800 para 1.400 conjuntos por dia nas células de solda.

5 CONCLUSÃO

Os modelos apresentados demonstram as diferenças de comportamento entre a fábrica com manufatura convencional e a fábrica com manufatura avançada nos padrões da "Indústria 4.0". Estas diferenças evidenciam os benefícios que a manufatura avançada proporciona. O trabalho demonstra que algumas pequenas alterações de processo baseados nas tecnologias derivadas da "Indústria 4.0", levam a um aumento de produtividade bastante significativo.

Os principais conceitos utilizados na simulação foram: o uso de sensores inteligentes para monitoração e controle do processo, e a inteligência artificial utilizada

para a correção automática com o sistema em operação sem a interferência direta do operador nos equipamentos. No planejamento de produção temos o uso de sistema avançado de plano de produção que utiliza as informações de produto que está sendo produzido que pode estar ligado a etiquetas de rastreabilidade dos produtos para identificar a produção e reavaliar o sequenciamento otimizando o uso dos recursos.

No modelo e simulação apresentado neste trabalho não foram considerados outros processos ligados a implantação da "Indústria 4.0" como: a manufatura aditiva, a utilização de inteligência artificial, sistemas em nuvem para controle e gestão de cadeia de suprimentos, e interligação com sistema de previsão de demanda associado a demanda do cliente.

A modelagem e simulação para identificar os ganhos destas outras funcionalidades exige um método mais complexo do utilizado neste trabalho. Estas abordagens são sugestões para estudos futuros.

REFERÊNCIAS

- [1]. ACATECH. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. ACATECH - National Academy of Science and Engineering. Alemanha, p. 1-78. 2013.
- [2]. CNI. Desafios para Indústria 4.0 no Brasil. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. Brasília, p. 1-34. 2016.
- [3]. HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. 49th Hawaii International Conference on System Sciences, Koloa, 5 Janeiro 2016. 3928-3937.
- [4]. JENNINGS, N. R.; WOOLDRIDGE, M. J. Applications of Intelligent Agents. In: JENNINGS, N. R.; WOOLDRIDGE, M. J. Agent Technology - Foundations, Applications, and Markets. Berlin: Springer, 1998. Cap. 1, p. 28.
- [5]. KANG, H. S. et al. Smart manufacturing: past research, present findings, and future directions. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing Green Technology, Coréia do Sul, Vol.3 No.1, Jan 2016. 111-128.
- [6]. KHAITAN, S. K.; MCCALLEY, J. D. Design Techniques and Applications of Cyberphysical Systems: A Survey. IEEE Systems Journal, EUA, Junho 2015. 350-365.
- [7]. LASI, H. et al. Industry 4.0. Business & Information Systems Engineering, Alemanha, Maio 2014. 239-242.
- [8]. LEE, J.; BAGHERI, B.; KAO, H.-A. A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. Manufacturing Letters, EUA, Janeiro 2015. 18-23.
- [9]. MACAL, C. M.; NORTH, M. J. Tutorial on agent-based modelling and simulation. Journal of Simulation, 2010. 151-162.
- [10]. MACAL, C. M.; NORTH, M. J. Introductory Tutorial: Age-Based Modeling and Simulation. Winter Simulation Conference, Savannah, Dezembro 2014. 6-20.
- [11]. MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. The internet of things: mapping the value beyond the hype. McKinsey & Company. EUA, p. 1-131. 2015.
- [12]. MONOSTORI, L.; J. V.; KUMARA, S. R. T. Agent-Based Systems for Manufacturing. Annals of the CIRP, Fevereiro 2006. 697-720.
- [13]. PWC - STRATEGY&. Industry 4.0 - Opportunities and challenges of the industrial internet. PwC - Strategy&. Alemanha, p. 1-51. 2014.
- [14]. SAHA, H. N. et al. Recent Trends in Implemen tation of Internet of Things – A Review. IEEE 7th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication , Vancouver, Outubro 2016. 1-6.
- [15]. SCHATSKY, D.; TRIGUNAIT, A. Internet of Things - Dedicated networks and edge analytics will broaden adoption. Deloitte University Press. [S.l.], p. 1-10. 2016.
- [16]. SCHWAB, K. The Fourth Industrial Revolution. Genebra-Suíça: World Economic Forum, 2016.
- [17]. SHROUF, F.; ORDIERES, J.; MIRAGLIOTTA, G. Smart Factories in Industry 4.0: A Review of the Concept and of Energy Management Approached in Production Based on the Internet of Things Paradigm. IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management , Malasia, Dezembro 2014. 697-701.
- [18]. WANG, S. et al. Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook. International Journal of Distributed Sensor Networks, China, Abril 2015. 1-10.

Capítulo 13

APLICAÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL COM O AUXÍLIO DO CICLO PDCA NO AMBIENTE ESCOLAR - DESAFIOS E SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Armando Dias Duarte

Luana Lagedo Santos

Jefferson Carlos de Oliveira Ribeiro Costa

Deysianne Cristina Santos da Silva

Osmar Veras Araujo

Resumo: A Educação Ambiental como ferramenta de intervenção é de suma importância para a mudança de políticas sociais e ambientais a longo prazo. O presente artigo tem como objetivo desenvolver nas crianças atitudes de cuidado com o meio ambiente, acrescentando oportunidades de adquirir conhecimentos práticos, teóricos, valores e de atitudes em uma escola municipal na cidade de Caruaru - PE. O estudo foi desenvolvido através da metodologia do programa ASA em parceria com o governo Alemão no processo de disseminação do conhecimento, através de aulas expositivas e atividades práticas, onde foi utilizado o ciclo PDCA como ferramenta de apoio para a construção de conhecimentos sobre os recursos naturais resultando em uma melhoria da consciência ambiental. Foi realizado um diagnóstico ambiental onde 52% dos alunos consideram a o nível ambiental regular, 45% péssimo e 3% consideram bom. No requisito, principal problema ambiental, as crianças apontaram que a qualidade de água e a falta de água representam 73% seguido do problema com os resíduos sólidos. As atividades foram elaboradas com os principais problemas enfrentados pelos alunos o qual foram incentivados a disseminar o conhecimento adquirido na sociedade em que estão inseridos para obtenção de ganhos ambientais e sociais.

Palavras-Chave: Educação ambiental; Ciclo PDCA; Conscientização.

1. INTRODUÇÃO

As dificuldades que se possui em entender as complexidades ambientais dos ecossistemas levam o homem ao uso irracional deste meio ecológico. Lemos (2002) argumenta que para muitos, poluir a água e o ar constitui ainda praticamente um direito.

Tanto o desequilíbrio social quanto o desequilíbrio ambiental intensificam-se, desequilíbrio este originado pelo lixo, doenças, poluição, detrimientos à fauna e à flora, entre outros, resultando no que se pode chamar de crise ecológica. Com o passar dos anos começa a surgir os movimentos ambientalistas em várias partes do mundo, contribuindo para o crescimento da consciência ecológica que ganha cada vez mais consistência política.

Vivemos, desde então, um crescimento da busca de ações sociais e ambientalmente corretivas (SOUZA, 2000). Em busca de inovações pra mudanças do meio ambiente é fundamental a educação para crianças e jovens. A Educação Ambiental (EA) é inserida como uma aprendizagem inovadora em esferas distintas, pois é uma grande ferramenta na busca por soluções.

De acordo com Reigada & Reis (2004) a EA é um processo educativo que visa formar cidadãos éticos nas suas relações com a sociedade e com a natureza. Durante a formação, cada indivíduo é levado a uma reflexão de seus comportamentos e valores pela aquisição de conhecimentos, compromisso e responsabilidade com a natureza e com as gerações futuras. A EA

contribui para que o indivíduo seja parte atuante na sociedade, aprendendo a agir individual e coletivamente na busca de soluções. Esse papel educacional tem sido cumprido pela educação formal – nas escolas – e pela educação não-formal, realizada pelas ONGs, organizações de cidadãos, associações de moradores e trabalhos voluntários.

O estudo desenvolvido caracteriza-se como um projeto de Educação Ambiental formal aplicado em uma escola municipal, localizada na cidade de Caruaru - PE. O programa ASA tem como objetivo qualificar crianças e jovens estudantes acerca da educação ambiental, através de práticas pedagógicas para a formação de agentes multiplicadores.

2. GESTÃO AMBIENTAL

A Gestão Ambiental, prática recente e necessária, traduz-se na realização de atividades propensas a obter efeitos positivos sobre o meio ambiente, minimizando e/ou eliminando os danos causados pela intervenção humana, sempre numa óptica de melhoria contínua (NOBRE, 2010). Segundo Aragão, Santos e Silva (2011). “a gestão ambiental não possui remetente nem destinatário. Ela surge como fruto de um processo histórico que indica para o ser humano, em sua essência, uma necessidade que não é nova”. A ideia de melhoria contínua pode ser entendida através do Ciclo de *Shewhart* ou Ciclo de *Deming*, visto na Figura 1, que é dividido em 4 etapas: planejar, controlar, executar e agir.

FIGURA 1 – Valor entregue ao cliente.

Fonte: Adaptado de Inova em Gestão (2012).

O Ciclo de *Deming* é descrito da seguinte forma:

- a) Planejar (*Plan*): Pautar o planejamento, estabelecendo metas e objetivos e definindo o caminho que deverá ser seguido;
- b) Executar (*Do*): Colocar em prática o que foi planejado, seguido da “coleta” de dados para uma posterior avaliação;
- c) Verificar (*Check*): monitorar e medir os processos, podendo ser realizada de duas maneiras, paralelamente à execução ou ao final dela;
- d) Agir (*Act*): Etapa em que são aplicadas ações corretivas a fim de aperfeiçoar o projeto.

A importância dessa prática pode ser justificada por realidades como a crise hídrica e a existência de conflitos no mundo atual, em virtude da escassez do recurso (ARAGÃO, SANTOS e SILVA, 2011).

De acordo com Vieira Filho, Malheiros e Campos (2013), “o Plano de Gestão Ambiental (PGA) pode ser definido como sendo um conjunto de ações, práticas, programas, políticas administrativas e operacionais que levam em conta a saúde, a segurança das pessoas e a proteção do meio ambiente, através da eliminação ou minimização de impactos e danos ambientais decorrentes da estrutura já estabelecida”. Tal plano é composto por três etapas: diagnóstico ambiental, prognóstico ambiental e ações do plano de gestão ambiental. Esse estudo aborda a etapa de diagnóstico ambiental, que ainda de acordo com Vieira Filho, Malheiros e Campos (2013), o diagnóstico ambiental é uma busca do conhecimento de todos os componentes ambientais de uma determinada área para a caracterização da sua qualidade ambiental, isso é a interpretação da situação ambiental problemática da área a partir da interação e da dinâmica de seus componentes.

2.1 A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Segundo a UNESCO (2005), “Educação ambiental é uma disciplina bem estabelecida que enfatiza a relação dos homens com o ambiente natural, as formas de conservá-lo, preservá-lo e de administrar seus recursos adequadamente”. Foi a partir do agravamento da problemática que coloca em risco o futuro do planeta e a sustentabilidade, que os

movimentos ambientalistas mobilizaram a comunidade internacional, realizando diversos encontros, onde a principal preocupação era a degradação do meio ambiente. “Tais movimentos contribuíram para pautar o debate em diversos eventos que tem a Conferência da ONU (Organização das Nações Unidas) sobre o Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, na Suécia, em junho de 1972, como marco para o surgimento de políticas de gerenciamento ambiental e de reconhecimento da educação ambiental como um componente fundamental para reversão deste quadro”. A declaração de Estocolmo instituiu o PNUMA (Programas das Nações Unidas para o Meio Ambiente), o Plano e Ação Mundial para Educação Ambiental e o Programa Internacional de Educação Ambiental (PIEA), nos quais foram formulados princípios e orientações da Educação Ambiental em âmbito internacional (AZEVEDO & FERNANDES, 2009-2010, p.99).

A EA é de suma importância na formação da sociedade, ela desenvolve a visão crítica do cidadão a respeito dos três pilares da sustentabilidade (social, econômico e ambiental). De acordo com Medeiros *et al.* (2011), a educação ambiental no ambiente escolar contribui para a formação de cidadãos conscientes, capazes de atuarem na realidade socioambiental de um modo comprometido com a vida e com a sociedade. Medeiros *et al.* (2011) ressalta ainda que, para isso, é importante mais que informações e conceitos, é necessário que a escola se disponha a trabalhar com atitudes, com formação de valores e com mais ações práticas.

3. PROGRAMA ASA

O programa ASA existe a mais de 50 anos que contou com seu início pela formação de um grupo de estudantes com a finalidade de um programa de aprendizagem para jovens que se envolvem em questões globalizadas e sustentáveis. Os países que compõem o projeto estão inseridos na América Latina, África, Ásia e Europa, dentre os países estão o Brasil, México, Nicarágua, Alemanha, Áustria, França e etc. O programa é situado na Alemanha e é principalmente financiado pelo ministério Alemão de Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ). A organização é considerada politicamente independente sem fins lucrativos. Os projetos realizados possuem diferentes abordagens,

como por exemplo, ligados a artes visuais, teatro, cinema, música, desenvolvimento social e meio-ambiente. Os envolvidos nos projetos são estudantes e jovens profissionais que optam por diferentes subprojetos dentro do programa ASA.

Esses subprojetos são divididos por campo de atividades:

- a) Programa Base: Campos de atuação diversos com duração de três meses na África, Ásia, América Latina e sudoeste da Europa, com equipes de dois ou três participantes da Alemanha;
- b) Programa Sul-Norte: projeto de intercâmbio onde até duas pessoas que representam o parceiro do Sul trabalham em conjunto com a organização do Norte (Alemanha) com a duração de três meses (entre abril e junho) e até duas pessoas que representam a organização do Norte desenvolvem atividades com a organização Sul entre (julho e dezembro). As propostas de projetos devem ser mútuas;
- c) *ASA preneurs*: integra o pensamento sustentável em empresas onde jovens alemães realizam o estágio durante três meses nas organizações;
- d) GLEN (*Global Education Network of Young Europeans*): equipes internacionais de

dois ou até três participantes europeus, realizam o estágio de três meses na África, Ásia e no sudoeste da Europa.

3.1 INÍCIO DO PROJETO ASA ESCOLA SUSTENTÁVEL

O contato entre Universidade Federal de Pernambuco campus Agreste (UFPE), através do Grupo de Gestão Ambiental Avançada (GAMA) e o projeto ASA, teve início em 2013 com a ida de um aluno através da Secretaria de Desenvolvimento Econômico (SDE) da cidade de Caruaru, no ano de 2013, onde foi realizado o programa Sul-Norte onde atividades de cunho educacional, desenvolvimento sustentável e gestão de Resíduos Sólidos foram desenvolvidos através de seis meses (três meses na Alemanha e três meses no Brasil). Nos anos seguintes, 2014 e 2015 contaram com a participação de alunos do grupo de pesquisa. Em 2015 houve a aprovação do projeto na modalidade do programa Base, cujo principal objetivo foi realizar o diagnóstico ambiental em uma escola municipal da cidade de Caruaru e propor medidas sustentáveis. Como objetivos específicos a formação de agentes ambientais que possam atuar no ambiente escolar e na comunidade do entorno, através de práticas pedagógicas de EA.

4. METODOLOGIA DO PROJETO

A Figura 2 ilustra a metodologia adotada durante as atividades do projeto. Foram selecionadas duas participantes da Europa para desenvolverem as atividades no Brasil em conjunto com a organização parceira, a UFPE. Na fase Norte as intercambistas

realizaram capacitações através de seminários oferecidos pelo programa ASA, onde oficinas foram oferecidas como confecção de carteiras a partir de garrafas de leite usadas e etc.

FIGURA 2 – Metodologia do projeto.

Fonte: Autores (2017).

Durante a capacitação das intercambistas, em paralelo a escolha da escola do estudo foi realizada e a turma definida. A escola é de caráter municipal e está localizada na cidade de Caruaru. A turma selecionada foi composta por 33 alunos entre 12 e 13 anos. O diagnóstico ambiental foi realizado através da percepção dos alunos onde o estudo da percepção segundo Palma (2005) é de fundamental importância para que possamos compreender as inter-relações entre o homem e o ambiente, suas expectativas, satisfações e insatisfações, julgamentos e condutas. A aplicação de um questionário foi realizada com perguntas a respeito da situação da escola que segundo Fink & Kosecoff (1985) é um método para coleta de informações de

pessoa a cerca de suas idéias, sentimentos, planos, crenças, origem social, educacional e financeira.

Após a aplicação do questionário os alunos da escola passaram por aulas expositivas através dos alunos monitores do grupo de pesquisa GAMA, sobre temas diversos ligados ao meio ambiente: conceito de reciclagem, resíduos sólidos, racionalização de energia, racionalização de água e cobertura vegetal, com o objetivo de conscientizar os alunos de como cuidar do meio ambiente. Algumas aulas contaram com peça de teatro, o que faz com que o aluno aprenda o assunto de uma forma diferente, e torna a aula mais interessante e dinâmica.

FIGURA 3 – Capacitação dos alunos no Brasil.

Fonte: Autores (2017).

Com a vinda das intercambistas ao Brasil, os trabalhos deram continuidade através de campanhas realizadas em conjunto com os alunos, oficinas e atividades práticas relacionadas aos temas propostos, como um jogo de perguntas e respostas onde os alunos foram divididos em grupos de acordo com a coleta seletiva e o grupo que acertou mais respostas ganharam uma garrafa de água, com o intuito de diminuir o uso de copos descartáveis no colégio.

Foi realizada a campanha de conscientização do lixo, pois segundo o questionário aplicado, os jovens da escola se sentiam incomodados com o problema dos resíduos, proveniente da disposição inadequada por parte dos vizinhos nas redondezas do colégio. Os alunos criaram cartazes para conscientizar a população a não jogar lixo na rua, com o objetivo de solucionar o problema e fez com que os alunos aprendessem mais de uma forma prática todo assunto abordado em sala de aula.

FIGURA 4 – Conscientização nas ruas.

Fonte: Autores (2017).

5. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os dados do diagnóstico foram realizados através da aplicação de questionários com ajuda dos monitores. Os alunos foram perguntados qual o nível ambiental escolar,

52% descreveram que a situação da escola é regular, 45% afirmam que é péssimo e 3% bom.

FIGURA 5 – Nível ambiental escolar.

Fonte: Autores (2017).

O principal problema encontrado dentro da escola foi à qualidade da água dos bebedouros, falta de água e etc. que representou 73% do levantamento, esse fato está relacionado à falta de água enfrentado

pela região o que conseqüentemente reflete na pesquisa. Outro ponto identificado foi o lixo espalhado pela escola que representou 27%. Os outros itens não foram citados pelos alunos.

FIGURA 6 – Problemas ambientais da escola.

Fonte: Autores (2017).

Com a identificação dos principais problemas encontrados pelos alunos, as aulas e atividades foram elaboradas segundo os temas: recursos hídricos, resíduos sólidos, energia elétrica e vegetação. Como resultados das aulas e campanhas realizadas dentro da escola, foi obtido uma redução de energia elétrica na casa dos alunos o que representou 85% de redução do consumo entre os meses de Agosto e Novembro. Em relação ao problema de racionamento de água, os alunos passaram a ter uma melhor consciência, redução e reaproveitamento dentro das casas, além de conscientizar os pais e pessoas próximas, a cerca das práticas ensinadas dentro de sala de aula. No

tema de resíduos sólidos os alunos confeccionaram materiais recicláveis e a redução do lixo jogado próximo a escola com conscientização de moradores e comércio localizados próximo a escola.

Os resultados do projeto apontam para ganhos econômicos com racionalização da energia elétrica nas casas dos alunos e ganhos pessoais através da adoção de novas práticas sustentáveis no cotidiano, tanto da escola quanto na comunidade, o que justifica com que o ambiente escolar é de suma importância para a formação do ser ecologicamente correto através de práticas pedagógicas sustentáveis.

REFERÊNCIAS

- [1]. ARAGÃO, João Paulo Gomes de Vasconcelos; SANTOS, Karolina Maria Bezerra; Silva, Maria Marlene. Gestão Ambiental e Escola: a construção de uma atitude ambiental. Ambiente & Educação, vol. 16. 2011.
- [2]. AZEVEDO, Denilson Santos; FERNANDES, Kalina Ligia Ferreira. Educação Ambiental na Escola: Um estudo sobre os saberes docentes. Educ. foco, Juiz de Fora, v. 14, n. 2, p. 95-119, set 2009/fev 2010.
- [3]. FINK & KOSECOFF, J. How to conduct surveys: A step-by-step guide. Beverly Hills: Sage. 1985.
- [4]. MEDEIROS, Aurélia Barbosa; MENDONÇA, Maria José da Silva Lemes; SOUSA,
- Gláucia Lourenço; OLIVEIRA, Itamar Pereira. A importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais. Revista Faculdade Montes Belos, v. 4, n. 1, set. 2011
- [5]. MEDEIROS, Bruno Campelo. Inova em Gestão: Ciclo PDCA. 2012. Disponível em:
- [6]. <<http://inovaemgestao.blogspot.com.br/2012/09/ciclo-pdca.html>> Acesso em: 07 de mai. 2017.
- [7]. NOBRE, Ivone. Plano de Gestão Ambiental 2011. Instituto da construção e do imobiliário. Lisboa, 2010.
- [8]. PALMA, Ivone Rodrigues. Análise da percepção ambiental como instrumento ao

planejamento da educação ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Minas, Metalúrgica e de Materiais. Tese de mestrado. 2005.

[9]. REIGADA, Carolina ; REIS, Marília. EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA CRIANÇAS NO AMBIENTE URBANO: UMA PROPOSTA DE PESQUISA-AÇÃO. 2004. 12 p. artigo científico (ciências biológicas)- Modalidade Licenciatura pelo Instituto de Biociências - IBB-UNESP, Botucatu, 200. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n2/01/pdf>>. Acesso em: 07 maio 2017.

[10]. SOUZA, Nelson. Educação ambiental: dilemas da prática contemporânea. Rio de Janeiro: Thex, 2000.

[11]. UNESCO. Década da Educação das Nações Unidas para um Desenvolvimento Sustentável, 2005-2014: documento final do esquema internacional de implementação. Brasília, Brasil, 2005.

[12]. VIEIRA FILHO, Ortizon Vaz; MALHEIROS, Roberto; CAMPOS, Agostinho Carneiro. Educação Ambiental por meio da implantação de gestão ambiental no âmbito escolar. IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Salvador, 2013.

[13]. LEMOS, Haroldo Mattos de. O Sistema Nacional de Meio Ambiente e o Conselho Nacional de Meio Ambiente no Brasil: seu impacto na qualidade de vida. In Ministério de Meio Ambiente. Diálogos de Política Social e Ambiental: aprendendo com os conselhos ambientais brasileiros. Banco Interamericano de Desenvolvimento: Brasília, 2002.

Capítulo 14

APONTAMENTOS NA LITERATURA SOBRE A DECISÃO ENTRE CONTRATAR E REALIZAR SERVIÇOS NO SETOR PÚBLICO

Andréia Cittadin

Fabricia Silva da Rosa

Resumo: Esse estudo tem o objetivo de verificar os aspectos apontados na literatura relacionados à contratação ou realização de serviços pelo setor público. Por meio de levantamento bibliográfico foram analisados 24 artigos resultantes de uma busca na base de dados *Web of Science*. Os trabalhos contemplam os períodos entre os anos de 1996 a 2015; 50% dos estudos foram desenvolvidos por três autores; o autor com maior número de artigos sobre a temática corresponde a 25% das publicações analisadas; a maioria dos autores (83%) publicou apenas uma vez; e o periódico que mais publicou sobre o assunto foi *Journal of Public Administration research and theory*. Os resultados evidenciam alguns aspectos a serem observados no processo de realização ou contratação de serviços pelo setor público, principalmente, com os seguintes enfoques: custos, concorrência/mercado, qualidade e eficiência. As teorias mais abordadas nos estudos foram Custos de Transação e Escolhas Públicas, citadas, respectivamente, em quinze e sete dos trabalhos analisados. Conclui-se que no âmbito acadêmico ainda não há um consenso sobre os benefícios vinculados à redução de custos, aumento de eficiência e satisfação dos cidadãos na contratação de serviços prestados por empresas privadas na área pública, fator que requer ampliação das investigações empíricas.

Palavras-chave: Gestão Pública; Realização de Serviço Próprio ou Terceirizado; Análise da Produção Científica.

1. INTRODUÇÃO

A Reforma Gerencial da Administração Pública iniciou na Europa na década de 80 em virtude de dois fatores: a globalização, que exigiu dos países maior competitividade e mais eficiência; e a democracia social, por demandar uma administração pública eficiente para garantia dos direitos sociais de educação, saúde, previdência e assistência social (MATIAS-PEREIRA, 2008; SECCHI, 2009; BRESSER-PEREIRA, 2011). As abordagens da Nova Administração Pública (NPM) são norteadas por valores de eficiência, eficácia e competitividade e apresentam enfoque na produtividade, orientação ao serviço, descentralização, eficiência na prestação de serviços, transparência e controle (SECCHI, 2009).

Com o intuito de diminuir custos e aumentar a eficiência, de modo a contribuir para a satisfação dos cidadãos e o desenvolvimento econômico, alguns países adotaram políticas de privatização e terceirização de serviços (HEFETZ; WARNER; VIGODA-GADOT, 2012). Para Boyne (1998b), um das características centrais da NPM refere-se à introdução da concorrência nos mercados de prestação de serviços, que eram monopolizados por órgãos públicos.

Entretanto, os estudos que avaliam os efeitos da competitividade na área pública são poucos, limitados em relação à abrangência dos serviços e com metodologias frágeis (Boyne, 1998b). Logo, é necessário realizar investigações mais completas sobre as contratações para verificar se os governos estão realizando investimentos adequados (BROWN; POTOSKI, 2006). Pesquisas dessa natureza contribuem para as discussões acerca da gestão pública, uma vez que contemplam os decisores políticos, as pessoas envolvidas com os processos de aquisição e os cidadãos em geral (GUPTA; PRAKASH; JADEJA, 2015). Segundo Juntunen, Juntunen e Autere (2012), estudos como esses são importantes no âmbito profissional e acadêmico, tendo em vista que há pouca pesquisa quantitativa disponível sobre modos de terceirização e os resultados da adoção desses métodos.

Com base neste contexto, emerge a pergunta de pesquisa: Quais são os aspectos apontados na literatura como relevantes para os processos de realização ou contratação de serviços pela área pública? O objetivo da pesquisa consiste em verificar os aspectos

apontados na literatura relacionados à realização ou contratação de serviços pelo setor público.

Com vistas a alcançar as melhores práticas na gestão pública os processos de realização ou contratação de serviços precisam ser monitorados. Assim, identificar critérios para avaliação desses processos torna-se relevante do ponto de vista teórico, prático e social.

Para Gupta, Prakash e Jadeja (2015), o processo de compras e contratação de serviços é uma função importante no gerenciamento estratégico, pois representam 60 a 70% das despesas das entidades. Na administração pública esse processo se diferencia da área privada nos seguintes aspectos: transparência, equidade, igualdade, competições, direitos de apelação, eficiência, eficácia com integridade, capacidade de resposta às partes interessadas, tais como, cidadãos, contribuintes e sociedade. Logo, o desempenho operacional de compras é a medida em termos de custos e utilização da capacidade, pois os sistemas de compras eletrônicas possibilitam processos operacionais e mais transparência, a concorrência oportuniza direitos iguais aos fornecedores no processo de contratação pública e fomentar a competitividade e a transparência é um dos princípios da nova gestão pública (GUPTA; PRAKASH; JADEJA, 2015).

O artigo está estruturado em cinco seções, incluindo esta introdução. A segunda seção trata da fundamentação teórica que abrange aspectos sobre o processo de compras e contratação de serviços no setor público no âmbito nacional. Na terceira seção, descreve-se a metodologia da pesquisa. Na quarta, apresentam-se os resultados e discussões. Por fim, a quinta seção é dedicada às conclusões e recomendações para futuras pesquisas.

2. O PROCESSO DE COMPRAS E CONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS NO SETOR PÚBLICO

Gupta, Prakash e Jadeja (2015) observam que as organizações públicas e privadas precisam adquirir recursos externos, tais como bens, serviços, obras ou consultoria, para consecução de seus objetivos.

Segundo Domberger e Jensen (1997), a contratação de serviços promove a concorrência por meio de seleção regulamentada das propostas. Essa prática possibilita ao governo a garantia de prestação de serviços ao menor custo. Conforme Johnston e Girth (2012), a concorrência é fator motivador para redução dos gastos e alcance de maior eficiência e eficácia na aquisição de bens e contratação de serviços. Entretanto, no âmbito governamental os mercados não são competitivos. A existência de concorrência mediante as licitações não garante um número suficientes de fornecedores, sendo que três ou mais licitantes é considerado suficiente. Além disso, algumas restrições políticas e legais podem influenciar na restrição da oferta ao estabelecer preferências para por fornecedores locais e pequenas empresas, por exemplo.

No âmbito nacional, são recorrentes as reflexões em relação à terceirização, principalmente, no que se refere à contratação de empresas idôneas e eficazes. No setor público, é preciso conhecimento e aprimoramento dos parâmetros técnicos e legais, uma vez que o grau de liberdade na seleção de fornecedores é limitado em função da obrigatoriedade da contratação por licitação pública exigida por lei (COSTA; SANTO, 2014).

No Brasil, o processo de compras e seleção de fornecedores realizado no setor público é balizado na Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, que regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, e institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências.

Para aquisição de bens, obras, serviços, alienações, concessões, locações entre a administração pública e o setor privado, é obrigatória a realização de licitação. A licitação é um processo administrativo formal, realizado com base no direito público, que estabelece as condições prévias de direito e de fato que regularão essa relação futura (JUSTEN FILHO, 1994). Tem por objetivo apurar a melhor proposta de serviço ou aquisição de material, possibilitando oportunidade pública aos interessados, por meio de edital ou carta-convite, em participar de tal concorrência.

Na área pública é preciso seguir os princípios básicos da licitação, que são: observância dos princípios da isonomia, legalidade, da

impressoalidade, da moralidade, da igualdade, da publicidade, da probidade administrativa, da vinculação ao instrumento convocatório, do julgamento objetivo e dos que lhes são correlatos (BRASIL, 1993, s/p).

Em alguns casos como contratações de pequeno valor; por emergência ou calamidade pública; nos casos de guerra ou grave perturbação da ordem; intervenção da União para regular preços ou normalizar o abastecimento, dentre outros especificados no Art. 24 da Lei nº 8.666/93, a licitação é dispensável ou inexigível, desde que tenha reconhecimento formal de sua necessidade por razões de interesse público.

Há algumas modalidades de licitações, que são: concorrência, tomada de preços, convite, concurso, leilão e pregão. As administrações públicas, ao seguir a Lei das Licitações, podem optar por uma das modalidades de licitações, ou seja, a que atender melhor suas necessidades (SLOMSKI, 2003).

A realização dos serviços públicos por agentes externos obteve aumento significativo a partir dos anos 1970 (BOYNE, 1998b). Para Costa e Santo (2014), principalmente nos países capitalistas, esse fato se deve em virtude do rearranjo produtivo decorrente da instalação das crises econômicas a partir dos anos 1970.

As vantagens da terceirização na administração pública estão relacionadas a busca da eficiência administrativa e do equilíbrio fiscal, além de contribuir para a geração de emprego e renda e para o desenvolvimento econômico, aumento da qualidade e maior agilidade nas decisões, entre outros. Como desvantagens, tem-se problemas com a imagem do órgão no caso de falha da empresa terceirizada; riscos com a coordenação de muitos contratos; aumento da dependência de terceiros; dificuldade de encontrar o parceiro ideal; perda do controle dos custos dos serviços terceirizados; entre outros (COSTA; SANTO, 2014).

Para Blom-Hansen (2003), a afirmação que a participação do setor privado na produção de serviços públicos realmente traz economia de custos ainda é uma questão empírica. Assim, questionamentos sobre a veracidade de que a prática de terceirização de serviços pelo setor público traz benefícios inerentes à redução de custos, eficiência e eficácia dos serviços e satisfação da sociedade ainda merecem investigações com mais aprofundamento.

3. METODOLOGIA

Nesse estudo, foi realizada busca bibliográfica na base de dados Web of Science, no mês de abril de 2017, que abrangeu o período compreendido entre 1945 e 2017. Essa base de dados tem caráter multidisciplinar e disponibiliza acesso a aproximadamente 12.000 periódicos, em diversas áreas do conhecimento.

Foram utilizadas as seguintes Palavras-chave: “strategic cost management” e “public sector” ou “public administration” ou “public management”, que localizou 429 trabalhos. Em seguida, fez-se um refinamento da pesquisa considerando as áreas Gestão, Negócios, Administração Pública e Economia, que resultou em 161 trabalhos. Após a leitura dos títulos e resumos foram selecionados oito artigos que estavam alinhados ao objetivo da pesquisa.

Verificou-se nas referências desses trabalhos os estudos alinhados ao tema da pesquisa e após leitura dos títulos foram selecionados dezesseis artigos, resultando na análise de um portfólio bibliográfico composto por vinte e quatro trabalhos. Para tanto, foram empregadas pesquisa descritiva, qualitativa e análise de conteúdo com o objetivo de identificar as características da produção científica e os apontamentos dos estudos sobre realização ou contratação de serviços pelo setor público.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa seção, apresentam-se os resultados da análise dos vinte e quatro estudos identificados que possuem relação com a temática em questão. Inicialmente descreve-se as características da produção científica do portfólio analisado; em seguida, são evidenciados os aspectos considerados relevantes no processo de realização ou contratação de serviços pelo setor público.

4.1 CARACTERÍSTICAS DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA

Em relação ao portfólio analisado observou-se que 50% dos artigos foram elaborados em conjunto por três autores, 33% tinham a autoria de duas pessoas e 17% foram escritos por apenas um pesquisador. Os autores que optaram em pesquisar individualmente são: George A. Boyne, com três publicações, entre os anos de 1998 e 2003; e Jens Blom-Hansen, com um trabalho em 2003.

Ao analisar a quantidade de publicações por autor, constatou que os vinte e quatro trabalhos totalizaram quarenta autores. A Tabela 1 apresenta o número de publicações dos autores.

Tabela 1 – Número de publicações dos autores

Número de Publicação	Quantidade de autores	Frequência
1 publicações	33	83%
2 publicações	2	5%
3 publicações	4	10%
6 publicações	1	3%
Total de autores	40	100%

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Constatou-se que a maioria dos autores (83%) publicou apenas uma vez. Os autores que mais publicaram foram: Mildred E. Warner, com seis trabalhos sobre essa temática, que representa 25% do portfólio bibliográfico selecionado; seguida por George A. Boyne, Trevor L. Brown, Matthew Potoski e Amir Hefetz, com três publicações (12,5%) cada; e Gérmia Bel e Eran Vigoda-Gadot, com duas publicações cada (8%).

Destaca-se que a autora com maior número de publicações é Mildred Elaine Warner, professora do Departamento de Planejamento Urbano e Regional da Universidade de Cornell, universidade privada situada em Nova Iorque, Estados Unidos. Warner possui Ph.D. em Sociologia do Desenvolvimento, mestrado em Economia Agrícola da Universidade de Cornell e é bacharel em História pelo Oberlin College.

Observou-se que as publicações analisadas foram distribuídas em dezoito periódicos. Os

períodos que apresentaram maior número de publicação são evidenciados na Tabela 2.

Tabela 2 – Principais periódicos

Periódicos	Nº de artigos	Frequência
Journal of Public Administration research and theory	3	13%
Public Administration Review (PAR)	3	13%
Journal of Policy Analysis and Management	2	8%
Local Government Studies	2	8%
Demais	14	58%
Total	24	100%

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Nota-se que o Journal of Public Administration Research and Theory (JPART) foi um dos periódicos que apresentou maior número de publicações em relação ao portfólio analisado, correspondente a 13%. Esse periódico é um dos principais na categoria de Administração Pública. Ademais, é o jornal oficial da Public Management Research Association e possui objetivo multidisciplinar abrangendo as ciências organizacionais, administrativas e de políticas aplicadas ao governo e à governança.

A Public Administration Review (PAR), também se destacou com 13% das publicações. É um periódico profissional atuante no campo da pesquisa, teoria e prática da administração pública. Logo, serve tanto para acadêmicos como profissionais interessados no setor público e na gestão do setor público. Em seguida, evidenciam-se o

Journal of Policy Analysis and Management e Local Government Studies, contemplando 8% das publicações do portfólio cada.

Verificou-se que as publicações compreenderam o período de 1996 a 2015. A maior concentração das pesquisas ocorreu no ano de 2012 com cinco trabalhos (20,83%). No ano de 2003 foram publicados três estudos, que representam 12,50% do portfólio selecionado. Percebeu-se que as pesquisas não tiveram um comportamento linear, de crescimento ou de decréscimo ao longo desses 20 anos analisados. Pelo contrário, ocorreram alguns momentos de maior ênfase e outros períodos sem nenhuma publicação.

Para verificar o reconhecimento científico dos artigos fez-se pesquisa no Google Acadêmico para identificar os estudos mais citados. A Tabela 3 apresenta esses resultados.

Tabela 3 – Artigos mais citados

Nº de Citações	Ano da Publicação	Autor	Título do Trabalho	Periódico
1270	2002	Boyne, G. A.	Public and private management: what's the difference?	Journal of management studies
602	1997	Domberger, S., & Jensen, P.	Contracting out by the public sector: theory, evidence, prospects.	Oxford review of economic policy
510	2004	Hefetz, A., & Warner, M.	Privatization and its reverse: Explaining the dynamics of the government contracting process.	Journal of Public Administration Research and Theory: J-PART

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Verifica-se que o trabalho com maior número de citações foi Public and private

management: what's the difference?, de autoria de Boyne, um dos autores que mais

publica sobre o tema. Boyne possui três trabalhos sobre o assunto no portfólio analisado e opta em pesquisar sozinho.

O trabalho de Amir Hefetz, *Explaining the dynamics of the government contracting process*, também se destacou entre os mais citados. Este autor também possui três publicações entre os estudos analisados.

4.2 Aspectos relevantes no processo de realização ou contratação de serviços pelo setor público.

Os resultados dos vinte quatro estudos analisados mostram que os governos são responsáveis em selecionar os serviços que irão prestar à sociedade, bem como escolher a maneira que esses serviços serão prestados, que pode ser por conta própria e/ou por mecanismos externos de produção, contemplando contratos com outros governos, empresas privadas e organizações sem fins lucrativos (BROWN; POTOSKI, 2003).

Para Blom-Hansen (2003), há indicações que a área pública não presta serviços tão eficientemente quanto o setor privado, uma vez que as agências do setor público não têm incentivos para atuar com eficiência; na área pública os objetivos de prestação de serviço são amplos e mal definidos; e no setor governamental não há o risco de falência, logo este setor pode continuar desempenhando mal o serviço que não haverá implicações. Além disso, a concorrência também contribui para o setor privado maximizar a eficiência, enquanto na área pública ocorre monopólio sobre os serviços prestados.

Percebeu-se que alguns dos trabalhos indicam que a terceirização reduz custos sem diminuir a qualidade dos serviços prestados (DOMBERGER, JENSEN, 1997; BLOM-HANSEN, 2003; JUNTUNEN, JUNTUNEN, AUTERE, 2012; CABRAL, LAZZARINI, AZEVEDO, 2013).

Contudo, os críticos da Nova Administração Pública argumentam que as práticas comerciais não devem ser transferidas para o setor público devido às diferenças entre entidades públicas e privadas relacionadas, sobretudo, com os ambientes organizacionais, metas, estruturas e valores gerenciais (BOYNE, 2002). As críticas sobre a terceirização governamental focalizam, principalmente, a redução da capacidade de realização de serviços e de seu

gerenciamento pelas agências governamentais (BROWN; POTOSKI, 2006).

Ademais, há pesquisas que apontam falhas metodológicas em alguns estudos empíricos que identificaram benefícios com o processo de terceirização de serviços no setor público (BOYNE, 1998a; BOYNE, 1998b; BOYNE, 2002; BEL, FAGEDA, WARNER, 2010).

Outros trabalhos científicos destacam que: a terceirização de serviços traz benefícios, mas é arriscada e complexa (BROWN, POTOSKI, 2003; BROWN, POTOSKI, 2006; PIRANNEJAD, SALAMI, MOLLAEE, 2010); a concorrência entre os fornecedores na área pública pode ser difícil de conseguir e custosa de sustentar (JOHNSTON, GIRTH, 2012); além de ocorrer divergência de interesses relacionados principalmente sobre o direito de propriedade (REUTER, GOEBEL, FOERSTL, 2012). Percebeu-se, também, que a terceirização na área pública deve observar outros fatores que exigem melhor compreensão das teorias e haver monitoramento, transparência e acompanhamento da comunidade (HEFETZ, WARNER, 2004; BROWN, POTOSKI, 2006; BEL, HEBDON, WARNER, 2007; HEFETZ, WARNER, VIGODA-GADOT, 2012).

Neste contexto, a análise dos artigos buscou revelar alguns aspectos a serem observados no processo de seleção de fornecedores e contratação de serviços pelo setor público. Na leitura dos trabalhos procurou-se identificar e pontuar os requisitos mais citados pelos pesquisadores. Dessa forma, foram encontrados 49 termos considerados importantes, os quais foram apontados no total de 170 vezes.

A análise evidenciou com maior ênfase o termo custos, com 20 apontamentos, equivalente a 11,76% do total de itens indicados. Em seguida, destacaram-se: concorrência/mercado com 17 apontamentos (10%); qualidade citada 16 vezes (9,41%); e eficiência indicada 14 vezes (8,24%). Ao somar a quantidade de indicação desses quatro requisitos, considerados como principais, encontra-se o percentual de 40% de todos os itens apontados pelos estudos investigados.

Estudos como de Boyne (1998); Brown & Potoski; Hefetz & Warner (2004); Brown, Potoski & Van Slyke (2006); Bel, Fageda & Warner (2010); Johnston & Girth (2012) Gupta; Prakash & Jadeja (2015) contemplaram os quatro requisitos mais citados.

Também foram evidenciados os seguintes critérios, porém com menor ênfase: monitoria, monopólio, objetivos políticos e satisfação dos cidadãos, com 10 (5,88%), 9 (5,29%), 8 (4,71%) e 6 (3,53%) apontamentos, respectivamente. Entretanto, aspectos relacionados à confiança (2,94%) equidade (2,35%), ética (1,18%), transparência (1,76%) e objetivos sociais (1,76%) foram citados com pouca frequência.

Com isso, é possível inferir que as pesquisas que compõem o portfólio selecionado tem

enfoque nas questões de economicidade e não aprofundam as reflexões acerca dos resultados da terceirização dos serviços públicos nos aspectos de transparência, ética e satisfação dos cidadãos, princípios que também fazem parte da Nova Administração Pública.

Esses resultados convergem com as principais abordagens teóricas percebidas nos trabalhos analisados, as quais são evidenciadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Abordagens teóricas

Trabalhos/Teorias	Custos de Transação	Escolhas Públicas	Direitos de Propriedade	Teoria Institucional	Economia Neoclássica	Visão Baseada em Recursos	Teorias Contratuais	Total
Rosenberg Hansen, Mols & Villadsen (2011)	1			1	1	1		4
Bel, Fageda & Warner (2010)	1	1	1					3
Brown & Potoski (2003)	1			1	1			3
Boyne (1998b)		1	1					2
Boyne (2002)		1	1					2
Brown, Potoski & Van Slyke (2006)	1			1				2
Hefetz & Warner (2004)	1	1						2
Hefetz, Warner & Vigoda-Gadot (2012)	1	1						2
Johnston & Girth (2012)	1	1						2
Bel, Hebdon & Warner (2007)	1							1
Blom-Hansen (2003)			1					1
Boyne (1998a)		1						1
Brown & Potoski (2006)	1							1
Cabral, Lazzarini & Azevedo (2013)							1	1
Domberger & Jensen (1997)	1							1
Globerman & Vining (1996)	1							1
Hefetz & Warner (2012)	1							1
Hefetz, Warner & Vigoda-Gadot (2014)	1							1
Juntunen, Juntunen & Autere (2012)	1							1
Krueger, Walker & Bernick (2011)	1							1
Total	15	7	4	3	2	1	1	33

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Verificou-se que 87,50% dos estudos foram balizados por alguma teoria, sendo que as principais foram: a) Custos de Transação (15 artigos), b) Escolhas Públicas (7 artigos) e c) Direitos de Propriedade (4 artigos). Os pesquisadores que mais utilizaram teorias foram: i) Rosenberg Hansen, Mols e Villadsen (2011) que usaram Custos de Transação, Teoria Institucional, Economia Neoclássica e Visão Baseada em Recursos; ii) Bel, Fageda e Warner (2010) abordaram Custos de Transação, Escolhas Públicas e Direitos de Propriedade; e iii) Brown e Potoski (2003) contemplaram Custos de Transação, Teoria Institucional e Economia Neoclássica.

Diante desses resultados foi possível observar que enquanto há discussões que enfatizam as vantagens da privatização na prestação de serviços públicos em termos de eficiência e redução de custo, outros não encontram diferenças estatisticamente significativas para esse fato (BEL; FAGEDA; WARNER, 2010). Logo, identificar prioridades de terceirização de algumas funções do governo tornou-se uma necessidade estratégica para os países em desenvolvimento, na busca da satisfação dos cidadãos e menores custos.

Segundo Hefetz, Warner e Vigoda-Gadot (2014), recentemente há um apontamento teórico e empírico para a escolha mista como estratégia de gestão, pois além de reduzir custos e falhas nos contratos pode refletir em um processo de aprendizagem entre os gestores públicos e atendimento aos interesses dos cidadãos. A pesquisa de Cabral, Lazzarini e Azevedo (2013) que propõe um arranjo híbrido entre atores públicos e privados, no qual o governo mantém a função de supervisão e parceria com os empreendimentos privados no desenvolvimento dos serviços públicos, também não apontou evidências de detrimento da qualidade em função da redução dos custos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo identificar aspectos apontados na literatura como relevantes no processo de realização ou contratação de serviços na área pública, foram analisados vinte e quatro artigos resultantes de uma busca na base de dados *Web of Science*.

Por meio da análise dos artigos, verificou-se que escolha da gestão pública entre contratar serviços ao invés de realiza-los recebe

algumas críticas, principalmente pela característica das entidades privadas que primam pela redução de custos. Com base nisso, acredita-se que pode ocorrer detrimento em relação à qualidade dos serviços prestados à sociedade. No entanto, há apontamentos na literatura nos quais a terceirização dos serviços públicos é entendida como necessária para redução dos custos e melhorias na prestação dos serviços aos cidadãos.

Ademais, organizações como Banco Mundial, FMI e OMC recomendam a diminuição do papel do governo na prestação de serviços para a melhoria da qualidade do serviço e maior satisfação dos cidadãos (PIRANNEJAD, SALAMI, MOLLAEI, 2010).

Os estudos analisados focalizam, sobretudo, aspectos relacionados a custos, concorrência/mercado, qualidade e eficiência, que vão ao encontro das teorias Custos de Transação e Escolhas Públicas. Os aspectos relacionados à ética, equidade, transparência e objetivos sociais foram pouco enfatizados nas pesquisas analisadas.

Porém, as conclusões dos estudos analisados sobre o processo de realização ou contratação dos serviços na área pública ainda são incipientes e divergentes. Esse fato evidencia a necessidade de realizar novas investigações sobre potencialidades e oportunidades com a contratação de serviços na área pública, que enfatizem redução de custos, aumento de eficiência e satisfação da sociedade.

Diante disso, surgem algumas lacunas de pesquisa, assim tem-se como sugestões para futuras pesquisas: i) conceituar os principais aspectos observados na realização ou contratação de serviços, tais como, custos, concorrência/mercado, qualidade e eficiência; ii) identificar e comparar os custos na produção pública e terceirizada dos serviços na área pública, na esfera municipal, estadual ou federal; iii) utilizar a Teoria Institucional para explicar a institucionalização ou não de práticas de terceirização na área pública; e iv) identificar critérios para avaliação desses processos.

Esse estudo apresenta como limitação de pesquisa o uso de uma única base de dados e escassez de estudos nacionais sobre a temática.

REFERÊNCIAS

- [1]. BEL, GERMA; HEBDON, ROBERT; WARNER, MILDRED. LOCAL GOVERNMENT REFORM: PRIVATISATION AND ITS ALTERNATIVES. *LOCAL GOVERNMENT STUDIES*, v. 33, N. 4, P. 507-515, 2007.
- [2]. _____. FAGEDA, Xavier; WARNER, Mildred E. Is private production of public services cheaper than public production? A meta-regression analysis of solid waste and water services. *Journal of Policy Analysis and Management*, v. 29, n. 3, p. 553-577, 2010.
- [3]. BLOM-HANSEN, Jens. Is private delivery of public services really cheaper? Evidence from public road maintenance in Denmark. *Public Choice*, v. 115, n. 3, p. 419-438, 2003.
- [4]. BOYNE, George A. Bureaucratic theory meets reality: Public choice and service contracting in US local government. *Public administration review*, p. 474-484, 1998.
- [5]. _____. Bureaucratic theory meets reality: Public choice and service contracting in US local government. *Public administration review*, p. 474-484, 1998.
- [6]. _____. Public and private management: what's the difference?. *Journal of management studies*, v. 39, n. 1, p. 97-122, 2002.
- [7]. PEREIRA, Luiz Carlos Bresser. Reforma gerencial do Estado, teoria política e ensino da administração pública. *Revista Gestão & Políticas Públicas*, v. 1, n. 2, 2012.
- [8]. BROWN, Trevor L.; POTOSKI, Matthew. Transaction costs and institutional explanations for government service production decisions. *Journal of Public Administration research and theory*, v. 13, n. 4, p. 441-468, 2003.
- [9]. BROWN, Trevor L.; POTOSKI, Matthew; VAN SLYKE, David M. Managing public service contracts: Aligning values, institutions, and markets. *Public Administration Review*, v. 66, n. 3, p. 323-331, 2006.
- [10]. _____. POTOSKI, Matt. Contracting for management: Assessing management capacity under alternative service delivery arrangements. *Journal of Policy Analysis and Management*, v. 25, n. 2, p. 323-346, 2006.
- [11]. CABRAL, Sandro; LAZZARINI, Sergio G.; AZEVEDO, Paulo Furquim. Private entrepreneurs in public services: A longitudinal examination of outsourcing and statization of prisons. *Strategic Entrepreneurship Journal*, v. 7, n. 1, p. 6-25, 2013.
- [12]. LUSTOSA DA COSTA, Frederico José; HOSANA, Ivanise. Terceirização de Serviços Públicos e Reforma Gerencial—o Caso da Secretaria da Fazenda de Pernambuco. *Revista ADM. MADE*, v. 18, n. 2, 2014.
- [13]. DOMBERGER, Simon; JENSEN, Paul. Contracting out by the public sector: theory, evidence, prospects. *Oxford review of economic policy*, v. 13, n. 4, p. 67-78, 1997.
- [14]. GUPTA, Atul; PRAKASH, Gyan; JADEJA, JayrajSinh. Supply Chain in the Public Procurement Environment: Some Reflections from the Indian Railways. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, v. 189, p. 292-302, 2015.
- [15]. HEFETZ, Amir; WARNER, Mildred. Privatization and its reverse: Explaining the dynamics of the government contracting process. *Journal of public administration research and theory*, v. 14, n. 2, p. 171-190, 2004.
- [16]. _____. _____. VIGODA-GADOT, Eran. Privatization and intermunicipal contracting: the US local government experience 1992–2007. *Environment and Planning C: Government and Policy*, v. 30, n. 4, p. 675-692, 2012.
- [17]. _____. _____. Contracting or public delivery? The importance of service, market, and management characteristics. *Journal of Public Administration Research and Theory*, v. 22, n. 2, p. 289-317, 2011.
- [18]. _____. _____. VIGODA-GADOT, Eran. Concurrent sourcing in the public sector: A strategy to manage contracting risk. *International Public Management Journal*, v. 17, n. 3, p. 365-386, 2014.
- [19]. GLOBERMAN, Steven; VINING, Aidan R. A framework for evaluating the government contracting-out decision with an application to information technology. *Public administration review*, p. 577-586, 1996.
- [20]. JOHNSTON, Jocelyn M.; GIRTH, Amanda M. Government contracts and “managing the market” exploring the costs of strategic management responses to weak vendor competition. *Administration & Society*, v. 44, n. 1, p. 3-29, 2012.
- [21]. JUNTUNEN, Jouni; JUNTUNEN, Mari; AUTERE, Vesa. Outsourcing strategies of the security sector through acquisition procedures. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 42, n. 10, p. 931-947, 2012.
- [22]. JUSTEN FILHO, Marçal. Comentários a lei de licitações e contratos administrativos: de acordo com a lei federal n. 8.883, de 08/06/1994. Aide, 1997.
- [23]. KRUEGER, Skip; WALKER, Robert W.; BERNICK, Ethan. The intergovernmental context of alternative service delivery choices. *Publius: The Journal of Federalism*, v. 41, n. 4, p. 686-708, 2011.
- [24]. MATIAS-PEREIRA, José. Administração pública comparada: uma avaliação das reformas

administrativas do Brasil, EUA e União Européia. 2008.

[25]. PIRANNEJAD, Ali; SALAMI, Hadi; MOLLAEI, Abdolazim. Outsourcing priorities of government functions: Analytic network process approach. *African Journal of Business Management*, v. 4, n. 9, p. 1723, 2010.

[26]. QIAO, Yuhua; CUMMINGS, Glenn. The use of qualifications-based selection in public procurement: A survey research. *Journal of Public Procurement*, v. 3, n. 2, p. 215, 2003.

[27]. REUTER, Carsten; GOEBEL, Philipp; FOERSTL, Kai. The impact of stakeholder orientation on sustainability and cost prevalence in supplier selection decisions. *Journal of Purchasing*

[31].

and Supply Management, v. 18, n. 4, p. 270-281, 2012.

[28]. ROSENBERG HANSEN, Jesper; MOLS, Niels Peter; VILLADSEN, Anders R. Internal or external production and satisfaction with the chosen sourcing in Danish municipalities: different theoretical explanations. *Local Government Studies*, v. 37, n. 6, p. 621-646, 2011.

[29]. SECCHI, Leonardo. Modelos organizacionais e reformas da administração pública. 2009.

[30]. SLOMSKI, Valmor. Manual de contabilidade pública: um enfoque na contabilidade municipal, de acordo com a Lei de Responsabilidade Fiscal. Atlas, 2003.

Capítulo 15

OUVE FÁCIL - UM APLICATIVO PARA IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS DE INFRAESTRUTURA, SAÚDE E SEGURANÇA EM UMA CIDADE

Flávio Izo

Matheus Mauricio de Souza Araujo

Resumo: Dentro de uma cidade, existem diversos problemas de infraestrutura, segurança e saúde que afetam a população. Identificar, analisar e resolver esses problemas demanda muito tempo e atenção dos órgãos responsáveis por realizar essa fiscalização. Tais recursos poderiam ser minimizados com a ajuda dos cidadãos a partir de um sistema informatizado, além dos tradicionais canais de comunicação. Esse trabalho tem como finalidade a criação de uma aplicação para dispositivos móveis com sistema operacional android, a qual seria capaz de alertar os cidadãos, através de fotografias anexadas a um mapa da cidade, dos problemas identificados pelos mesmos. Tais demandas ficam disponíveis até o momento em que o órgão responsável o problema e marque como corrigido na aplicação. Enquanto não é corrigido, outros usuários podem contribuir com a confirmação ou não da veracidade do problema. Essa participação dos usuários é considerada uma forma de crowdsourcing, ou seja, através de uma ação conjunta dos cidadãos e possível garantir a existência de um problema em determinada marcação do mapa, sem a necessidade de ter um especialista naquela região.

1 INTRODUÇÃO

Existem situações que afetam a vida do cidadão e que estão fora de seu alcance resolver: o carro passa por cima de um buraco e quebra alguma peça, o engarrafamento está pior que o de costume devido a algum semáforo com mau funcionamento, a epidemia de dengue aumenta porquê não houve as devidas medidas de prevenção, e os entulhos jogados nas calçadas estão ficando cada vez maiores. Infelizmente esses e outros problemas de serviços urbanos são de responsabilidade da Prefeitura Municipal fiscalizar e corrigir, não estando ao alcance do cidadão a capacidade de resolvê-los, mesmo sendo o principal afetado. Segundo Polidori (2005), devido ao crescimento urbano ocorrem modificações na cidade de aspecto à paisagem, à morfologia urbana e da ecologia da paisagem. Devido a essas modificações, começam a surgir problemas de serviços urbanos que frequentemente afetam a população. Por conta desse aumento na quantidade de problemas, surge a necessidade de aprimoramento da relação da Prefeitura Municipal com os cidadãos, para que haja uma forma rápida e eficaz de reconhecimento e tratamento desses distúrbios.

Por quê usar somente os meios tradicionais, como telefone, *e-mail* ou registrar a queixa presencialmente, quando se pode facilitar o processo e fazer uma rápida e informatizada forma de denúncia? Uma maneira de agilizar o processo de identificação do problema, é a criação de um aplicativo para *smartphone* com sistema operacional *Android* que será capaz de categorizar e descrever o problema a partir de uma fotografia, e marcá-lo em um mapa da cidade, resultando em uma nova demanda para a Prefeitura Municipal.

2 METODOLOGIA

A metodologia para a elaboração do desenvolvimento deste aplicativo iniciou com uma pesquisa via questionário, na cidade de Cachoeiro de Itapemirim (ES), que visava, a princípio, responder:

- I. Qual a porcentagem de usuários que utilizam *Smartphone*?
- II. Os usuários utilizam a Ouvidoria pública do município?
- III. Se existisse um aplicativo para *smartphone* como canal para a ouvidoria, o cidadão iria utilizar?
- IV. Com a utilização deste aplicativo, as demandas de solicitações à ouvidoria iriam aumentar?
- V. Qual o sistema operacional utilizado nos *smartphones* dos cidadãos?

Assim, foram aplicados questionários junto à população para que houvesse essa identificação, sendo que a constação da pergunta 4 só será possível após alguns meses de utilização do aplicativo.

A partir da aplicação parcial do questionário supracitado (ver anexo 1), e também com a análise de recente pesquisa do *Kantar World Panel*, vista na Figura 1, escolheu-se iniciar o desenvolvimento para aplicativos com sistemas operacionais *Android*, pois este representa, atualmente, 92,1% dos SO utilizados pelos usuários de *smartphone* do Brasil. A aplicação do questionário local trouxe 76,3% de usuários *Android*.

FIGURA 1 – A utilização de Sistemas Operacionais para Smartphone no Brasil.

Fonte: Kantar (2017).

Para o desenvolvimento do aplicativo proposto, são necessárias a utilização de algumas tecnologias. São elas:

IDE *Android Studio*: software para desenvolvimento de aplicativos em linguagem de programação Java para *Android*.

Servidor Web: Repositório para armazenamento dos registros de demandas criadas para um servidor.

Banco de Dados *MySQL*: sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD), que utiliza como interface a linguagem SQL (*Structured Query Language*), ou Linguagem de Consulta Estruturada, do português.

Linguagem PHP: um acrônimo recursivo para "*PHP: Hypertext Preprocessor*". É uma linguagem servidor gratuita e muito utilizada no mundo todo.

JSON: um acrônimo para "*JavaScript Object Notation*". É um formato de dados baseado em *JavaScript*. O tráfego de dados para o Web-Service será formatado na linguagem JSON, e será recebido, traduzido e tratado através da linguagem PHP.

Google Maps APIs: São conjuntos de instruções disponibilizadas pelo Google para que seja feita a interface de mapas e localização geográfica.

Para validar a aplicação, será necessário fazer uso de alguns testes na aplicação, para que ela possa funcionar da maneira adequada, e com a maior performance possível. Alguns serão feitos pelo desenvolvedor, e outros testes, por pessoas voluntárias da própria comunidade. Os testes serão em torno da tempestividade do aplicativo, a forma que o aplicativo e servidor irão se comportar em situações de tráfego de dados extremos, segurança e confidencialidade dos dados, e da capacidade de entregar informações completas.

Os testes iniciais contam com alunos do curso de Sistemas de Informação do Instituto Federal do Espírito Santo – campus Cachoeiro. Esse público é o responsável pela validação do código. Os testes compreendem um período de 30 dias, com uso frequente e simulando algumas situações rotineiras de demandas públicas.

3 APLICAÇÃO DO CROWDSOURCING NA GESTÃO DE DEMANDAS PÚBLICAS

Conforme os cidadãos vão gerando as demandas sobre situações que estejam lhe afetando, forma-se uma espécie de inteligência da multidão, visto que quanto maior o número de pessoas reclamando sobre algum assunto, maior é a probabilidade desse assunto realmente existir. Essa forma de identificação de problemas pela multidão é conhecida como *crowdsourcing*.

Neste contexto, o aplicativo será mais um canal de comunicação entre os cidadãos e o ouvidor, tendo como ponto diferencial a facilidade e agilidade no trabalho de identificação de problemas de serviços urbanos da cidade. Após o contínuo uso do aplicativo pela população, o órgão público estará recebendo as demandas enviadas, e a própria população estará agilizando o processo de identificação (e consequentemente reparo) do problema em questão.

Conforme o número de usuários for aumentando, imagina-se que crescerá também o número de demandas recebidas pelo órgão ouvidor, haja vista que o acesso entre o cidadão e o órgão público será estreitado pelo aplicativo.

3.1 OUVIDORIA

Buracos no asfalto, entulhos jogados na calçada, água parada, semáforos com defeito e outras situações parecidas são considerados problemas de infraestrutura, saúde e segurança dentro de uma cidade, sendo que tais problemas surgem a todo o momento e, alguns deles, de forma natural.

Resolver esses problemas é obrigação da prefeitura de cada município, e o setor responsável por receber as demandas dos cidadãos é a ouvidoria. Segundo Lyra (2004), as atribuições principais de uma ouvidoria pública são indução de mudança, reparação do dano, acesso à administração e promoção da democracia. Isso pode ser visto como uma forma do cidadão ter um local para denunciar problemas que não estejam a seu alcance resolver, e ter uma resposta positiva ou negativa em relação à possibilidade de resolução do mesmo.

Ouvidoria, basicamente, é um espaço em que o cidadão pode apresentar sugestões, elogios, solicitações, reclamações e denúncias.

Uma Ouvidoria Pública funciona de uma forma simples. O cidadão que está necessitando da

reparação de algum problema que esteja o afetando, ou que queira fazer algum outro tipo de reclamação, denúncia ou elogio, entra em contato com a ouvidoria pública a partir dos canais de comunicação disponíveis (alguns variam de um município a outro): através do site, telefone para contato, envia um e-mail, escreve uma mensagem para o perfil da ouvidoria em alguma rede social, ou até mesmo através da sede da ouvidoria e relata o ocorrido pessoalmente.

Após recolher a demanda, o ouvidor analisa as informações recebidas através de todos os canais de comunicação, e as filtra a fim de organização e obtenção de estatísticas. Após esse contato com o cidadão, o ouvidor toma as devidas providências para realização da análise da demanda. Quando uma resposta estiver disponível para ser passada ao cidadão, como por exemplo, que a equipe designada para resolução de um problema de

infraestrutura estará indo ao local indicado resolvê-lo, o ouvidor notifica o autor da demanda e o mantém informado a respeito do mesmo.

Após ser finalizada, as informações a respeito daquela demanda são armazenadas em uma base de dados, onde será possível obter estatísticas a respeito de todas as demandas recebidas pela ouvidoria. A Figura 2 mostra o fluxo genérico do funcionamento de uma ouvidoria pública, com base em informações coletadas na ouvidoria de um município.

Conforme os cidadãos vão gerando as demandas, forma-se uma espécie de inteligência da multidão, pois quanto maior o número de pessoas que reclamam sobre algum assunto, maior a probabilidade desse assunto realmente existir. Essa forma de identificação de problemas pela multidão é conhecida como *crowdsourcing*.

Figura 2 – Fluxo genérico do funcionamento de uma Ouvidoria.

Fonte: elaboração própria

3.2 CROWDSOURCING

Segundo Brabham (2008), o *crowdsourcing* como uma linha distribuída à resolução de problemas. Corroborando com essa afirmação, Quirino (2016), contempla que o "*Crowdsourcing* é um modelo de resolução de problemas por meio da contribuição de um grande número de pessoas".

Essa forma de resolução de problemas pode ser feita de diversas maneiras, tais como

recolher a opinião de cada pessoa da multidão a respeito de determinado assunto e logo após realizar uma análise das respostas, analisar a forma como a multidão reage quando exposta a algum problema específico, ou até mesmo a contribuição que a multidão exerce sobre algum tema. Um exemplo seriam os sites colaborativos que são construídos de forma quase exclusiva da colaboração mútua da população.

Uma das maneiras de minimizar o trabalho da prefeitura no quesito que diz respeito à identificação do problema, é a própria população ao se sentir incomodada com algo que esteja lhe afetando, criar uma demanda à ouvidoria da prefeitura sobre a situação em questão.

Conforme diz Galoppini (2011), o *crowdsourcing* permite a realização de algumas tarefas pela multidão que antes só poderiam ser feitas por especialistas. Isso pode ser traduzido como uma maneira de agilizar o trabalho de identificação para a prefeitura, agilizando também o processo de reparação. Rocha et. al (2013) acrescenta ainda que o *crowdsourcing* pretende ajudar na redução de acidentes com vítimas e também na redução de gastos públicos ao apoio dessas vítimas.

3.3 OUE FÁCIL - SISTEMA DE OUVIDORIA PÚBLICA

O Ouve Fácil é um aplicativo para *smartphone* com sistema operacional *Android*, que serve como um canal de comunicação a mais para a Ouvidoria Pública do município. Como o próprio nome já diz, a ideia é ter um sistema de fácil utilização, sem cadastros burocráticos e acima de tudo funcional. Nesse contexto, é importante que tanto os cidadãos quanto o ouvidor sintam o desejo de utilizar o aplicativo e o entendam como uma ferramenta de apoio para a gestão do município. O sistema conta com 3 áreas de utilização.

- Área do cidadão (para efetuar reclamações)
- Área do ouvidor (setor responsável por filtrar as reclamações)
- ARD (Área de Relatório de Demandas)

3.4 ÁREA DO CIDADÃO

Esta área é a mais importante do processo, pois é quem vai alimentar todo o sistema. Ela estará disponível em um site e também em um aplicativo para celular. Não é necessário se cadastrar para utilizá-lo, no entanto, só poderá abrir um chamado ou comentar o chamado de outro cidadão, se for cadastrado. Esse cadastro se faz necessário para coibir o número de trotes e também para auxiliar no retorno ao chamado. Após estar logado, o cidadão pode abrir chamados e comentar os chamados alheios.

Após abrir um chamado, o mesmo não pode ser alterado, somente ter seu status alterado. Existem 5 status: “Aguardando análise”, “Em análise”, “Em fase de correção”, “Concluída por negação popular”, “Concluída”.

Todo chamado, ao ser aberto, permite a inclusão de fotografias e permite pegar a localização exata do cidadão. O usuário deverá selecionar uma categoria para a demanda, e fazer uma breve descrição do problema em questão. Assim, em seguida o aplicativo captura a posição geográfica do *smartphone* (através do GPS), conforme Figura 3, ou libera para o usuário inserir manualmente. Com todas essas informações salvas, a demanda será criada e enviada para a base do sistema e disponibilizada para a Área do Ouvidor com o status de “aguardando análise”, e simultaneamente será assinalada no mapa da cidade através de um marcador

Figura 3 – Protótipo Ouve Fácil identificando a localização do cidadão durante o processo de cadastro de demanda (*Google Maps API*).

Fonte: elaboração própria

Além do cadastro, o aplicativo também é capaz de mostrar o mapa da cidade, o qual conterá todas as demandas criadas por todos os usuários da aplicação. Ao clicar em um marcador, além da possibilidade de visualizar as informações a respeito da demanda escolhida, é possível contribuir com uma confirmação ou negação da existência de tal problema naquela região assinalada.

Por força da Lei nº 12.527/11 (Lei de Acesso à Informação), os órgãos e entidades públicas devem proteger suas informações pessoais dos usuários, restringindo o acesso a quaisquer dados particulares, vida privada, honra e imagem, a não ser que o mesmo autorize expressamente a divulgação dessas informações. Dessa forma, as demandas são exibidas publicamente através de apelidos.

Após a abertura do chamado, o cidadão pode acompanhar o andamento da sua demanda e trocar informações internas e complementares com o ouvidor.

3.5 ÁREA DO OUVIDOR

Normalmente, o funcionamento da ouvidoria começa ao receber as manifestações dos cidadãos. Assim, a demanda é analisada e encaminhada às áreas responsáveis pelo tratamento ou para apuração do caso.

A área do ouvidor do aplicativo Ouve Fácil é uma área Web restrita à equipe de ouvidores e permite aos mesmos, filtrar e responder aos chamados abertos. Além disso, é possível interagir com o cidadão para possíveis dúvidas.

Após concluir o chamado, o ouvidor poderá alterar seu status: “Aguardando análise”, “Em análise”, “Em fase de correção”, “Concluída por negação popular”, “Concluída”. É importante ressaltar, que o status “concluída por negativa popular” acontece quando muitos cidadãos negativam algum chamado por entender que o mesmo não existe. Assim, ele será considerado “trote” e ficará como concluído por negativa da população para a reclamação solicitada.

3.6 ÁREA DE RELATÓRIO DE DEMANDAS

Conforme pode-se perceber na Figura 2, a área de demanda é responsável pelas estatísticas e monitoramento dos dados.

Esse canal é aberto à população para acompanhar, de maneira transparente, todas as demandas atendidas pelo órgão público. Assim, é possível gerar relatórios por bairros, por status, por categoria etc.

Dessa forma, entende-se que esse canal será um importante mecanismo para tomadas de decisões, incluindo respostas para algumas perguntas, tais como:

- O órgão público está atuando de maneira preventiva e corretiva?
- Qual o tempo médio para resolver uma demanda de uma categoria específica?
- Uma mesma rua está constantemente tendo problemas com buracos?
- O cidadão está tendo o retorno para suas demandas?

Além disso, a partir das informações trazidas pelos cidadãos, a Ouvidoria pode identificar melhorias, propor mudanças, assim como apontar situações irregulares no órgão ou entidade.

4 RESULTADOS

Os resultados têm sido promissores. Com a aplicação parcial do questionário, tem-se descoberto algumas informações importantes com base nos cidadãos entrevistados:

- 76,3% utilizam *smartphone* com sistema operacional Android.
- 96,6% não entra em contato com a ouvidoria pública de seu município, sendo que 44,1% nem sabem o que é uma ouvidoria.
- 96,5% acreditam que um aplicativo para *smartphone* leve e simples facilitaria a interação entre a ouvidoria pública do município e o cidadão. E 89,5% utilizaria esse aplicativo.
- 79,2% discordam que o atendimento às demandas da ouvidoria pública do município atualmente é eficaz e satisfatório.
- 69,5% entendem que existe alguma demanda de serviços urbanos em sua rua, bairro ou algum outro local que você frequente.

Além destes dados aplicados com questionário, os testes com o protótipo do aplicativo Ouve Fácil estão sendo frequentes e trazendo um bom resultado momentâneo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Ouve Fácil é uma espécie de “ponte” entre o cidadão e a Administração Pública (que são os órgãos, entidades e agentes públicos que trabalham nos diversos setores do governo).

Por ser um aplicativo que se tornará um canal de comunicação a mais para a Ouvidoria Pública, o Ouve Fácil pode ser considerado um aliado no combate às deficiências de infraestrutura da cidade, tanto no aspecto de redução do tempo de identificação, análise e reparo à demanda, quanto no aspecto de economia de recursos dessa primeira etapa, pois em alguns casos não será necessário a alocação de funcionários, ou terceiros, da Prefeitura Municipal para a identificação de um problema, já que a população terá a possibilidade de ajudar na confirmação da existência das demandas.

Segundo Rocha (2013), tais “gastos à cidade, que poderiam ser minimizados se os cidadãos pudessem identificar com antecedência - com o auxílio de sistemas informatizados - a existência desses problemas nos seus arredores”.

REFERÊNCIAS

- [1]. BRABHAM, Daren C. Crowdsourcing as a model for problem solving: An introduction and cases.
- [2]. Convergence, v. 14, n. 1, p. 75-90, 2008.
- [3]. BRASIL. Decreto n. 12.527, de 18 de nov. de 2011. Lei de Acesso à informação, Brasília, DF, nov. 2011. GALOPPINI, Pedro Castello Branco. Projeto “Ouvidoria.com.br” – Crowdsourcing em favor da administração pública. Programa de Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
- [4]. – Florianópolis, SC – Brasil. 2011. Disponível em: http://egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/artigo_egov-pedro_galoppini.pdf. Acesso em: 04/06/2017

Em trabalhos futuros, pretende-se já ter novos resultados práticos com a utilização do aplicativo pela maior parte da população de uma cidade. Além disso, obtiva-se acrescentar mecanismos de jogos no aplicativo para incentivar os cidadãos a o utilizarem. Dessa forma, aqueles que mais participarem do aplicativo, colaborando com a indicação de demandas e a validação das mesmas, poderão ir subindo de nível dentro do aplicativo.

Outro ponto importante a ser acrescentado no futuro, seria elencar as demandas que necessitem de mais recursos financeiros e de tempo e incluir essas demandas em uma lista para serem votadas pelos moradores do bairro ou região. Assim, as demandas receberão ordem prioritária de execução pelo órgão responsável, de acordo com a votação do cidadão.

- [5]. LYRA, Rubens Pinto. Ouvidor: o defensor dos direitos na administração pública brasileira. Autônomas x obedientes: a ouvidoria pública em debate. João Pessoa – PB: Ed. Universitária da UFPB, p. 119-152, 2004. KANTAR WORLD PANEL. Pesquisa de Vendas de Sistemas Operacionais de Smartphones. Disponível em: <https://www.kantarworldpanel.com/global/smartphone-os-market-share/>. Acesso em: 09/07/2017.
- [6]. POLIDORI, Mauricio Couto. Crescimento urbano e ambiente: um estudo exploratório sobre as transformações e o futuro da cidade. 2005.
- [7]. QUIRINO, Wancharle S. et al. Estratégias crowdsourcing para aplicativos de cidades. 2016.
- [8]. ROCHA, A. et al. YouOnAlert: Um Sistema para Alertar Cidadãos Comuns Acerca de Problemas do Cotidiano das Cidades. Proc. of V SBCUP, Maceió-Brazil, 2013.

ANEXO A – QUESTIONÁRIO

Questionário para obtenção de dados (*Obrigatório)

- 1) Qual é sua idade? *
- ☐ Abaixo de 13 anos ☐ Entre 13 e 17 anos ☐ Entre 18 e 30 anos
☐ Entre 30 e 39 anos ☐ Acima de 39 anos
- 2) Gênero *
- ☐ Masculino ☐ Feminino
- 3) Você possui algum smartphone? *
- ☐ Sim ☐ Não
- 4) Com qual frequência diária você utiliza seu smartphone?
- ☐ Menos de 1 hora ☐ Entre 1 e 3 horas ☐ Entre 3 e 5 horas ☐ Acima de 5 horas
- 5) Qual o sistema operacional de seu smartphone?
- ☐ Android ☐ IOS ☐ Windows Phone ☐ Outro:
- 6) Você tem o costume de instalar aplicativos no seu smartphone?
- ☐ Sim ☐ Não
- 7) Se não, por quê?
- ☐ Ocupação da memória do aparelho ☐ Receio de contrair algum tipo de vírus
☐ Não sinto necessidade ☐ Outro:
- 8) Se sim, qual o critério para escolha do aplicativo a ser instalado?
- ☐ Trabalho ☐ Lazer ☐ Outro:
- 9) Você sabe o que é uma Ouvidoria Pública do Município? *
- ☐ Sim ☐ Não
- 10) Com que frequência mensal você entra em contato com a ouvidoria pública de seu município? *
- ☐ Nenhuma ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ Acima de 4 contatos mensais

- 11) Qual(is) o(s) canal(is) da ouvidoria você utiliza fazer uma reclamação?
- ☐ Site ☐ E-mail ☐ Telefone ☐ Página oficial da Prefeitura no facebook
☐ Presencialmente
- 12) Você acredita que um aplicativo para smartphone leve e simples facilitaria a interação entre a ouvidoria pública do município e o cidadão?
- ☐ Sim ☐ Não
- 13) Você utilizaria esse aplicativo?
- ☐ Sim ☐ Não
- 14) Opine sobre a seguinte frase: "O atendimento às demandas da ouvidoria pública do município atualmente é eficaz e satisfatório".
- ☐ Discordo bastante ☐ Discordo, com ressalvas ☐ Concordo, com ressalvas
☐ Concordo bastante
- 15) Assinale os canais de atendimento em que você mais confia / utilizaria, sendo 1 para o mais confiável e 6 para o menos confiável.
- ☐ Página oficial da Prefeitura no facebook ☐ Aplicativo
☐ Pessoalmente ☐ E-mail ☐ Site ☐ Telefone
- 16) Existe alguma demanda de serviços urbanos em sua rua, bairro ou algum outro local que você frequente? *
- ☐ Sim ☐ Não

Capítulo 16

ENGENHARIA DE PROCESSO NA SAÚDE: O CASO DA CIRURGIA DE CATARATA

Lorena Fernandes Leal

Rodrigo Bomfim Madeira

Thaís Spiegel

Ana Carolina Pereira de Vasconcelos Silva

Daniel Bouzon Nagem Assad

Resumo: No contexto dos desafios das unidades de saúde, o presente artigo aborda o processo de cirurgia de catarata em um hospital público universitário. Apresenta os resultados de uma pesquisa aplicada, adotando métodos e técnicas da engenharia de produção, com objetivo de mapear os processos, identificar os efeitos indesejáveis relacionados aos mesmos e propor soluções, considerando-se o contexto da inauguração do novo centro cirúrgico de oftalmologia. Adota como direcionador de ganho, a busca por melhorias na qualidade do atendimento ao paciente e sua segurança e redução de custos e de tempo de atravessamento. O método de pesquisa foi composto por cinco etapas distintas e consecutivas, quais sejam: (i) levantamento de campo, consistindo em entrevistas, observações e coleta de registros; (ii) mapeamento e posterior modelagem de processos atuais da cirurgia de catarata; (iii) criação da árvore de realidade atual (ara); (iv) identificação das causas-raízes; e (v) formulação de propostas de melhoria considerando o cenário do novo centro cirúrgico oftalmológico.

1. INTRODUÇÃO

Estima-se que os orçamentos hospitalares respondem por quase metade de todos os gastos na maioria dos sistemas de saúde e, dentro deles, a razão mais importante para a admissão hospitalar são procedimentos ou intervenções cirúrgicas (BARBAGALLO *et al.*, 2015). Estes procedimentos são realizados, em geral, em um centro cirúrgico, lugar apto à prática de cirurgia visando atender a resolução de intercorrências cirúrgicas através da ação de uma equipe integrada (POSSARI, 2004). De acordo com Agnetis *et al.* (2014), o centro cirúrgico é o recurso mais crítico de um hospital, porque tem um forte impacto na qualidade dos serviços de saúde e representa uma das principais fontes de custos, motivo pelo qual o planejamento e gestão do centro cirúrgico vem sendo amplamente discutido na literatura. Van Sambeek *et al.* (2010, p.358) ressaltam que a concepção da modelagem de processos é um problema relevante a se tratar neste contexto.

Aderente a esta temática, o presente artigo tem como objeto o Hospital Universitário Pedro Ernesto (HUPE), da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), que está inserido no âmbito do SUS, e cumpre além do papel de ensino, uma função assistencial relevante. Por ser um hospital-escola, permite a imersão dos estudantes não apenas das áreas de saúde, mas de outras áreas de conhecimento, como a Engenharia de Produção. Essa participação da Engenharia de Produção iniciou em 2016, a partir de um projeto de colaboração entre o Departamento de Engenharia Industrial (DEIN) da UERJ com o HUPE, visando o estabelecimento de um campo de formação para seus alunos, aliado a formulação de soluções de gestão de operações e inovações que promovam ganhos ao hospital.

Dentre as 20 especialidades cirúrgicas do HUPE, tem-se as cirurgias oftalmológicas. Estas são realizadas atualmente no centro cirúrgico do HUPE, ambiente compartilhado com outras clínicas, porém encontra-se em fase de conclusão a obra para a instalação de um novo Centro Cirúrgico Oftalmológico dedicado. Dada a proximidade da conclusão deste novo ambiente, é imperativa a necessidade de modelar os processos atuais e propor um conjunto de melhorias para que o funcionamento do novo centro possa se dar a partir de uma curva de aprendizado construída ao longo dos anos no centro

cirúrgico anterior, onde operava até então. Dessa forma, visa-se melhorias na qualidade do atendimento ao paciente e sua segurança e redução de custos e de tempo de atravessamento.

Trata-se de uma pesquisa aplicada, baseada em pesquisa de campo, com abordagem qualitativa (SILVA & MENEZES, 2001; GIL, 2008). Para atingir os objetivos propostos, adotou-se um método de pesquisa contendo cinco etapas distintas e consecutivas, quais sejam: (i) levantamento de campo, consistindo em entrevistas, observações e coleta de registros; (ii) mapeamento e posterior modelagem de processos atuais da cirurgia de catarata; (iii) criação da Árvore de realidade atual (ARA); (iv) identificação das causas-raízes; e (v) formulação de propostas de melhoria considerando o cenário do novo Centro Cirúrgico Oftalmológico do HUPE.

2. GESTÃO DE OPERAÇÕES EM SAÚDE

A gestão de operações é um campo multidisciplinar que investiga a concepção, gestão e melhoria de processos voltados para o desenvolvimento, produção, distribuição e entrega de produtos e serviços (SPIEGEL, 2013). Envolve, dessa forma, toda uma variedade de decisões separadas que determinarão o propósito global da operação, estrutura e práticas operacionais, onde os recursos de uma organização precisam ser gerenciados na forma como são direcionados, como são projetados, como a entrega é planejada e controlada e como eles são desenvolvidos e melhorados (SLACK *et al.*, 2009). Assim, a gestão de operações lida com as tomadas de decisões relacionadas aos processos produtivos para garantir que os bens ou serviços resultantes sejam produzidos de acordo com as especificações, nas quantidades e no cronograma exigido e com custo mínimo (SHIM & SIEGEL, 1999).

Considerando a história recente de múltiplas e inter-relacionadas crises em qualidade, acesso e custo que o sistema de saúde vem testemunhando, evidencia-se a enorme complexidade inerente a esse sistema e a uma necessidade latente de ferramentas de engenharia e tecnologia da informação (REID *et al.*, 2005). A gestão de operações no contexto de saúde inclui atividades tais quais a coordenação de processos, identificação e solução de problemas (SPIEGEL *et al.*, 2016).

2.1 MODELAGEM DE PROCESSOS: ABORDAGEM PARA COMPREENSÃO DO STATUS QUO

Como os modelos fazem parte do arsenal básico do Engenheiro de Produção, e de todos os engenheiros (BROCKMAN, 2010), a questão passa pela escolha dos modelos em função dos objetivos do trabalho que se quer produzir (SHEHABUDDEEN *et al.*, 1999). Para se entender como as organizações “funcionam”, como produzem bens e serviços, os modelos de processos são indicados como os mais adequados (VERNADAT, 1996).

Organizações bem estruturadas em seus processos criam vantagens competitivas diretas. Nesse sentido, a Engenharia de Processos de Negócios (EPN) surge como principal técnica a ser utilizada no alcance desses objetivos e no anseio de compreender e mapear como ocorre a operação e os processos internos. Além disso, permite a compreensão de como a informação flui ao longo de suas interfaces, alavancando o entendimento global das cadeias de valor existentes.

A implantação da Gestão de Processos de Negócio (BPM) nas organizações produtivas deve passar, invariavelmente, pela modelagem de processos e a definição das características do método de modelagem que será adotado. Vernadat (1996) afirma que a modelagem é fundamental para que se obtenha integração e coordenação, definindo-a esta como pré-requisito ao alcance das metas de integração.

2.2 ÁRVORE DE REALIDADE ATUAL: ABORDAGEM PARA ESTRUTURAÇÃO E PRIORIZAÇÃO DOS EFEITOS INDESEJADOS

Modelados os processos as is, colocam-se como de grande utilidade para os Engenheiros as ferramentas que permitem aprofundar a compreensão sobre uma dada realidade. Goldratt (1990) chama qualquer condição existente de realidade. As ferramentas desenvolvidas por ele foram planejadas para serem usadas para analisar e lidar com determinadas condições de um sistema produtivo.

A Árvore de Realidade Atual (ARA) pode ser definida como uma estrutura lógica designada para retratar determinado estado de realidade da maneira em que este existe no dado

sistema (DETTMER, 1997). A ARA representa as relações mais prováveis de causa-efeito, dado um determinado conjunto fixo de circunstâncias. A ARA é construída de cima para baixo, a partir da observação de Efeitos Indesejáveis (EI), indicando-se prováveis causas para estes efeitos, que devem ser validados e testados por meio de outras ferramentas (DETTMER, 1997).

3. CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO

3.1 CIRURGIA OFTALMOLÓGICA

A catarata constitui a principal causa de cegueira no mundo e no Brasil (KARA-JOSÉ *et al.*, 1999). Estudos indicam que 12% a 50% de pessoas acima de 65 anos possuem catarata (LIRA *et al.*, 2001), sendo esse quadro reversível através de intervenção cirúrgica apropriada. A população brasileira, porém, enfrenta dificuldades diversas que incluem e não se limitam a acesso a hospitais e acesso à informação. Na esfera pública de Saúde, muitas vezes, as cirurgias chegam a ser marcadas, mas são suspensas por causas diversas, como o não-comparecimento do paciente, condições clínicas inadequadas, falta de prontuário, ausência de funcionários, falta de horário e falta de material cirúrgico (LIRA *et al.*, 2001).

Existem dois tipos de cirurgia de catarata: Facectomia Extracapsular (FEC) e Facoemulsificação (FACO). A cirurgia FEC constituía o tipo de cirurgia mais realizada para cataratas desde 1982 até meados dos anos 90, quando uma nova técnica passou a ser utilizada, a FACO. A FEC requer uma incisão grande pela qual o cristalino é retirado e as novas lentes intraoculares são inseridas. A FACO por sua vez se utiliza de um avanço tecnológico que permite que uma agulha oscilante ultrassônica emulsione o cristalino e o remova através de um sistema de aspiração. Segundo Minassian (2001, p.822), as cirurgias FACO causam menos astigmatismo pós-cirúrgico, mais rápida estabilidade da refração e acuidade visual, e são menos agressivas para o paciente, sendo amplamente utilizadas para remoção de cataratas mais simples. O último método, porém, requer investimentos, já que necessita de aparelhagem, como o uso do Facoemulsificador, aparelho responsável pela irrigação, emulsificação da agulha e aspiração do cristalino (MINASSIAN, 2001).

3.2 DELIMITAÇÃO DO OBJETO ESTUDADO EM CAMPO

Atualmente o departamento oftalmológico do HUPE realiza 13 diferentes tipos de cirurgias, sendo as 2 principais (catarata e glaucoma) referentes a 82% do número total e a principal delas, a de catarata, referente a 58% do total de cirurgias realizadas, conforme dados extraídos do sistema institucional. Devido à grande demanda, adotou-se como critério de delimitação do objeto de trabalho a cirurgia de catarata. Diante deste escopo, seguiu-se

com o objetivo de mapear o processo atual desde a consulta de risco cirúrgico, passando pela cirurgia, até a consulta pós-operatória, identificando os efeitos indesejáveis relacionados aos processos e propondo soluções, considerando-se o contexto do novo centro cirúrgico. A Figura 1 apresenta a quantidade de cirurgias oftalmológicas divididas por região ocular de operação para o primeiro semestre de 2015.

FIGURA 1 – Quantidade de cirurgias por região ocular de operação para o primeiro semestre de 2015.

Fonte: Os autores (2017).

3.3 CATEGORIAS DE OPERAÇÕES DA CIRURGIA DE CATARATA

Como resultado das entrevistas semiestruturadas conduzidas com médicos, residentes, administrativos, e com o coordenador da Oftalmologia, foram consolidados os dados relativos às categorias

de operações (HAYES *et al.*, 2008), quais sejam: capacidade das instalações atuais, de pessoal (médicos, técnicos de enfermagem e residentes), equipamentos, materiais e medicamentos de demanda. Além disso, foram observados o atendimento, internação e realização das cirurgias. A tabela 1 ilustra o registro das informações obtidas.

TABELA 1 – Registro das categorias de operações para as cirurgias de catarata.

Categoria	Registros
Capacidade: Trabalho realizado com utilização de recursos disponíveis	Número de cirurgias: 4 a 6 cirurgias/dia; Dias de trabalho: 4 dias de cirurgia: terça, quarta, quinta e sexta-feira; Tempo de cirurgia: 30 min a 2 horas;
Instalações: Espaço físico	Número de salas cirúrgicas: 1 Sala de cirurgia dedicada.
Equipamentos: Equipamentos presentes nas instalações	1 Facoemulsificador; 1 Microscópio oftálmico; 1 Televisão; 3 Mesas grande fixas (1 reservada para a caixa de enfermagem, 1 reservada para a caixa de materiais básicos da Oftalmo e 1 reservada para a caixa de materiais esterilizáveis da CME); 2 Mesas pequenas reservadas para as caixas de materiais esterilizáveis da CME, antes das mesmas serem abertas; 1 Mesa instrumental fixa esterilizada; 1 Mesa instrumental móvel esterilizada;
Material/ Medicamentos:	Caixa Mat. Enfermagem (gazes, luvas, medicamentos, etc.); Caixa Mat. Oftalmo CME (caneta de FACO - custo médio de US\$5.000, agulhas, pinças -custo médio de 200 reais-, etc.); Caixa Mat. Básico Oftalmo (campo cirúrgico, faca de 15°, faca 2.75 mm, Metilose 2%, Azul de Tripiano, Miostat, Colírio anestésico, Colírio midriático, BSS, Lente intraocular e fio cirúrgico), custo médio de 4 a 5 mil reais.
Recursos humanos:	1 Médico (<i>Staff</i>), 2 residentes e 1 técnico de enfermagem para cada cirurgia; 7 médicos (<i>Staff</i>) e 15 residentes disponíveis para alocação em cirurgias.
Priorização:	Priorização dentro da fila individual de cada médico (<i>Staff</i>) é feita de maneira subjetiva e cabe a cada um; Priorização tanto no dia da cirurgia como no dia da consulta inicial é feita por ordem de chegada; 1 Pessoa é chamada em <i>stand-by</i> , e se não conseguir realizar a cirurgia passa a ser o primeiro da fila na semana seguinte;

Fonte: Os autores (2017).

3.4 MODELAGEM DE PROCESSOS DA CIRURGIA DE CATARATA

A partir das observações e relatos coletados, os processos relacionados à cirurgia de catarata foram mapeados e modelados a níveis de VAC (Value Added Chain ou Cadeia

de Valor Agregada) e EPC (Event-driven Process Chain). A Figura 2 ilustra a cadeia de valor agregada, ou seja, a visão macro dos processos, enquanto na tabela 2 é disponibilizado o processo detalhado.

FIGURA 2 – Cadeia de Valor Agregada para cirurgia de catarata no HUPE.

Fonte: Os autores. (2017).

TABELA 2 – Modelo de operação da cirurgia de catarata.

Etapa do Processo	Dinâmica de operação
1 - Consulta	O VAC se inicia com a Consulta (processo 1), no qual o paciente é encaminhado para a consulta médica no HUPE através do Sistema Nacional de Regulação (SISREG). Os pacientes de determinado dia são todos marcados para às 7 horas da manhã, quando devem comparecer à sala 23 do ambulatório, onde são colocados em uma fila baseada na ordem de chegada. A atendente do ambulatório então, chama o paciente pelo nome, e o mesmo entra na sala de consulta, onde é atendido por um médico do departamento de oftalmologia. Caso seja a primeira consulta do paciente, o oftalmologista realiza os exames padrão, como o teste ortóptico e o exame de refração, e requisita exames extras caso seja necessário para o diagnóstico, como o ultrassom, a microscopia especular e angiografia. Caso o paciente seja de retorno, o oftalmologista requisita os exames realizados e diagnostica o paciente. Para o estudo em questão, o foco foi nos pacientes diagnosticados com catarata de necessidade cirúrgica.
2 - Risco Cirúrgico	Após o paciente ser diagnosticado, ele é encaminhado para realizar os exames de risco cirúrgico (processo 2), que inclui realização de exame de sangue, eletrocardiograma, radiografia de tórax e uma avaliação cardiológica, feitos no próprio HUPE em uma sala do ambulatório, podendo ser feito externamente também em clínicas da família. O paciente retorna ao ambulatório e entrega os exames com laudo para o oftalmologista sem marcação de horário. O médico então registra o paciente no mapa cirúrgico e em sua lista individual de cirurgias, priorizando-o de acordo com a situação da catarata, idade e outras circunstâncias médicas, como por exemplo se o paciente for cego do olho oposto, entre outras, e averiguando qual o tipo de cirurgia seria melhor a partir do nível de maturidade da catarata; se essa for madura ou hipermadura, o procedimento de FEC será escolhido, senão, será feita a FACO.
3 - Internação	O oftalmologista contacta o paciente através do telefone para marcar o dia da cirurgia, seguindo a ordem da fila em sua lista individual. A capacidade cirúrgica oftalmológica atual do hospital é de quatro a seis cirurgias por dia, porém é sempre contactado um paciente a mais, deixado em <i>stand-by</i> para o caso de algum dos outros pacientes não comparecer no dia. Assim como para a consulta médica, os pacientes devem comparecer ao departamento de oftalmologia do hospital, localizado no quarto andar, às 7 horas da manhã e trazerem consigo os exames de risco cirúrgico aprovados pelo médico para dar início ao processo de internação (processo 3). O residente ou o técnico administrativo atendem os pacientes e preenchem o seu prontuário, um questionário pré-cirúrgico de perguntas e a ficha de Autorização de Internação Hospitalar (AIH), a qual deve ser carimbada no setor de internação, localizado no primeiro andar do hospital. Após ter a ficha AIH carimbada, o paciente retorna ao quarto andar e a entrega ao responsável, que poderá dar início ao processo de anestesia (processo 5).
4 - Setup da Sala	Em paralelo, a equipe realiza a <i>setup</i> da sala (processo 4), que é realizado apenas uma vez, antes da primeira cirurgia do dia. O médico ajusta o microscópio e a televisão caso haja pessoas assistindo a cirurgia e separa os equipamentos descartáveis a serem utilizados.
5 - Anestesia	O processo anestésico começa com a dilatação da vista do paciente através do uso de uma solução dilatante, que deve ser reutilizada a cada intervalo de tempo caso seja constatado que a pupila do paciente ainda não esteja dilatada. O paciente então é medicado com medicação tranquilizante e colocado na maca para ser encaminhado pelo técnico de enfermagem para o centro cirúrgico, localizado no quinto andar. Já no centro cirúrgico, o paciente é levado até a sala de recuperação pós-anestésica (RPA), onde um dos oftalmologistas da equipe cirúrgica prepara e aplica a injeção periocular anestésica (5 ml) no olho a ser operado, que deve ser reaplicada em menor dose (2,5 ml) caso seja constatado que a vista do paciente ainda não esteja bloqueada. Com a vista bloqueada, o paciente é levado na maca pelo técnico de enfermagem do centro cirúrgico designado para a cirurgia até a sala cirúrgica oftalmológica, a sala 9.
A - Caixa de Equipamentos Esterilizáveis CME	O processo A refere-se ao conjunto de instrumental cirúrgico necessário que deve ser esterilizado, e em geral é um conjunto de equipamentos caros (uma caneta de FACO por exemplo, custa em torno de 5 mil dólares). Esses equipamentos são encaminhados para a Central de Material Esterilizado (CME) ao fim do dia da cirurgia, pelo técnico de enfermagem. No dia da cirurgia, o oftalmologista requisita a lista padrão de instrumental para a CME, e cabe ao técnico de enfermagem a tarefa de buscar as caixas na CME e transportá-las até a sala cirúrgica, onde elas serão abertas e será feita uma checagem por defeitos ou falta de equipamentos requisitados.

TABELA 2 – Modelo de operação da cirurgia de catarata.

Etapa do Processo	Dinâmica de operação
B - Caixa Materiais Médicos Enfermagem	O processo B refere-se ao transporte dos materiais médicos de responsabilidade da equipe de enfermagem do centro cirúrgico. Esses materiais são guardados no próprio centro cirúrgico e levados para a sala no dia de cirurgia pelo técnico de enfermagem.
C - Caixa Materiais Médicos Descartáveis	Por fim, o processo C consiste no transporte dos materiais médicos descartáveis, que não necessitam de esterilização. Esses materiais são mantidos dentro do próprio departamento oftalmológico e são preparados na véspera da cirurgia, quando são colocados dentro de uma caixa a ser levada pelo médico para a sala cirúrgica assim que ele chega no hospital no dia da cirurgia.
6 - Esterilização	Ao entrar na sala, o paciente é instruído para passar da maca para a cama cirúrgica. A equipe cirúrgica dirige as últimas instruções ao paciente e dá entrada ao processo de esterilização da equipe (processo 6). A equipe lava as mãos e braços em pias localizadas no corredor do centro cirúrgico e, em seguida, através do auxílio do técnico de enfermagem, têm seus aventais e luvas colocados, de maneira que a partir deste momento eles podem tocar apenas nos equipamentos e instalações esterilizados e nos materiais de caixas lacradas. Assim, são selecionados os equipamentos a serem utilizados dependendo do tipo de cirurgia em questão (FEC ou FACO), que são levados para perto da cama cirúrgica em uma mesa móvel, e a cirurgia pode ter início (processo 7).
7 - Cirurgia	Durante a cirurgia, o técnico de enfermagem tem como função abrir e transportar medicamentos até os médicos, auxiliar em questões extra-cirúrgicas e preencher 4 formulários específicos: Folha de Consumo de Materiais e Medicamentos em Cirurgia e Anestésias, Admissão do Paciente no Pré-operatório, Papeleta de Alterações de Horário do Mapa do Centro Cirúrgico e Comunicação de Usos de Órteses, Próteses e Materiais Especiais. O paciente somente realiza o tipo de cirurgia FACO se o Facoemulsificador estiver disponível para uso (e caso o paciente tenha sido designado para este tipo de cirurgia), senão, o procedimento a ser seguido será a FEC. Para ambos os tipos de cirurgia, o primeiro procedimento a ser feito é a assepsia do olho. Com o olho escovado, o campo cirúrgico é arrumado e fixado com grampos esterilizados. Em seguida, a córnea é protegida com metilose e os tecidos oculares são irrigados com solução salina (BSS). A diferença entre os tipos de cirurgia ocorre na extração do cristalino. Na FEC, a extração do cristalino é feita com um corte na córnea, por onde o cristalino é retirado por inteiro e depositado na bolsa coletora, necessitando de sutura após a colocação e ajuste da lente. Na FACO, é feita apenas uma pequena incisão de 2,5 a 3mm na córnea, onde é introduzido um instrumento que quebra o cristalino em várias partes, para depois aspirá-lo através dos cassetes, não havendo necessidade de sutura após a colocação e ajuste da lente.
8 - RPA e alta	Após o fim da cirurgia, a equipe escreve a prescrição médica e o Boletim Operatório (Relato de Intervenção) e o paciente então passa para a maca e é levado pelo técnico de enfermagem para a sala de <i>Day Clinic</i> localizada no departamento de oftalmologia no quarto andar. No <i>Day Clinic</i> , o médico responsável marca as datas de retorno do paciente para as consultas de pós-operatório, que geralmente ocorrem no dia seguinte, 7 dias após e 15 dias após a cirurgia e checka o status do paciente após determinado período de tempo, avaliando se o mesmo está apto para receber alta cirúrgica (processo 8).
9 - Pós-Operatório	As consultas pós-operatórias (processo 9) podem ocorrer tanto no <i>Day Clinic</i> como no ambulatório, portanto o paciente se encaminha no dia marcado para o departamento, onde são dadas as devidas instruções. Quando o paciente é atendido, o médico realiza exames padrão para avaliar o olho do paciente e caso seja o segundo ou último retorno, retira os pontos cirúrgicos e ao paciente é concedida a alta hospitalar.

Fonte: Os autores (2017).

4. ANÁLISE DO OBJETO

4.1 ÁRVORE DE REALIDADE ATUAL (ARA)

A partir das observações, relatos e análise do processo, foram compilados os efeitos indesejados, e iniciou-se a atividade de

enlace causal. Ao longo desta, conforme previsto no método, foram realizadas etapas de complementação no levantamento de informações e escrutínio da mesma. Com a versão final da ARA indicada pela Figura 3, foi possível identificar as causas-raízes.

FIGURA 3 – ARA para os processos da cirurgia de catarata no HUPE.

Fonte: Os autores (2017).

TABELA 3 – Descrição dos Efeitos Indesejados e Causas Raízes da ARA para os processos da cirurgia de catarata no HUPE.

EFEITOS INDESEJADOS (EI):	
EI 1 - Tempo total longo	EI 19 - Redução do efeito da anestesia
EI 2 - Procedimento mais incisivo (FEC) realizado desnecessariamente	EI 20 - Demora no início da Cirurgia
EI 3 - Aumento do custo da cirurgia	EI 21 - Demora no Setup da Sala
EI 4 - Cancelamento da cirurgia	EI 22 - Paciente fez jejum errado
EI 5 - Desperdício de material	EI 23 - Paciente chega muito tempo antes da cirurgia
EI 6 - Uso inadequado de material	EI 24 – Deslocamento e Trabalho desnecessário do Médico
EI 7 - Falta material adequado	
EI 8 - Material de Pouca Qualidade	
EI 9 - Falta material do Facoemulsificador	
EI 10 - Abertura de diversas Caixas Cirúrgicas	
EI 11 - Equipamento Cirúrgico danificado	
EI 12 - Caixas com material insuficiente	
EI 13 - Caixas não identificadas	
EI 14 - Mal funcionamento do Facoemulsificador	
EI 15 - Mal funcionamento do Microscópio	
EI 16 - Demora na Esterilização das Caixas (CME)	
EI 17 - Demora na Internação	
EI 18 - Movimentação Excessiva do Paciente	

CAUSAS-RAÍZES (C):	
C 1 - Processo de Compras	
C 2 - Problemas de material não reportados	
C 3 - Centro de materiais e esterilização	
C 4 - Processo de internação	
C 5 - Paciente tem resistência ao sedativo	
C 6 - Atraso do Técnico de Enfermagem	
C 7 - Falta de informação clara	
C 8 - Marcação dos Pacientes para mesmo horário	
C 9 - Tec. Enfermagem não tem know-how	
C 10 - Tec. Enfermagem se ausenta durante a cirurgia	
C 11 - Falta de manutenção preventiva	

Fonte: Os autores (2017).

Após análise e validação entre os autores, foram indicados os principais efeitos indesejados: redução da qualidade da cirurgia, risco de infecção do paciente, processo cirúrgico demorado e custoso, além da realização de cirurgias mais incisivas (FEC) desnecessariamente.

O processo de esterilização das Caixas de Equipamentos Esterilizáveis pode ser considerado uma das causas-raízes para o número reduzido de cirurgias/dia, causado pelo tempo de atravessamento elevado. O processo de esterilização de uma caixa no HUPE leva em torno de 6 horas. Além da demora, a CME muitas vezes entrega caixas incompletas ou com instrumentos quebrados. Para a oftalmologia, os instrumentos utilizados são de menor porte e mais delicados, demandando um cuidado extra na esterilização. Outro ponto a destacar é que atualmente a CME não trabalha com

esterilização rápida, que na perspectiva dos cirurgiões seria ideal para cirurgias mais dinâmicas, como as da oftalmologia. Em um hospital de ponta, enquanto a segunda cirurgia ocorre, a caixa da primeira cirurgia já está sendo esterilizada.

Outros aspectos são os relacionados à escassez de materiais cirúrgicos e ao fornecimento de materiais de alta variabilidade. A enfermagem deveria fornecer qualquer tipo de material para a cirurgia, porém, ocorre uma diferenciação entre as caixas da Oftalmo e da Enfermagem devido à necessidade do departamento de Oftalmologia ser responsável por comprar o próprio material. Esses materiais são sempre requisitados à farmácia junto com sugestões de fornecedores, e apenas com pouca frequência os materiais lhes são fornecidos. Como forma de desacoplar, o departamento mantém um estoque próprio.

4.2 PROPOSTAS DE MELHORIA NO CENÁRIO DO NOVO CC

Tendo mapeado os principais problemas e suas causas, foram listados as mudanças esperadas entre o Centro cirúrgico atual e o

novo Centro Cirúrgico, ilustradas pela tabela 4.

A partir da comparação dos cenários acima, foram levantadas propostas de melhoria, indicadas na tabela 5.

TABELA 4 – Mudanças esperadas a partir do Centro Cirúrgico especializado.

Situação Atual	Situação futura - Centro Cirúrgico Oftalmo
Não possui Técnicos de Enfermagem dedicados apenas à cirurgias Oftalmológicas	Técnicos de enfermagem dedicados apenas à cirurgias Oftalmológicas
Aparelhagem da sala cirúrgica é movimentada pelo centro cirúrgico	Aparelhagem da sala cirúrgica tem um local fixo
Transporte de pacientes entre o 4º (Oftalmologia) e 5º (Centro Cirúrgico) andares para a cirurgia	Cirurgia realizada no mesmo andar da Oftalmologia, a poucos metros de distância
Não há um local para o paciente repousar após a cirurgia - ele permanece na maca	Paciente pode repousar por certo tempo em uma das duas enfermarias disponíveis
Materiais esterilizados apenas através da CME geral	Autoclave - Esterilizador próprio

Fonte: Os autores (2017).

TABELA 5 – Propostas de melhoria para as causas-raízes.

Causa-raiz	Proposta(s) de melhoria
C 1 - Processo de Compras	Utilização de leitores ópticos de código de barras nos materiais, medicamentos e equipamentos utilizados na cirurgia, gerando uma compilação automática dos materiais utilizados através de um sistema de gestão de estoque. Com estas informações será possível realizar previsões de gastos de materiais e realizar uma gestão de estoque e alocação de pedidos.
C 2 - Problemas de material não reportados	Criação de um canal de comunicação de problemas de suprimento de materiais, no qual a área de Compras recebe as reclamações, dá o tratamento necessário e reporta os resultados. Através das sessões Clínicas, nas quais são discutidos os aspectos médicos das cirurgias, discutir quaisquer problemas relativos à material e instrumentos cirúrgicos.
C 3 - Centro de materiais e esterilização	No novo centro cirúrgico, existe um espaço reservado para equipamentos de esterilização rápida, chamados autoclaves de ciclo rápido. Esta seria uma alternativa de curto prazo enquanto os processos da CME central não houverem sido otimizados.
C 4 - Processo de internação	Não existe uma proposta de solução para esta causa-raiz porque ela está inserida em outro Processo, o qual não foi ainda estudado e modelado.
C 5 - Paciente tem resistência ao sedativo	Nas consultas pré-cirúrgicas, avaliação de aspectos que podem aumentar a resistência do paciente ao sedativo, como o uso frequente de remédios tranquilizantes e, com isso, utilizar outro tipo de sedativo antes da cirurgia.
C 6 - Atraso do Técnico de Enfermagem	Disponibilização de técnicos de enfermagem dedicados e especializados para realização das cirurgias oftalmológicas apenas.
C 7 - Falta de informação clara	Criação de um <i>checklist</i> de informações que o médico deve utilizar durante a consulta para que o mesmo não se esqueça de passar todas as instruções necessárias ao paciente. Ex: Tempo de jejum, Medicamentos que podem ser utilizados durante o jejum, etc. Entrega de um documento com as recomendações feitas pelo médico durante a consulta para que o paciente possa verificar em casa na véspera da cirurgia.
C 8 - Marcação dos Pacientes para mesmo horário	Serão estudados diferentes algoritmos de agendamento que reduzam os atrasos e tempo ocioso dos médicos, além da espera do paciente, para que sejam escolhidos aqueles que melhor se adequem ao contexto do HUPE, e que em seguida serão testados, a fim de selecionar um modelo padrão.
C 9 - Tec. Enfermagem não tem <i>know-how</i>	No novo centro cirúrgico, este problema será atenuado pela existência de técnico de enfermagem dedicado, que acumulará experiência. Apesar disto, serão realizados treinamentos para os técnicos de enfermagem.
C 10 - Téc. Enfermagem se ausenta durante a cirurgia	No novo centro cirúrgico, este problema será atenuado pela existência de técnico de enfermagem dedicado.
C 11 - Falta de manutenção preventiva	Não existe uma proposta de solução para esta causa-raiz porque ela está inserida em outro processo, o qual não foi ainda estudado e modelado.

Fonte: Os autores (2017).

5. CONCLUSÕES

O trabalho em questão possibilitou a modelagem dos processos cirúrgicos oftalmológicos realizados atualmente no HUPE e a criação de propostas de melhoria visando o funcionamento do novo centro cirúrgico oftalmológico, precedida pela observação de efeitos indesejados e pela utilização de ferramentas práticas para a identificação de suas causas e soluções. A utilização de tais ferramentas e a aplicação dos conceitos diversos evidenciam a relevância acadêmica do estudo. Entretanto, apesar de listadas e validadas as soluções

entre os autores, não houve aderência empírica.

Devido às particularidades de um hospital da rede pública e do HUPE em si, os resultados obtidos limitam-se ao objeto em questão, não podendo ser generalizados a outros hospitais. Existe a possibilidade, porém, do estudo ser usado como piloto e método para trabalhos futuros, vista sua relevante contribuição social para a área de gestão de operações em saúde. É importante que esses trabalhos aprofundem e especifiquem as soluções a nível de variáveis de projeto de maneira a testá-las em campo, podendo inclusive ampliar seu escopo de atuação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. AGNETIS, A.; COPPI, A.; CORSINI, M.; DELLINO, G.; MELONI, C.; PRANZO, M. A decomposition approach for the combined master surgical schedule and surgical case assignment problems. *Health care management science*, v. 17, n. 1, p. 49-59, 2014.
- [2]. BARBAGALLO, S.; CORRADI, L.; DE GOYET, J. D. V.; IANNUCCI, M.; PORRO, I.; ROSSO, N.; TANFANI, BROCKMAN, J. Introdução à Engenharia: modelagem e solução de problemas. LTC, 2010.
- [3]. DETTMER, H. W. Goldratt's Theory of Constraints: A Systems Approach to Continuous Improvement. ASQC Quality Press, Milwaukee, 1997.
- [4]. GOLDRATT, E. M. What is this thing called the Theory of Constraints? North River Press, Croton-on-Hudson, New York, 1990.
- [5]. HAYES, R.; PISANO, G.; UPTON, D.; WHEELWRIGHT, S. Produção, Estratégia e Tecnologia: Em Busca da Vantagem Competitiva. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- [6]. KARA-JOSÉ, N.; TEMPORINI, E. R. Cirurgia de catarata: o porquê dos excluídos. *Pan American Journal of Public Health*, v. 6, n. 4, p. 242-248, 1999.
- [7]. LIRA, R. P. C.; NASCIMENTO, M. A.; TEMPORINI, E. R.; KARA-JOSÉ, N.; ARIETA, C. E. L. Reasons for cataract surgery cancellation. *Revista de Saúde Pública*, v. 35, n. 5, p. 487-489, 2001.
- [8]. MINASSIAN, D. C.; ROSEN, P.; DART, J. K. G.; REIDY, A.; DESAI, P.; SIDHU, M. Extracapsular cataract extraction compared with small incision surgery by phacoemulsification: a randomised trial. *British Journal of Ophthalmology*, v. 85, p. 822-829, 2001.
- [9]. POSSARI, J.F. Centro Cirúrgico: Planejamento, Organização e Gestão. São Paulo: Iátria, 2004.
- [10]. REID, P. P.; COMPTON, W. D.; GROSSMAN, J. H.; FANJIANG, G. Building a better delivery system: a new engineering/health care partnership. National Academies Press, 2005.
- [11]. SHEHABUDDEEN, N.; PROBERT, D.; PHAAL, R.; PLATTS, K. Representing and approaching complex management issues: Part 1 - Role and definition, Centre for Technology Management Working Paper Series, USA: University of Cambridge Institute for Manufacturing, 1999.
- [12]. SHIM, J. K.; SIEGEL, J. G. Operations Management. Barron's Educational Series, 1999.
- [13]. SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.
- [14]. SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 2009.
- [15]. SPIEGEL, T. Contribuições das ciências cognitivas à gestão de operações: análise do impacto da experiência nas decisões do gestor de operações. COPPE / Programa de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- [16]. SPIEGEL, T.; CAULLIRAUX, H. M.; TREISTMAN, F. E.; GUIMARAES, G. E.; VACCARO, G. L.; R., AMORIM, L.; G., PEDROSO, M. C.; PEREIRA, M. A. C.; GUIMARAES, R.; CAMEIRA, R. F.; LEIS, R. P.; AZZAM, S. M. Projeto e Gestão de Operações em Saúde. In: CAVENAGHI, V.; OLIVEIRA, V. F.; MÁSCULO, F. S. (Org.). Tópicos Emergentes e Desafio Metodológicos em Engenharia de Produção: Casos, Experiências e

Proposições. Rio de Janeiro: ABEPRO: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 8(15-72), 2016.

[17]. VAN SAMBEEK, J. R. C.; CORNELISSEN, F. A.; BAKKER, P. J. M.; KRABBENDAM, J. J. Models as instruments for optimizing hospital

processes: a systematic review. International journal of health care quality assurance, v. 23, n. 4, p. 356-377, 2010.

[18]. VERNADAT, F. B. Enterprise Modeling and Integration: principles and applications. Chapman & Hall, London, 1996.

Capítulo 17

ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DA CAPACIDADE PRODUTIVIDADE EM UMA FÁBRICA DE CAULIM

Américo Johny Jaques Melo

Eliete Santana Chaves Barroso

Gustavo Andre Correa Figueiredo

Iann Cavalcante dos Santos

Ruan Leal dos Santos Alves

Resumo: Atualmente, a aplicação do estudo de tempos e movimentos em indústrias proporciona melhorias relacionadas aos seus processos produtivos. Neste contexto, o presente artigo visa aplicar esse estudo em uma fábrica especializada na área de extração do caulim, localizada no município de barcarena, mesorregião metropolitana de belém. Logo, o artigo tem como propósito, propor as recomendações viáveis para a eficiência da produção após a análise da capacidade produtiva do processo de filtragem do minério branco, bem como a identificação de gargalos existentes na produção. Para tanto, foram utilizadas na metodologia, pesquisas bibliográficas para a estrutura teórica e visitas técnicas para a obtenção de dados para os cálculos necessários. Como resultado, obteve-se um diagrama de blocos e um gráfico homem x máquina provenientes do processo de filtragem, além dos cálculos de tempo normal e tempo padrão. Por fim, pôde-se analisar que o processo possui gargalos existentes na sub-etapa de despressurização do filtro, por mostrar tempos muitos dispersos. Com isso, torna-se necessário que a empresa faça uma revisão de seu processo, a fim de evitar esses empecilhos presentes no processo. Dessa forma, será possível aumentar a capacidade produtiva da fábrica.

Palavras-chave: estudo de tempos e movimentos; caulim; capacidade produtiva.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, verifica-se que a melhoria contínua é um dos principais alicerces das empresas que atuam no mercado de extração de minérios brancos. O Brasil é o principal produtor mundial de caulim para o uso na indústria de papel, o país vem se ajustando para manter essa hegemonia, mesmo passando por essa crise econômica que abalou esse mercado. É chegado o momento em que os grandes produtores nacionais de caulim devem programar uma estratégia de crescimento contínuo visando conquistar postos mais elevados na busca da liderança mundial do setor (KULAIF, Y. 2005).

De acordo com Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) a análise de processos é iniciada quando uma nova oportunidade para seu aperfeiçoamento é identificada, da mesma forma como o seu término ocorre quando o processo é melhorado, assim, cria-se um ciclo de melhoria contínua. Desta maneira, as técnicas do estudo de tempos e movimentos surgem como ferramenta para o conhecimento e aplicação no processo de filtragem do caulim para uma melhor análise da capacidade produtiva.

Partindo desse pressuposto, o presente trabalho visa à aplicação do estudo de tempos e movimentos para uma análise de melhoria da capacidade produtiva, além de identificar os gargalos existentes no processo de filtragem e propor melhorias na produção em uma fábrica de extração de minério branco, localizada no município de Barcarena, no estado do Pará.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ESTUDOS DE TEMPOS E MOVIMENTOS

Segundo Barnes (1977), o estudo de tempos e movimentos é o estudo sistemático dos sistemas de trabalho com os seguintes objetivos: desenvolver o sistema e o método preferido, usualmente aquele de menor custo; padronizar esse sistema e métodos; determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando num ritmo normal, para executar uma tarefa ou operações específicas; e orientar o treinamento do trabalhador no método preferido.

Segundo Graeml e Peinado (2007) complementam dizendo que o estudo de tempos é uma forma de mensurar o trabalho por meio de métodos estatísticos, permitindo

calcular o tempo padrão que é utilizado para determinar a capacidade produtiva da empresa.

Portanto, a aplicação das técnicas do estudo de tempos e movimentos é de suma importância para a padronização e otimização do processo produtivo da empresa, assim como, a elaboração do diagrama de blocos como ferramenta de auxílio para visualizar e compreender as etapas do processo de forma simples e rápida, além do gráfico homem-máquina para compreensão de todas as etapas.

2.2 DIAGRAMA DE BLOCOS

O fluxograma pode ser entendido como uma ferramenta de grande valor para mapear e entender a forma de atuação interna e externa de alguma empresa em seus relacionamentos entre os processos, ou seja, importante para a gestão organizacional (SANTOS et al., 2014).

Sendo assim, para uma visualização rápida das etapas do processo de filtragem do minério foi utilizado um diagrama de blocos a fim de que a descrição seja de uma forma simples e abreviada. Segundo Slack et al. (1999), seu objetivo é assegurar que os diversos estágios nos processos de fluxos estão incorporados no processo de melhoramento e todos esses estágios estão em alguma forma de sequência lógica.

2.3. GRÁFICO DE OPERAÇÕES OU DIAGRAMA HOMEM-MÁQUINA

Em alguns tipos de trabalho, o operador e a máquina trabalham de uma forma irregular, ou seja, o operário ou a máquina podem ou não permanecer inativo durante o tempo de ciclo do processo. Partindo dessa análise, dentre diversos tipos de gráficos existentes, o mais adequado para o estudo em questão é o Gráfico-Homem x Máquina.

Este modelo de gráfico é o mais conveniente para atividades intermitentes entre o operador e máquina. Segundo Moreira (2004), o diagrama homem-máquina é uma representação gráfica que envolve um ou mais operadores, trabalhando em uma ou mais máquinas.

A classificação das atividades está descritas segundo a imagem 01:

Imagem 01: Símbolos do gráfico Homem x Máquina.

Atividade independente: tempo em que o operário ou a máquina estão trabalhando
Atividade combinada: Atividade executada necessita tanto do operador quanto da máquina
Espera: tempo em que o operário ou a máquina estão inativos

Fonte: Autoria própria (2017).

2.4 CÁLCULO DE TEMPO

O estudo de tempos é um processo de amostragem; consequentemente, quanto maior o número de ciclos cronometrados tanto mais representativos serão os resultados obtidos a atividade em estudo (BARNES, 1977). Para calcular o número de ciclos a serem cronometrados, utiliza-se a fórmula que contém o intervalo de confiança de uma média de uma variável, considerando um erro relativo de 5% a 10% e procedimento de 90% a 95%, com isso resultando no número de cronometragem a serem realizados. Peinado e Graeml (2007) apresentam a equação 1, onde é possível determinar o número de ciclos a serem cronometrados:

$$N = \left(\frac{Z \cdot R}{E_r \cdot D_2 \cdot \bar{x}} \right)^2 \quad (1)$$

Estabelecemos N como número de ciclos a serem cronometrados, Z é o coeficiente da distribuição normal para uma probabilidade determinada, R é a amplitude da amostra, E_r é o erro relativo da medida, D_2 é o coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente e X é a média da amostra

2.5 DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO E DAS TOLERÂNCIAS

O Cálculo do tempo padrão representa o tempo em que um funcionário definido como padrão leva pra executar sua operação em ritmo normal, levando em conta tolerâncias para suas necessidades e alívio à fadiga. Este tempo se diferencia no cálculo de tempo normal, o que leva em consideração apenas o ritmo do funcionário. (BARNES, 1977). Segundo Martins (2006) uma vez alcançadas as N cronometragens e o tempo médio de cada elemento, deve-se calcular o tempo

normal da operação multiplicando o tempo médio pela a velocidade do operador, como na equação 2 a seguir:

$$TN = TM \times V \quad (2)$$

De acordo com Laugini (2006), é impossível admitir que as pessoas trabalhem sem pausas para as necessidades pessoais ou para um descanso das atividades do processo. Segundo Martins e Laugini (2006), pode-se considerar uma tolerância de 5% da jornada de trabalho para necessidades pessoais e 10% para a fadiga, totalizando o tempo permissivo em 15% da jornada total. A partir da obtenção do tempo permissivo é possível calcular o coeficiente p (tempo de intervalo) utilizando a equação 3:

$$p = \frac{\text{tempo permissível}}{\text{jornada de trabalho}} \quad (3)$$

Assim, pode-se calcular o fator de tolerância, de acordo com a equação 4:

$$FT = \frac{1}{(1 - p)} \quad (4)$$

Com esses dados obtidos pode-se agora calcular o tempo padrão a partir da equação 5:

$$TP = TN \times FT \quad (5)$$

Onde: o tempo padrão (TP) é obtido pela multiplicação entre o tempo normal (TN) e o fator de tolerância (FT).

3 METODOLOGIA

A metodologia é a linha de raciocínio utilizada no processo de pesquisa (Gil, 1999). Neste artigo, realizou-se uma pesquisa em uma fábrica de extração de caulim localizada no município de Barcarena, no estado do Pará. Foi realizado o contato com o gerente da

área, possibilitando, assim, a coleta de dados e observações gerais.

A pesquisa caracteriza-se como descritiva, que segundo Perovano (2014), visa à identificação, registro e análise das características, fatores ou variáveis que se relacionam com o fenômeno ou processo. Quanto à abordagem, classifica-se como quantitativa, pois tem a finalidade de adequar os objetivos e ampliar os conhecimentos acerca das ferramentas e técnicas da engenharia de métodos.

Para efetuar o estudo, foram realizadas visitas à empresa a fim de conhecer o processo de produção do caulim e identificar quais as operações de maior aplicação para a engenharia de métodos. Após conhecer o processo, foi escolhida a atividade alvo do estudo, qual seja, processo de filtragem do caulim. Justifica-se a escolha em razão da referida atividade possuir várias sub-etapas que influenciam significativamente no rendimento da capacidade produtiva, ocasionando gargalos na produção.

Com base nos dados coletados na empresa, partiu-se para o cálculo segundo a teoria da engenharia de métodos, sendo possível a criação de digramas e tabelas que foram registradas e documentadas.

4 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

4.1.DESCRICÃO DO PROCESSO

O estudo foi realizado em uma empresa localizada no município de Barcarena, no estado do Pará, sendo um grupo empresarial de origem Francesa.

A capacidade produtiva em média do processo é de nove toneladas por ciclo de cada filtro, totalizando 54 toneladas por ciclo, pois a área de produção dispõe de seis filtros e cada filtro possui 14m³ contendo 118 placas, sendo que cada placa pesa 120 kg (caulim+água). A empresa também estabelece uma meta de no máximo 50 minutos para a realização da operação, caso o processo fuja do limite de produção estabelecido pela empresa, ele é considerado irregular.

No processo de filtragem, a polpa de caulim é bombeada para dentro de câmaras de filtragem e nestas câmaras a polpa sobre pressão tende a expulsar toda água contida em seu interior gerando assim uma torta com baixos teores de água, ou seja, mais sólida. Neste setor são designados dois tanques para alimentar os seis filtros e ao final de cada linha há um tanque (reblunger) para que o produto dos filtros seja armazenado e encaminhado à fase seguinte. Todo o processo descrito pode ser visualizado no Quadro (1):

Quadro 1: Fluxo de alimentação e produção.

Fonte: Autoria Própria (2017).

Após o estudo e conhecimento do fluxo de alimentação e produção do processo de filtragem, foi possível construir um diagrama

(Quadro 2), que foi decomposto em quatro etapas, as quais foram subdivididas

Quadro 2: Diagrama do processo de filtragem do caulim.

Fonte: Autoria própria (2017).

No Quadro 2, pode-se verificar que o processo de filtragem do caulim inicia-se com o fechamento das placas. Na etapa de fechamento, encontra-se um tempo necessário para que o pistão possa comprimir as placas até a pressão adequada e deixar o filtro pronto para recebimento da polpa (caulim + água)

Passando-se para etapa posterior, encontra-se um tempo total fundamental para enchimento do filtro com polpa a baixa e alta pressão onde envolve as sub-etapas de ligar bombas, já passando a ocorrer filtragem durante o enchimento. Sendo assim, após este comando, vem a sub-etapa de ligar bomba de pressão diafragma, onde possui um tempo necessário para se encher as placas diafragmas com água, que irão inflar e comprimir a polpa entre as placas, sendo o processo final para adequação da umidade da torta.

Ainda na etapa de fechamento, ocorre o tempo de sopro, onde é o tempo de injeção de ar comprimido nos canais de alimentação de polpa e descarga de filtrado, esta sub-etapa visa limpar e desobstruir os canais.

Passando-se a sub-etapa seguinte, ocorre o tempo de despressurização que tem por finalidade o esvaziamento das membranas e o tempo esperado para dar o comando à fase posterior.

Na etapa seguinte, ocorre o tempo de abertura que é o tempo necessário para recolhimento do pistão que movimenta as placas de encosto. Logo na última etapa do processo de filtragem, ocorre o tempo de descarga total, onde 10 minutos é o tempo padrão para o operador da área realizar a derrubada das tortas resultantes da filtragem.

4.3 GRÁFICO DE OPERAÇÃO HOMEM-MÁQUINA

Por meio dos estudos feitos junto ao processo de filtragem, algumas etapas passam apenas a depender da máquina, e em outra, a ação da máquina e do operador, simultaneamente. A partir da análise, o gráfico homem-máquina foi utilizado como parâmetro para facilitar a leitura e proporcionar uma melhor compreensão para então aplicarem-se propostas de melhoria (Tabela 1):

Tabela 1: Gráfico Homem x Máquina da operação.

Atividades	Homem		Máquina	
Etapas	Operário	Atv.	Filtro	Atv.
Fechamento das placas	Inativo		Ativo	
Bomba de alta e baixa pressão	Inativo		Ativo	
Bomba de Pressão Diafragma	Inativo		Ativo	
Sopro	Inativo		Ativo	
Despressurização do filtro	Inativo		Ativo	
Tempo de abertura	Inativo		Ativo	
Tempo de derrubada	Ativo		Ativo	

Fonte: Autoria própria (2017).

4.4 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE CRONOMETRAGENS

Para alcançar o objetivo do estudo, foram realizadas as cronometragens para cada filtro do processo de filtragem do caulim, com

finalidade de determinar o número de ciclos. Os dados de cada filtro estão representados na tabela 2:

TABELA 2 – Tempos cronometrados (minutos).

Filtro	CR	Fechamento das placas	Bomba de alta e baixa pressão	Bomba de pressão diafragma	Sopro	Despressurização do filtro	Tempo de abertura	Tempo de derrubada	Total
1	1	4.53	14.37	9.18	2.03	3.53	1.30	10.67	45.62
	2	4.77	14.02	9.23	2.00	1.33	1.25	9.07	41.67
	3	4.60	16.38	9.07	2.03	2.72	1.25	9.48	45.53
	4	4.45	16.82	9.07	2.05	1.88	1.23	10.00	45.50
	5	4.65	19.38	9.15	2.02	3.20	1.23	12.00	51.63
2	1	2.13	11.00	9.33	2.00	3.05	1.50	16.25	45.27
	2	2.78	11.95	1.12	2.00	3.72	1.20	15.58	38.35
	3	2.50	14.55	9.47	2.00	1.62	1.30	14.28	45.72
	4	2.45	14.45	9.58	2.03	2.25	1.17	14.83	46.77
	5	2.45	15.33	9.58	2.00	3.12	1.13	15.22	48.83
3	1	3.13	11.00	9.37	2.47	12.00	1.55	9.55	49.07
	2	3.25	10.12	9.00	3.05	13.00	1.05	8.20	47.67
	3	2.13	10.18	9.13	3.00	18.00	1.05	9.42	52.91
	4	3.18	12.22	9.05	2.50	11.00	1.52	18.00	57.47
	5	3.10	9.12	10.00	2.53	13.27	1.57	11.00	50.59
4	1	2.42	9.72	11.10	2.10	3.23	1.23	14.32	44.12
	2	2.43	10.57	10.12	2.10	2.12	1.22	14.32	42.87
	3	2.40	10.00	11.00	2.08	11.07	1.23	13.33	51.12
	4	3.10	9.68	11.72	2.08	6.03	1.17	20.55	54.33
	5	2.40	10.33	10.67	2.08	5.02	1.22	34.95	66.67
5	1	2.18	11.37	9.73	2.00	3.03	1.33	13.15	42.80
	2	2.20	11.57	9.78	2.00	2.03	1.02	13.63	42.23
	3	2.25	11.25	9.78	2.00	2.83	1.20	11.52	40.83
	4	2.75	12.22	9.85	2.03	2.87	1.27	12.72	43.70
	5	2.72	12.42	9.62	2.05	3.77	1.28	12.88	44.73
6	1	2.08	9.05	11.00	3.67	14.00	1.33	24.00	65.13
	2	2.02	16.52	11.63	3.45	10.00	1.38	14.62	59.62
	3	2.13	16.00	11.02	3.70	11.00	1.35	6.00	51.20
	4	2.18	17.00	10.95	3.65	27.00	1.35	14.00	76.13
		2.63	17.40	10.00	3.67	6.00	1.55	11.00	52.25

Fonte: Autores (2017).

Após os dados coletados, foi possível determinar os números de ciclos a serem cronometrados (N_c) para cada filtro do processo. Utilizou-se uma margem de erro

relativo de 7% ($Er=0,07$) e um nível de confiança de 93% ($z = 1,81$) e $d_2 = 2,326$. Os valores das médias, amplitudes e resultados obtidos, encontram-se na Tabela 3:

TABELA 3 – Média e amplitude dos filtros.

	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3	Filtro 4	Filtro 5	Filtro 6	Médias
Médias	45.99	44.99	51.54	51.82	42.86	60.87	49.68
Amplitudes	9.97	10.48	9.80	23.80	3.90	24.93	13.81
Nº de ciclos	6	7	5	27	1	21	-

Fonte: Autores (2017).

4.5 DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL E PADRÃO

Com a realização das cronometragens, partiu-se para o cálculo do tempo normal. Sendo

assim, para análise dos tempos, a velocidade do operador foi considerada em ritmo normal, ou seja, no valor de 100%, e logo após, calculou-se o tempo normal para cada filtro do processo, de acordo com a Tabela 4:

TABELA 4 – Tempo normal (minutos).

	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3	Filtro 4	Filtro 5	Filtro 6	Médias
TC	45.99	44.99	51.54	51.82	42.86	60.87	49.68
V(%)	100	100	100	100	100	100	-
TN	45.99	44.99	51.54	51.82	42.86	60.87	49.68

Fonte: Autores (2017).

Em seguida, para o cálculo do tempo padrão do processo de filtragem, foi determinado o fator de tolerância de acordo com a entrevista feita diretamente ao operador da área. A empresa dispõe de um tempo permissivo de 60 minutos para uma jornada de trabalho de

8h(480 min), dessa forma temos $FT = 1,14$. De posse dos valores dos tempos normais e do fator de tolerância, foi possível calcular o tempo padrão para cada filtro do processo. Os resultados estão apresentados na Tabela 5:

TABELA 5 – Tempo padrão (minutos).

	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3	Filtro 4	Filtro 5	Filtro 6	Médias
TN	45.99	44.99	51.54	51.82	42.86	60.87	49.68
FT	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	-
TP	52.43	51.29	58.76	59.07	48.86	69.39	56.63

Fonte: Autores (2017).

Com entrevistas realizadas a empresa, foi possível esclarecer que cada placa de um filtro produz em média 78 kg de massa sólida, ou melhor, cada placa derruba 65% de torta de caulim, totalizando uma capacidade produtiva em média de nove toneladas por ciclo de cada filtro com tempo padrão 50 minutos. Diante dos dados apresentados, conclui-se que o tempo padrão da operação foi de 56,63 minutos, ou seja, o tempo foge do limite estabelecido pela empresa, com um aumento de 13,26% no tempo padrão da operação.

5 RESULTADOS E PROPOSTAS DE MELHORIA

No intuito de proporcionar uma visão mais abrangente da análise dos tempos, construiu-se um gráfico com objetivo de visualizar quais dos filtros estão realizando suas atividades acima do limite de tempo padrão estabelecidos. A seguir a figura 1 mostra o percentual que está acima e abaixo da meta estipulada pela empresa.

Figura 1: Gráfico de análise dos resultados do tempo padrão.

Fonte: Autoria própria (2017)

A partir da análise feita do gráfico, foi observado que os filtros 3, 4 e 6 são os que apresentam os maiores tempos para realizar sua determinada operação junto ao operador da área, uma vez que foram identificados gargalos no processo de filtragem do caulim.

Por meio dos resultados obtidos com a aplicação da engenharia de métodos, foi observado que houve retardamento em algumas etapas do processo de filtragem. E com base nessa abordagem, observou-se algumas falhas no processo, como na sub-etapa de despressurização dos filtros, segundo a tabela 2, verifica-se que a realização dessa atividade mostrou tempos muitos dispersos devido a problemas mecânicos e o tempo de espera do funcionário para dar o comando de abertura das placas de encosto.

Foi relatado também, na tabela 2, resultados de tempos muito dispersos nos filtros na etapa de derrubada da torta, onde o operador já passa a ter contato direto com a máquina (filtro). A empresa deve atentar que a cada ciclo que passa o operário da área realiza sua atividade junto com a máquina cada vez mais lenta. Segundo o operário da área, os tempos distintos são devido à fadiga, além do filtro estar com falta de manutenção na esteira que move as placas, ocasionando paradas na produção.

Partindo desta análise, foi possível propor sugestões de melhorias para o processo de

filtragem para que possa amenizar o tempo de execução das atividades, sendo uma delas a realização de um plano de manutenção contínua a fim de minimizar o tempo de realização das etapas e consequentemente aumentar a capacidade produtiva do processo.

Com isso, faz-se necessário também a aplicação de um diagrama de causa efeito para que se possam encontrar as causas dos problemas no processo de filtragem do caulim. O diagrama de causa efeito objetiva, por definição, a identificação da causa fundamental do problema para posterior determinação das medidas corretivas que deverão ser adotadas a fim de obter as melhorias no processo.

Outra sugestão foi à implantação de um controle de qualidade, pois é um fator indispensável para que a empresa possa se consolidar e permanecer no mercado. Isso possibilitará que todos os processos sejam planejados, organizados e controlados, possibilitando, por meio de uma visão sistêmica das operações, a adequação do processo ao padrão desejado, evitando assim o surgimento de gargalos na produção.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do estudo realizado, foi possível alcançar o objetivo aplicando-se as ferramentas e técnicas da engenharia de métodos junto com o auxílio de diagrama, tabelas e o cálculo do estudo de tempos com finalidade de cronometrar as etapas para que a empresa possa analisar sua capacidade produtiva do processo de filtragem do caulim.

Com a aplicação da engenharia de métodos, foi possível identificar que a sub-etapa de despressurização é o grande gargalo no processo de filtragem, uma vez que mostrou tempos bastante distintos de todos os filtros para realizar sua determinada operação. Partindo dessa ideia, as propostas de melhoria visam estabelecer uma solução do problema com finalidade de buscar a meta estabelecida do tempo padrão pela empresa.

Vale frisar, que a determinação dos tempos cronometrados no estudo foi de suma

importância para uma melhor análise da capacidade produtiva do processo. Partindo desta suposição, foi possível relatar que os tempos obtidos fugiram dos limites de aceitação da empresa, ou seja, alguns filtros realizam suas atividades ultrapassando 50 minutos. Logo a empresa deve atentar para que se amenize esse problema, pois com a alta ocorrência desses tempos pode acabar comprometendo sua capacidade produtiva no processo de filtragem.

Conclui-se que o estudo de tempos e movimentos foi utilizado para encontrar uma melhor execução do mesmo, além de propor melhorias ao processo. Para trabalhos futuros, podem-se obter melhorias utilizando os conceitos da gestão da qualidade para saber com que frequência ocorrem a variação dos tempos para identificação e priorização dos principais gargalos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. BARNES, R Estudo de Movimentos e de Tempos: Projeto e Medidas do Trabalho. São Paulo: Edgar Blücher, 1977.
- [2]. GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 1991.
- [3]. KRAJEWSKI, LEE J.; RITZMAN, LARRY; MALHOTRA, MANOJ; Administração de produção e operações. São Paulo: Pearson Prentice hall, 2009.
- [4]. KULAIF, Y. (2005) Sumário Mineral Brasileiro 2005 – Caulim. DNPM/MME. Pesquisa efetuada no endereço: http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriado_documento/sumáriomineral20005/CAULIM%202005rev.doc.
- [5]. MARTINS, Petrônio G; LAUGENI, Fernando P. Administração da Produção. São Paulo: Saraiva, 2006.
- [6]. MOREIRA, D. A. Administração da produção e operações. 2 ed. São Paulo: Cengage e Learning, 2009.
- [7]. OLIVEIRA, Raquel Valente de. A Lei de Sarbanes-Oxley como nova motivação para mapeamento de processos nas organizações. XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Fortaleza, 2006.
- [8]. PEINADO, J.; GRAEML, A. R. Administração da produção: operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.
- [9]. PEROVANO, D. G. e Manual de metodologia científica: para segurança pública defesa social. 1 ed. São Paulo: Jurua Editora, 2014.
- [10]. SANTOS, L. A. et al. Implantação de layout celular em uma empresa start-up de tecnologia. XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. UFMS, 2014.
- [11]. SLACK, Nigel et al. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 2006.
- [12]. SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da produção. Tradução de Maria Teresa Corrêa de Oliveira, Fabio Alher. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

Capítulo 18

O FLUXO DE PACIENTES EM UMA UNIDADE DE SAÚDE

Guilherme Henrique de Assumpção Portugal

Pedro Galaxe Pimentel

Thiago Barreto de Oliveira Lima

Thaís Spiegel

Décio Santiago da Silva Jr.

Resumo: O artigo expõe a pesquisa realizada na instituição pública hospital universitário Pedro Ernesto (HUPE), na cidade do rio de janeiro, com o intuito de entender os processos do hospital, conhecer o fluxo de pacientes e, ao final, propor um sistema de melhoria do processo de encaminhadores. Foram realizadas entrevistas em diversas áreas do hospital que estavam, diretamente ou indiretamente, ligados ao fluxo do paciente, durante a pesquisa de campo. Para definir e organizar os dados obtidos na pesquisa, foi utilizada o modelo conceitual para decisões de operações de Hayes (2008), além de usar a ferramenta arvore de realidade atual para entender causas de problemas e basear a relevância de nossa proposta de melhoria. O resultado foi a organização das operações atuais do hospital, identificação de problemas nos processos do fluxo do paciente e idealização de melhoria no sistema de encaminhadores do HUPE. A pesquisa possibilitou o entendimento mais organizado das operações de fluxo de paciente do hospital e indicou uma melhoria com a maior capacidade de impacto, atualmente, para os problemas apontados e considerando a estrutura disponível no HUPE.

1 INTRODUÇÃO

“A saúde é direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação.”, de acordo com o Art. 196 da Constituição Federal Brasileira. Soma-se a este contexto, uma demanda crescente, seja por demografia: só no Estado do Rio de Janeiro, foram 11% em 10 anos (IBGE, 2010); seja por migração de segmentos: na crise econômica atual, muitos deixam o plano de saúde e passam a recorrer ao sistema público (ANAP, 2016); exigindo uma melhor estrutura e desempenho para conseguir atendê-la.

Os sistemas de saúde têm sido desafiados nos, últimos anos, para oferecer atendimento de alta qualidade com recursos limitados (RANDOLPH *et al.*, 2006; VECINA & MALIKI, 2011; SPIEGEL *et al.*, 2016). Esse também é o desafio enfrentado pelo Hospital Universitário Pedro Ernesto (HUPE), localizado no Rio de Janeiro, que possuindo fatores internos e externos que influenciam sobre seu funcionamento, como a crise econômica vivida pelo estado, tem como visão “Ser um referencial de excelência no ensino, pesquisa e assistência na área de saúde do Estado do Rio de Janeiro.”.

O hospital possui fatores internos que dificultam seu funcionamento, como a dificuldade do fluxo de informações e a dificuldade de controle de suas atividades. A direção do hospital, entretanto, reconhece os problemas atuais e busca realizar modernizar sua gestão para melhorar o seu desempenho. Para potencializar o êxito nesse objetivo, o HUPE realizou uma parceria com o Departamento de Engenharia Industrial (DEIN), da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Tal arranjo proporciona para o hospital projetos de melhoria na gestão interna, desenvolvidos pelos alunos sob supervisão dos professores. Já os alunos da

universidade ganham experiência prática e objetos de estudo.

Este trabalho, inserido no contexto dessa parceria, baseou-se no arcabouço teórico da Engenharia de Produção para analisar o fluxo de pacientes e identificar possíveis falhas que permitissem oportunidades de melhoria no hospital. Em função deste objetivo principal foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: (a) definir um protocolo de Pesquisa de Campo; (b) proceder a pesquisa de campo, com a identificação dos problemas existentes; (c) Propor de um projeto de melhoria.

2 PROJETO DE OPERAÇÃO: CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE ESTUDADA

Segundo Russel & Taylor (2016), uma operação pode ser entendida como uma função ou sistema que transforma inputs em outputs de maior valor agregado. A gestão de operações é um campo multidisciplinar que investiga a concepção, gestão e melhoria de processos voltados para o desenvolvimento, produção, distribuição, e entrega de produtos e serviços. As pesquisas em operações concentram-se em explicar as diferenças no desempenho operacional das organizações (por exemplo, produtividade, qualidade, tempo de desenvolvimento de produtos, tempos de entrega etc.) e, como um campo normativo, identificar as implicações para processos, estruturas e sistemas (SPIEGEL, 2013).

O projeto de operações engloba a especificação dos vários processos, políticas e estratégias que constituem o sistema operacional em geral; já a gestão refere-se às decisões e ações que ocorrem dentro dos limites definidos pelo projeto do sistema operacional (GINO & PISANO, 2008). Para analisar a estratégia de operações adotada no hospital, foi utilizado o modelo conceitual proposto por Hayes et al. (2008), para decisões de operações, conforme tabela abaixo:

Tabela 1 – decisões de operações

Decisões Estruturais	Sistemas e Políticas Infra Estruturais
Capacidade	Alocação de Recursos e Sistemas de Orçamento de Capital
Fornecimento e integração vertical	Planejamento do Trabalho e sistemas de controle
Instalações	Sistemas de Recursos Humanos
Informação e tecnologia de processo	Sistemas de Qualidade
	Medição e sistemas de competência
	Sistemas de desenvolvimento de produtos e processos
	Organização

Fonte: Adaptado de Hayes et al. (2008)

Segundo Hayes et al. (2008), as decisões estruturais representam decisões sobre os atributos físicos da organização, que requerem um investimento de capital substancial e, uma vez realizadas, são difíceis de alterar ou reverter. As decisões de infraestrutura de uma empresa são compostas

por políticas e sistemas que governam uma série de atividades, desde orçamento financeiro até a estrutura organizacional.

No caso do HUPE, as categorias de operações estão conformadas da seguinte forma:

Tabela 2 – decisões do HUPE

Categoria de Operações	Definição	Aplicação ao HUPE
Capacidade	A capacidade é definida de acordo com o que o mesmo é capaz de oferecer ao utilizar ao máximo seus recursos	Na aplicação da categoria ao HUPE, a capacidade pode se medida a partir da combinação de variáveis como: Leitos, salas ambulatoriais, médicos, enfermeiros, equipamentos e materiais, dentre outros.
Fornecimento e integração vertical	É a relação do quanto do trabalho para realizar a atividade fim é feito internamente e quanto é feito fora	Na aplicação da categoria ao HUPE, é possível verificar na contratação de fornecedores para compra de materiais, medicamentos, alguns exames e serviços de limpeza. Os trabalhos realizados pelos médicos e enfermeiros, por exemplo, são realizados com recursos internos.
Instalações	É a divisão de como a capacidade operacional será segmentada em unidades operacionais individuais e como cada uma é especializada.	Na aplicação da categoria ao HUPE, a decisão de instalação é verificada em como o HUPE adequa suas instalações de acordo com as necessidades atendidas, como a divisão de espaço de enfermarias e salas.
Informação e tecnologia do processo	É a seleção de informação e tecnologia que será utilizada no processo de trabalho.	Na aplicação da categoria ao HUPE, a decisão é verificada no sistema interno integrado utilizado pelo mesmo, o SIHUPE e o SUBPAV, que consiste no sistema de saúde integrado no estado.
Alocação de Recursos e Sistemas de Orçamento de Capital	É a decisão de como alocar os recursos existentes relacionando-os com o orçamento de capital da empresa.	Na aplicação da categoria ao HUPE, a decisão fica concentrada na Diretoria Geral e Diretoria Administrativa do HUPE, sendo dela a decisão de utilização.

Tabela 2 – decisões do HUPE (continuação)

Categoria de Operações	Definição	Aplicação ao HUPE
Planejamento do trabalho e sistemas de controle	Consiste no planejamento de trabalho da empresa, de forma que a mesma controle sua atividade a partir do padrão deste planejamento.	Na aplicação da categoria ao HUPE, o planejamento de trabalho do HUPE, o POA, é revisado junto ao município, que atua como gestor pleno local no âmbito do SUS.
Sistema de Recursos Humanos	Consiste no sistema pela seleção, habilidades e compensação dos colaboradores.	Na aplicação da categoria ao HUPE, as decisões sobre recursos humanos ficam concentradas na diretoria em alinhamento com o município.
Sistemas de Qualidade	Consiste em sistemas de qualidade como prevenção de defeitos e monitoramento.	Na aplicação da categoria ao HUPE, no mesmo estão presentes o uso de normas como a de segurança de pacientes e gestão de resíduos.
Medição e sistemas de competências	Consiste em medições, bônus e políticas de promoções na empresa.	Essa categoria não se aplica ao HUPE pois, por ser uma instituição pública, o mesmo não adota a política de medições e bônus.
Sistemas de desenvolvimento de produtos e processos	Consiste nos sistemas de desenvolvimentos de produtos e processos existentes na empresa.	Na aplicação da categoria ao HUPE, o HUPE possui a coordenadoria de planejamento e processos, que realiza esse trabalho.
Organização	Consiste em como a empresa é organizada, se é centralizada ou descentralizada, quais decisões são delegadas.	Na aplicação da categoria ao HUPE, o HUPE possui uma organização centralizada, nos quais as decisões são concentradas nos Diretores e Coordenadores.

A partir das análises das operações do hospital foram realizadas entrevistas abertas e semi-estruturadas com funcionários do HUPE, de forma a explorar como funciona o fluxo de pacientes dentro do hospital. O resultado

destas entrevistas permitiu elaborar uma cadeia de valor agregado (*value added chain* - VAC), que representasse o fluxo de pacientes do hospital, servindo como base para a pesquisa de campo conforme Figura 1.

Figura 1: Cadeia de Valor Agregado HUPE/UERJ

Conforme representado na VAC, o paciente inicia seu atendimento na Clínica da Família, sendo encaminhado pelo sistema de regulação (SISREG) para uma consulta de primeira vez no HUPE, quando há demanda por um diagnóstico de especialista. Após a

consulta de primeira vez, o paciente pode retornar à Clínica da Família ou continuar sendo atendido no HUPE, ou como internado ou recebendo atendimento ambulatorial. O paciente internado pode ser um internado clínico ou um internado cirúrgico,

dependendo da sua situação de saúde. Os internados para atendimento clínico são mantidos continuamente nas enfermarias ou unidades de terapia intensiva, sendo deslocados somente se necessário algum exame especial que não possa ser feito no leito. Já os internados cirúrgicos serão, em algum momento, deslocados ao centro cirúrgico para realização do procedimento. A internação termina com a alta ou com o óbito.

3 PESQUISA DE CAMPO: DIAGNÓSTICO

3.1 IDENTIFICAÇÃO DOS EFEITOS INDESEJADOS

Na pesquisa de campo, foram triangulados os seguintes procedimentos metodológicos: observação direta não participante, entrevistas abertas e semi-estruturadas e análise de dados; de modo a entender como

funciona o fluxo de pacientes no HUPE e quais são os problemas do mesmo, conseguindo assim criar um projeto de melhoria. Foram visitados e entrevistados responsáveis dos seguintes locais: Atendimento ambulatoriais: Exames de imagem e Consultas; Setor de Internação, Núcleo de Regulação Interno; Enfermarias Clínicas: Pediatria, Obstetrícia, Neurologia, Clínica Médica e Tórax; Enfermarias Cirúrgicas: Cardiologia, Nefrologia, Urologia, Vascular, Coronariana e UI.

Devido ao tempo limitado não foi possível ter acesso ao Centro Cirúrgico. Assim, este trabalho não detalha os processos de internações cirúrgicas.

A partir dessas visitas, foram identificados diversos efeitos indesejados encontrados durante o processo, evidenciados na tabela abaixo:

Tabela 3 – identificação dos efeitos indesejados

Setor	Efeitos Indesejados	Descrição
Atendimento ambulatorial	Alto percentual de ausências em consultas de 1ª vez	De acordo com as informações coletadas junto ao NIR, Núcleo Interno de Regulação do HUPE, o percentual de ausências em consultas de 1ª vez é de aproximadamente 50%.
Atendimento ambulatorial	Dificuldade para adequar as agendas aos critérios do Estado	A demanda de consultas de retorno solicitadas pelos médicos do HUPE normalmente é maior do que o percentual liberado pelo Estado.
Internação	Problemas no preenchimento e na entrega do Censo;	O Censo é o processo no qual as informações de entrada e saída das enfermarias chegam à internação. Em diversos casos o Censo não é entregue à internação. Além disso, há dificuldade na leitura das informações escritas no Censo e foram encontradas guias com as informações erradas;
Internação	Defasagem nas informações presentes no sistema em relação à realidade	Devido à ineficiência existente no processo do Censo, as informações de alta dos pacientes não chegam no tempo adequado à internação, o que faz com que alguns pacientes ainda estejam no sistema, mas que na verdade já levaram altas. Esse fato faz com que as informações presentes no sistema não sejam confiáveis para realizar a análise, atrapalhando o faturamento do hospital.
Internação	Diferença na numeração entre os leitos e o sistema	Os leitos presentes no sistema do SIHUPE e no SUBPAV não possui as mesmas numerações dos leitos físicos das enfermarias, o que dificulta a comunicação entre as áreas.

Tabela 3 –identificação dos efeitos indesejados (continuação)

Setor	Efeitos Indesejados	Descrição
Internação	Falta de recebimento do documento de Alta	De acordo com o processo de alta, seria necessário que todo paciente que saísse do HUPE passasse pela internação acompanhado de um encaminhador ou profissional da saúde. Foi observado que esse processo não funciona, os pacientes saem desacompanhados das enfermarias, ao invés de ir com um encaminhador, e a internação não recebe no momento exato a documentação necessária.
Internação	Dificuldade de acesso aos encaminhadores	Não há um local específico para que se entre em contato para solicitar ajuda dos encaminhadores existentes no hospital para acompanhar os pacientes, o que faz com que os mesmos se desloquem por conta própria no hospital.
Enfermarias	Enfermeiros realizam tarefas administrativas	A maioria das enfermarias evidenciou que há um excesso de trabalho em relação à suas funções, de forma que eles necessitam realizar outras atividades não comuns para sua função, como solicitação de medicamentos, acompanhamento de pacientes e limpeza.
Enfermarias	Perda de exames de pacientes	É comum que os enfermeiros e técnicos de enfermagem tenham levar o paciente ao local de exame. Esse fato faz com que seja comum que haja atraso ou ausência de pacientes internados na realização de exames, pois muitas vezes os enfermeiros e técnicos de enfermagem necessitam atender pacientes em situações urgentes.
Enfermarias	Não há padronização no preenchimento de tarefas administrativas	As atividades administrativas das enfermarias são realizadas pelos enfermeiros não possuem padronização, como o censo, por exemplo, que é preenchido de forma diferente pelas enfermarias visitadas.
Enfermarias	Chegada direta dos pacientes às enfermarias	Da internação até a enfermaria de destino, os pacientes realizam o caminho sozinho, além de a enfermaria não ser informada que o paciente está chegando, tendo que preparar o leito às pressas para o paciente, além de ter problemas quando o paciente possui alguma doença infecciosa.
Enfermarias	Pacientes que recebem altas saem desacompanhados das enfermarias	Devido à dificuldade de se comunicar com os encaminhadores, os pacientes que recebem altas saem desacompanhados das enfermarias.
Enfermarias	Risco à segurança do paciente	Os pacientes tem livre circulação dentro do hospital, sem o devido acompanhamento junto ao mesmo.
Enfermarias	Dificuldades de preenchimento de tarefas administrativas por parte da enfermaria	Foi evidenciado pelos enfermeiros que os mesmos tinham dificuldade de realizar tarefas administrativas.

3.2 ÁRVORE DE REALIDADE ATUAL: ANÁLISE DO ENLACE CAUSAL

Segundo Rodrigues (2004), a Árvore de Realidade Atual (ARA) é uma ferramenta de base lógica usada para descrever uma realidade através de relações de causa e efeito que permitem mostrar como efeitos indesejáveis de um sistema se interligam e decorrem de poucas causas: conflitos não resolvidos e pressupostos errôneos.

De acordo com Lacerda et al. (2009), a leitura da ARA deve ser feita da base para o topo. As

flechas são direcionadas das causas para os efeitos, estabelecendo uma lógica de relacionamentos causa-efeito desde as causas básicas até o efeito indesejado mais amplo.

A partir dos problemas encontrados na pesquisa de campo, foi então desenvolvida uma ARA, de forma a buscar encontrar os efeitos indesejáveis chave existentes no hospital, de forma a realizar um projeto que busque mitigá-los. Esse desenvolvimento teve o seguinte resultado:

Figura 2: Árvore de Realidade Atual

Dessa forma, a partir da ARA criada, foram identificadas as seguintes causa raiz:

Diferença na numeração entre os leitos e o sistema;

Não há padronização no preenchimento de tarefas administrativas

Enfermeiros realizando tarefas administrativas

Problemas de comunicação com os encaminhadores

Qualidade das pulseiras utilizadas

Após apresentação e refinamento das mesmas com gestores do hospital, priorizou-se como objeto de projeto para proposição de melhoria, o efeito indesejado relacionado a comunicação com os encaminhadores.

4 PROJETO DE MELHORIA

A formulação do projeto de melhoria inicialmente estabeleceu os ganhos desejados. Para estes, foram definidos como

parâmetros o tempo até a efetiva comunicação com os encaminhadores, e os tempos de resposta até a disponibilização do maqueiro, e recursos necessários (cadeira de roda, maca, respirador, higienizador etc.) para o transporte dos pacientes.

Seguiu-se para uma etapa de aprofundamento do contexto atual, no qual foram identificados elementos afetos a capacidade de comunicação atual com os encaminhadores. Neste processo foi identificado que existia uma quantidade de encaminhadores adequada para o funcionamento do hospital, 60 encaminhadores ao todo, mas não havia uma coordenação adequada para o funcionamento dentro do hospital. Estes encaminhadores tinham seus postos de trabalho distribuído entre as enfermarias e outros serviços do HUPE. Se isso facilitava o atendimento direto aos profissionais de saúde das unidades, muitas vezes os encaminhadores, tendo saído a serviço, não estavam disponíveis em seus postos. Para resolver o problema de

comunicação com os encaminhadores foi proposta a criação de uma central dentro do HUPE.

Central dos Encaminhadores

Para apresentar a Central projetada, foi utilizado o *framework* de Hayes et al. (2008), com as categorias consideradas aplicadas ao projeto.

Tabela 4 – categorias consideradas

Categoria de operações	Central dos Encaminhadores
Capacidade	22 pacientes transportados simultaneamente no turno do dia; e até 4 ao mesmo tempo no turno da noite.
Instalações	Sala anexa à Internação, com as macas e cadeiras ficando localizadas em uma sala externa.
Informação e tecnologia de processo	Planilha de gestão desenvolvida, a ser utilizada para registrar toda a movimentação realizada pelos encaminhadores. Na medida em que a planilha é preenchida, automaticamente são criados gráficos e tabelas com os indicadores correspondentes, proporcionando as informações para adequar o processo ao seu funcionamento.
Planejamento do trabalho e sistemas de controle	Foi utilizado o histórico de dados do HUPE para calcular os períodos com maior demanda. Dessa forma, foram criados 2 turnos, um com 22 encaminhadores, de 6h às 18h, pois possui o período com mais demandas, e outro com 4, de 18h às 6h. Nota-se que desta forma a troca de plantão dos encaminhadores ocorrerá com 1h de antecedência em relação aos profissionais de saúde.
	Encaminhadores solicitados por meio de agendamentos ou solicitação das enfermarias.
	Prioridade para pacientes do Centro Cirúrgico, da UI, Exames, alta, transferência e admissão, seguindo essa ordem.
Sistemas de qualidade	Resolução COFEN Nº 376/2011

Fonte: Hayes et al (2008)

A dinâmica de funcionamento da Central de Encaminhadores seguirá conforme processo a seguir.

Figura 3: Central de Encaminhadores

4.2 PONTOS DE MELHORIA

Ao implementar a dinâmica de operação proposta para a Central dos Encaminhadores, são esperados os seguintes resultados.

Tabela 5 – melhorias esperadas na central de encaminhadores

Melhoria	Descrição da melhoria
Melhora na segurança do paciente	Com o acompanhamento dos encaminhadores junto aos pacientes dentro do hospital, o transporte dos pacientes é realizado da maneira adequada e mais segura
Melhora fluxo de informações	Com os encaminhadores realizando o registro das movimentações de paciente, é possível atualizar imediatamente as mudanças ocorridas, como de movimentações e altas. Essa melhoria vai fazer com que a defasagem das informações presentes no sistema em relação à realidade diminua;
Diminuição no absenteísmo nos exames agendados para os pacientes.	Sendo realizada uma gestão adequada dos encaminhadores, os pacientes terão um encaminhador a sua disposição para realizarem os exames, fazendo com que o absenteísmo diminua;

5 CONCLUSÃO

O objetivo geral dessa pesquisa foi analisar o fluxo de pacientes do HUPE aplicando os conceitos de engenharia de produção de modo a aproveitar estas ferramentas para apontar problemas e propor melhorias no hospital. Em função deste objetivo geral foram definidos 3 objetivos específicos: (1) definir um protocolo de Pesquisa de Campo, (2) proceder a pesquisa de campo, com a identificação dos problemas existentes e (3) propor de um projeto de melhoria. Para o protocolo da pesquisa de campo, foram evidenciadas as informações necessárias para a realização da pesquisa e entender o funcionamento do hospital, tendo esse objetivo sido considerado atingido.

Na pesquisa de campo, foram feitas visitas e entrevistas, de forma a identificar os efeitos indesejados presentes no fluxo. A partir dessa identificação, foram determinadas, com o uso de uma ARA, as causas raiz e escolhido o problema que seria trabalhado nessa pesquisa. Dessa forma, o objetivo definido com a pesquisa foi considerado atingido.

O último objetivo, o projeto de melhoria, também foi considerado atingido. Foi desenvolvido o projeto de uma Central de Encaminhadores, que tem como resultado diferentes tipos de melhoria para o hospital. Devido à limitação temporal existente dentro desse projeto de graduação não foi possível testar a proposta pela aplicação do processo modelado ao HUPE. A implementação do processo da Central dos Encaminhadores não será simples. Serão necessárias diversas mudanças no modo de trabalho, o que exigirá uma difícil estratégia de gestão de mudanças.

Entretanto, é importante que o projeto seja implementado, pois o mesmo gera diferentes tipos de melhorias de trabalho para o HUPE, aumentando a integração e comunicação de diferentes áreas, como enfermarias e a internação, além de criar uma base de dados sólida, que tornará possível uma análise detalhada do trabalho do HUPE. Por fim, foi criada a árvore de realidade futura após a implementação da Central, demonstrando a importância da mesma e também os próximos desafios que o hospital vai enfrentar.

Figura 4: Árvore de Realidade Futura

REFERÊNCIAS

- [1]. ANAHP. Disponível em : <http://anahp.com.br/produtos-anahp/produtos-exclusivos/notas-tecnicas>. Acessado em 05 de Julho de 2016.
- [2]. BELSO, B.; CERDÁ E.; CONGDON, P.; DESSOUKY, M.; GREEN, L.; RANDOLPH, H.; SHANE, H.; JACOBSON, S.; JIA, H.; KOSNIK, L.; KURAMOTO, L.; LEVY, A.; LINDSAY, M.; MURALI, P.; ORDÓÑEZ, F.; PABLOS, L.; RESAR, R.; RODRIGUEZ, M.; SAVIN, S.; SHEN, Z.; SOBOLEV, B.; SWISHER, J.; VISSERS, J.; WARNER, M.; WILLIAMS, M. Patient Flow: Reducing Delay in Healthcare Delivery. 2006.
- [3]. CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM. RESOLUÇÃO COFEN Nº 376/2011. Disponível em http://www.cofen.gov.br/resoluco-cofen-n-3762011_6599.html. Acesso em 3 de junho. 2017
- [4]. CONSTITUIÇÃO FEDERAL. *Artigos 196 à 200*. Disponível em http://conselho.saude.gov.br/web_sus20anos/20anos/legislacao/constituicaofederal.pdf. Acesso em 17 de setembro. 2016.
- [5]. GINO, F.; PISANO, G. Toward a Theory of Behavioral Operations. *Manufacturing & Service Operations Management*, v. 10, n. 4, p. 676–691, 2008
- [6]. HAYES, R.; PISANO, G.; UPTON, D.; WHEELWRIGHT, S. EmBusca da VantagemCompetitiva. 2008.
- [7]. IBGE. *IBGE Cidades*. Disponível em <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=330455>. Acesso em 17 de setembro. 2016.
- [8]. LACERDA, D.; RODRIGUES, L.; SILVA, A. Uma abordagem de avaliação de processos baseado no mundo dos custos para processos no mundo dos ganhos em instituições de ensino superior. *Gestão e Produção*. São Carlos, v.16, n.4, p. 584-597, out-dez. 2009.
- [9]. RODRIGUES, L. H. A aplicação do processo de pensamento da teoria das restrições no ensino de conceito básicos de administração das operações. 2004.
- [10]. SPIEGEL, T. 2013. *Contribuições das ciências cognitivas à gestão de operações: análise do impacto da experiência nas decisões do gestor de operações*. Tese de Doutorado. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- [11]. SPIEGEL, T., CAULLIRAUX, H. M., TREISTMAN, F. E., GUIMARAES, G. E., VACCARO, G. L. R., AMORIM, L. G., PEDROSO, M. C., PEREIRA, M. A. C., GUIMARAES, R., CAMEIRA, R. F., LEIS, R. P., AZZAM, S. M (2016). Projeto e Gestão de Operações em Saúde. In: Cavenaghi, V., Oliveira, V. F., Másculo, F. S. (Org.). Tópicos Emergentes e Desafio Metodológicos em Engenharia de Produção: Casos, Experiências e Proposições. 1ed. Rio de Janeiro: ABEPRO: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 8(15-72).
- [12]. VECINA NETO G.; MALIK, ANA MARIA. *Gestão em Saúde*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2011.

Capítulo 19

GESTÃO DA INOVAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO SOBRE A INCUBADORA DE EMPREENDIMENTOS TECNOLÓGICOS DE MACAÉ

Victor Araújo dos Santos

Luciano José de Oliveira

Ailton da Silva Ferreira

Denise Cristina de Oliveira Nascimento

Resumo: O crescente reconhecimento da importância da inovação enquanto aspecto fundamental para o desenvolvimento econômico tem situado este tema no topo das agendas empresariais e governamentais. A fim de colaborar com este movimento, diferentes iniciativas de suporte e incentivo a empreendimentos inovadores têm se multiplicado em todo o país. O presente trabalho tem como objetivo investigar a atuação das incubadoras de empresas no processo de fomento à inovação, através de um estudo de caso realizado tendo como objeto uma incubadora municipal de empreendimentos tecnológicos no estado do Rio de Janeiro. A partir de pesquisa exploratória teórica e de campo e de dados coletados através de questionário estruturado, buscou-se elucidar os principais aspectos relevantes acerca da gestão eficiente e apoio aos novos empreendedores com potencial inovador. Baseado em um estudo de caso sobre a Incubadora, avaliou-se de que maneira o suporte oferecido se relaciona com o sucesso dos negócios geridos e, finalmente, de que maneira trabalhar para a melhoria da atuação da incubadora ante a seus objetivos, além de permitir verificar a carência de elementos que permitem classificá-la dentro dos primeiros níveis em função de modelo de referência para incubadoras a nível nacional.

Palavras-chave: Inovação, inovação tecnológica, empreendedorismo, incubadora de empresas, questionário.

1. INTRODUÇÃO

O debate acerca da inovação vem se intensificando nos ambientes acadêmico, empresarial e governamental e, com ele, o esforço para a implementação de políticas eficazes de estímulo à inovação, que tornou-se um dos eixos estruturantes da atuação da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE (PLONSKI, 2005). Neste sentido, com a crescente importância dedicada ao tema, o número de incubadoras de empresas e de parques tecnológicos tem aumentado no mundo, como um esforço de organizações em estimular o desenvolvimento de novas tecnologias e de empreendimentos inovadores.

No Brasil, de acordo com dados de 2015, o faturamento estimado de empresas incubadas e graduadas superou os 15 (quinze) bilhões de reais, sendo cerca de 13,8 bilhões por impacto das empresas já graduadas e cerca de 1,5 bilhão por parte das empresas ainda sob o processo de incubação (ANPROTEC, 2016), números que demonstram o acelerado crescimento do movimento de incubadoras no país e seu enorme impacto na economia nacional. Este artigo baseou-se neste contexto para realizar um estudo de caso tendo como objeto a Incubadora Municipal de Empreendimentos Inovadores da cidade de Macaé, cujo objetivo foi apresentar um dos sistemas de incentivo à inovação existente, bem como analisar criticamente sua performance nesta tarefa. Foi realizada uma pesquisa de campo para coleta de dados, suportada por referencial teórico que sustenta sua análise crítica.

2. INOVAÇÃO

Embora não exista uma relação linear entre os gastos com Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e o nível de inovação em uma economia, a inovação pressupõe a existência de uma economia altamente interconectada, entre indivíduos e organizações, que possibilite o compartilhamento do conhecimento e a expansão de seus limites (MAZZUCATO, 2014). O Departamento de Comércio e Indústria (*Department of Trade and Industry* – DTI) do Reino Unido define a inovação como a exploração bem sucedida de novas ideias (DTI-UK, 2003). Freeman (1982), por sua vez, apresenta um conceito mais aprimorado, afirmando que inovação é o processo que inclui as atividades técnicas,

concepção, desenvolvimento, gestão e que resulta na comercialização de novos (ou melhorados) produtos, ou na primeira utilização de novos (ou melhorados) processos, ou mais simplesmente, que inovação é o processo de tornar oportunidades em novas ideias e colocar estas em prática de uso extensivo.

É importante perceber que o termo ‘inovação’ é recorrentemente mal interpretado. De acordo com Plonski (2005), três equívocos comuns são praticados na interpretação do termo ‘inovação’, tais como *reducionismo* (*considerar inovação apenas a de base tecnológica*), *encantamento* (*considerar inovação tecnológica apenas a espetacular*), *descaracterização* (*relaxar o requisito de mudança tecnológica dessa inovação*). Entende-se, desta forma, que devido a esta comum e deficiente interpretação do significado do termo ‘inovação’, muitas vezes, a intenção é referir-se à inovação tecnológica e/ou derivadas de pesquisas científicas ou do avanço técnico. O esclarecimento destes conceitos e definições é fundamental para o avanço do estudo e dos esforços no intuito de gerir adequadamente a inovação.

2.1. INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Entende-se por inovação tecnológica a introdução de produtos ou processos tecnologicamente novos e melhorias significativas que tenham sido implementadas em produtos e processos existentes. Considera-se uma inovação tecnológica de produto ou serviço aquela que tenha sido implementada e introduzida no mercado – inovação de produto – ou utilizada no processo de produção – inovação de processo. Desta forma, pode-se dizer que uma inovação tecnológica de produto é a implantação/comercialização de um produto com características de desempenho aprimoradas de modo a fornecer objetivamente ao consumidor serviços novos ou aprimorados. Outrossim, uma inovação de processo tecnológico é a implantação/adoção de métodos de produção ou comercialização novos ou significativamente aprimorados (OCDE, 2004).

Plonski (2005), ao ressaltar que toda inovação tecnológica envolve mudanças desta natureza em bens e/ou serviços ou na forma em que estes são produzidos, geridos, distribuídos, etc., também destaca que inovações em produto e processo não são exclusivas,

podendo, pelo contrário, combinar-se em frequentes situações, como por exemplo na venda de um pen-drive (produto inovador) por meio de um website na internet (processo inovador).

2.2. EMPREENDEDORISMO E A “DESTRUIÇÃO CRIATIVA”

São fartas as defesas tecidas por economistas sobre a importância do indivíduo empreendedor para o funcionamento das economias de mercado em sociedades capitalistas. Chiavenato (2004) caracteriza o empreendedor como a energia da economia, a pessoa que inicia ou operacionaliza um negócio, a partir de uma oportunidade observada, assumindo riscos e responsabilidades.

Schumpeter (1934) defende que as inovações dos empresários são o impulso da economia de mercado e o fator de sustentação do seu crescimento no longo prazo, onde novos produtos são gerados e lançados no mercado, levando à superação de modelos e versões anteriores. Assim, diz-se que produtos inovadores “destroem” empresas antigas e velhos modelos de negócio, estabelecendo-se no lugar destas. Empreendedores são, não raramente, os responsáveis por efetivamente executar este processo denominado “destruição criativa”.

2.3. INCUBADORAS DE EMPRESAS

Em relatório publicado por ANPROTEC (Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores)

e SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) (2016), define-se que as incubadoras têm como propósito auxiliar os empreendedores na maturação de seus negócios, por meio de ações que permitam adquirir conhecimentos e desenvolver habilidades de gestão empresarial, bem como conferir ao empreendimento características fundamentais à competitividade. Os produtos finais esperados do programa de incubação seriam, portanto, empresas financeiramente viáveis, com gestão adequada e bem posicionadas em seus mercados de atuação. O conceito da incubação baseia-se na ideia de acompanhar o negócio desde seus estágios iniciais, ou até mesmo embrionário, antes de seu início formal.

O mecanismo é fruto da experiência realizada em Nova Iorque, nos Estados Unidos, em 1959. Relata-se que quando uma fábrica de uma grande empresa fechou as portas, deixando um grande número de trabalhadores desempregados, o comprador de suas instalações físicas optou por sublocar o espaço para pequenas empresas iniciantes, de modo que elas podiam compartilhar o espaço físico, equipamento, serviços e outros recursos. Já nos anos 70, na região conhecida como Vale do Silício, incubadoras começaram a surgir como forma de incentivar os universitários e recém-graduados daquele local a disseminar e suas ideias de inovação e estimular o empreendedorismo. (ANPROTEC, 2016.). O crescimento mundial do movimento de incubadores desde o seu início na década de 1980 é substancial, conforme dados do gráfico exposto na figura que segue:

Figura 1: Crescimento da Indústria Mundial de Incubadoras

Fonte: NESTA, 2011.

Segundo pesquisa realizada em 2011, os fatores que aceleram o crescimento dos empreendimentos incubados são: desenvolvimento de credibilidade; encurtamento da curva de aprendizado dos empreendedores; resolução de problemas de

forma mais rápida; e acesso a uma rede de relacionamentos de empreendedores (ANPROTEC, 2016). O impacto percebido pelo processo de incubação é apresentado no gráfico reproduzido na figura à frente:

Figura 2: Impacto teórico de uma incubadora no crescimento de uma empresa

Fonte: NESTA, 2011.

2.3.1. MODELOS DE REFERÊNCIA PARA INCUBADORAS

O sucesso de uma incubadora depende de um elevado grau de sintonia com o ambiente e as estratégias de inovação do ambiente em que se encontra inserida, isto é, a incubadora

precisa fazer parte do “ecossistema de inovação”, termo utilizado para se referir a um complexo arcabouço de elementos participantes que contribuem para a existência de um ambiente empreendedor que favoreça a geração de inovações, incluindo empreendedores, investidores,

pesquisadores, incubadoras, parques, aceleradoras, instâncias de governos, etc (ANPROTEC, 2016). Neste sentido, é desejável que elas atendam aos requisitos

para atuarem como uma “Incubadora de Terceira Geração”, conforme apresentado na figura que segue:

Figura 3: Evolução das incubadoras no contexto internacional

Fonte: ANPROTEC, 2016.

Primeira Geração: Consiste basicamente na oferta de espaço físico de boa qualidade a um custo acessível para os novos empreendimentos, incluindo recursos compartilhados como auditórios, salas de reunião, equipamentos de uso comum, etc. A definição de Allen (1988) descreve este modelo como uma estrutura física que oferece a novas e pequenas empresas aluguéis acessíveis, escritórios compartilhados, serviços de logística e organiza gestão de negócios e assistência financeira.

Segunda Geração: Adicionalmente à estrutura básica do modelo de Primeira Geração, este possui maior foco em apoio ao desenvolvimento empresarial, ao ofertar treinamentos, mentorias, *coaching*, etc. A definição de Duff (2016) se aproxima do modelo ao descrever uma incubadora de empresas como uma organização que oferece uma variedade de serviços de desenvolvimento empresarial e acesso a pequenos espaços em termos flexíveis, de forma a atender as necessidades de novas empresas, com intuito de melhorar as taxas de crescimento e de sucesso das novas empresas, com consequente aumento do impacto sobre a economia da região. Esse modelo evolui do método *technology push* para o *market pull*, ao passar a considerar demandas de mercado e relacioná-las em potenciais oportunidades.

Terceira Geração: Atenção especial na geração e manutenção de uma rede de acesso a recursos e conhecimentos, o que de fato situa a incubadora dentro do seu ecossistema de inovação. Aqui a incubadora é uma organização que acelera e sistematiza o processo de criação de empreendimentos bem-sucedidos, por meio do fornecimento de um conjunto de apoios abrangentes e integrados incluindo espaço físico, serviços de suporte e oportunidades de *networking* e integração com *clusters* (INFODEV, 2010).

2.3.2. MODELO CERNE

O denominado Centro de Referência para Apoio a Novos Empreendedores – CERNE tem por objetivo promover um incremento em termos de qualidade e de quantidade para a atuação das incubadoras de empresas no Brasil, possuindo como referência modelos como o norte-americano SBDC (*Small Business Development Centers*) e BICs (*Business Innovation Centers*) europeus, iniciativas inovadoras no apoio às micro e pequenas empresas com potencial inovador naqueles mercados (CERNE, 2016). Seu documento oficial o define como “um modelo de referência que identifica os sistemas, elementos e práticas-chave que uma incubadora deve implantar para gerar, sistematicamente, um número cada vez maior de empreendimentos inovadores de sucesso”.

Figura 4: Lógica de Organização dos Níveis de Maturidade

Fonte: CERNE, 2016.

A partir desta lógica, cada nível corresponde e compreende a um determinado conjunto de elementos, a saber:

CERNE 1: foco na implantação de todos os sistemas e processos diretamente relacionados ao desenvolvimento dos **empreendimentos**, tais como capacitação, assessoria, seleção, gestão financeira, gestão da infraestrutura física e gestão tecnológica. Neste nível, a incubadora deve possuir capacidade de selecionar boas ideias e convertê-las em negócios inovadores bem sucedidos, de forma sistemática e constante.

CERNE 2: objetiva assegurar um gerenciamento efetivo da **incubadora** em si mesma como uma organização, isto é, sob o mesmo padrão de monitoramento de desempenho e gestão dos resultados obtidos perante os objetivos estabelecidos.

CERNE 3: consolidação de uma **rede de parceiros**, que auxilie na ampliação das chances de sucesso dos empreendimentos apoiados. Neste nível, a incubadora se apresenta a partir da perspectiva do ecossistema de inovação, levando em consideração os demais elementos do ambiente em que se insere.

CERNE 4: compreendendo que a incubadora possui a maturidade necessária para se auto-gestionar como um sistema que gera e/ou incentiva as inovações. A partir desta ótica, deve-se trabalhar a ideia de **melhoria contínua**, estimulando inovações dentro dos próprios processos internos da incubadora e em sua atuação no contexto externo.

3. METODOLOGIA

Quanto à pesquisa, a base teórica para a análise das questões referentes ao tema da inovação e do empreendedorismo será fornecida pela pesquisa bibliográfica realizada, com especial enfoque na atuação de incubadoras neste fim.

A coleta da primeira parte dos dados foi realizada a partir da técnica de observação, assistemática e individual (MORESI, 2003), em outras palavras, de maneira não previamente planejada e controlada, a partir de visitas realizadas às instalações da incubadora. Além disso, foi aplicado um questionário estruturado com questões abertas e fechadas para o levantamento dos dados a serem avaliados. Foram analisadas as atividades realizadas pela incubadora e pelas 9 (nove) empresas incubadas no período de junho a dezembro do ano de 2016.

4. RESULTADOS

4.1. AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE INCUBAÇÃO

Dois dos itens específicos avaliados foram os recursos de estrutura física da incubadora e o nível de qualidade dos treinamentos e capacitações oferecidos em parceria com o SEBRAE. Quanto ao primeiro item, metade dos respondentes declararam-se razoavelmente satisfeitos com os recursos, ao passo que a segunda metade dividiu-se entre muito satisfeitos e pouco satisfeitos. Não houve nenhuma classificação para a opção 'insatisfatório', conforme pode ser observado a seguir:

Figura 5: Nível de qualidade dos recursos e estrutura física da incubadora.

Fonte: elaborado pelo autor.

Posteriormente, avaliou-se o nível de qualidade dos treinamentos e capacitações oferecidos pela incubadora em parceria com o SEBRAE. Quanto a estes, a avaliação foi consideravelmente melhor. Todos declararam-

se satisfeitos, havendo cerca de 38% apontado a opção 'muito satisfatório' e os 62% restantes a alternativa 'razoavelmente satisfatório'.

Figura 6: Nível de qualidade dos treinamentos e capacitações oferecidos

Fonte: elaborado pelo autor.

Um aspecto de influência direta verificado foi a intervenção causada na gestão interna das empresas incubadas. Neste tópico, a maior parte das empresas (cerca de 87,5%) relatou ter havido mudança em suas diretrizes estratégicas por influência do processo de

incubação ou das consultorias recebidas no processo. Apenas uma alegou não ter mudado nenhum direcionamento deste aspecto. Este aspecto pode ser melhor observado a seguir:

Figura 7: Influência da incubadora na diretriz estratégica do empreendimento.

Fonte: elaborado pelo autor.

Buscando mensurar o impacto positivo proporcionado pela incubadora, avaliou-se em que medida o negócio cresceu se comparado ao estágio anterior à incubação. Nesta questão, todos os respondentes declararam ter havido crescimento no

período. Não obstante, cerca de 62% declararam ter havido um crescimento moderado, enquanto os outros 38% relataram um pequeno crescimento. Esta distribuição é observada no gráfico que segue:

Figura 8: Crescimento percebido desde a entrada na incubadora

Fonte: elaborado pelo autor.

Em seguida, foi perguntado como a empresa avalia o impacto do processo de incubação para o crescimento do seu negócio e quanta diferença fez estar participando da incubadora. Nesta questão, metade dos

respondentes afirma ter havido uma diferença 'razoavelmente significativa', enquanto a outra metade diz ter havido uma diferença 'muito significativa', tal qual pode ser observado no gráfico apresentado à frente:

Figura 9: Impacto da incubação para o desenvolvimento do negócio.

Fonte: elaborado pelo autor.

4.2 CONCLUSÕES

Apesar da incipiência da Incubadora, que opera plenamente há apenas pouco menos de um ano, é pertinente classificá-la em conformidade com as categorias dos modelos de referência disponíveis na literatura. É importante ressaltar que a Incubadora de Empreendimentos Tecnológicos de Macaé é dotada, ainda que de maneira incompleta, dos elementos de estrutura física que caracterizam as incubadoras de primeira geração, sob a classificação da ANPROTEC

apresentada no referencial teórico. Em adição, possui também, o foco no apoio ao desenvolvimento empresarial e à oferta de treinamentos e mentorias, típicas das incubadoras de segunda geração. Quanto à rede de recursos e conhecimento, o chamado 'ecossistema de inovação' em que a incubadora se inseriria na Terceira Geração, esta ainda não possui na prática esta configuração, não obstante haja a intenção da construção desta cadeia, manifestada em projetos ainda não concretizados do poder

público municipal. A despeito da presença de elementos da segunda geração e de um horizonte para os da terceira geração, a recorrente insatisfação das empresas incubadas para com os elementos básicos de infraestrutura física, que, embora presentes, não satisfazem as necessidades dos usuários, não permite que se situe a incubadora no estágio da primeira geração, não sendo possível, tampouco, posicioná-la na segunda ou na terceira, uma vez que as suas substâncias abarcam os elementos dos estágios anteriores.

Quanto à classificação sob os estágios do modelo CERNE, o nível de amadurecimento da incubadora estudada, também não possui a totalidade dos elementos mínimos requeridos para ser considerada de maneira plena uma incubadora do nível CERNE 1. Isto é, apesar de possuir parte dos sistemas e processos diretamente relacionados ao desenvolvimento dos empreendimentos, tais

como capacitação, assessoria e seleção, carece de incrementos para possuir gestão financeira, da infraestrutura física e tecnológica que satisfaçam as necessidades operacionais.

Faz-se necessário rever e examinar se estes elementos estão presentes e como sua presença ou ausência se manifesta para o processo de amadurecimento e viabilização dos empreendimentos. As lacunas podem comportar-se como restrições que dificultam este desenvolvimento. Para garantir que isto não ocorra, a incubadora deve buscar adquirir os elementos ausentes e incrementar os insuficientes, para que atenda às especificações dos modelos de referência, o que, além de favorecer o seu próprio processo de autogestão, eleva a incubadora a um patamar de padronização no qual demais incubadoras estão inseridas, além de diferentes agentes relacionados ao ecossistema de inovação.

REFERÊNCIAS

- [1]. ALLEN, David. Business Incubator Life Cycles. Pennsylvania: Economic Development Quarterly, 1988.
- [2]. ANPROTEC (Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores), SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas), FGV (Fundação Getúlio Vargas). Estudo de Impacto Econômico: Segmento de Incubadoras de Empresas do Brasil. Brasília, 2016.
- [3]. CERNE (Centro de Referência para Apoio a Novos Empreendimentos). Modelo de referência para apoio a novos empreendimentos. Disponível em: < <http://anprotec.org.br/cerne/>>. Acesso em 14 Out. 2016.
- [4]. CHIAVENATO, Idalberto. Empreendedorismo: dando asas ao espírito empreendedor. São Paulo: Saraiva, 2004.
- [5]. DTI-UK (Department of Trade and Industry of United Kingdom Government). Innovation Report – Competing in the global economy: the innovation of challenge. DTI-UK: London, 2003.
- [6]. DUFF, Andrew. Best Practice in Business Incubator Management. Disponível em: <http://www.eifn.ipacv.ro/include/documentations_files/bestpracrpt.pdf>. Acesso em 29 Out. 2016.
- [7]. FREEMAN, Christopher. The economics of industrial innovation. 2. ed. London, Frances Pinter, 1982.
- [8]. HISRICH, Robert; PETERS, Michael. Empreendedorismo. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- [9]. InfoDEV (Information for Development Program). Global Good Practice in Incubation Policy Development and Implementation. Disponível em http://www.infodev.org/infodev-files/resource/InfodevDocuments_834.pdf>. Acesso em 29 Out. 2016.
- [10]. MAZZUCATO, Mariana. O Estado Empreendedor: Desmascarando o mito do setor público vs. setor privado. São Paulo: Cia. das Letras, 2014.
- [11]. MORESI, E. Metodologia da Pesquisa. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2003.
- [12]. NESTA (National Endowment for Science, Technology and the Arts). Incubation for Growth: A review of the impact of business incubation on new ventures with high growth potencial. London, 2011.
- [13]. OCDE. Manual de Oslo: proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica. Brasília: FINEP, 2004.
- [14]. PLONSKI, Guilherme. Bases para um movimento pela inovação tecnológica no Brasil. FEA-USP, São Paulo, 2005.
- [15]. SCHUMPETER, Joseph. The Theory of Economic Development, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1934.

Capítulo 20

GESTÃO DA QUALIDADE EM NUTRIÇÃO HOSPITALAR

Rodrigo Godoy de Lima

André de Melo Silva Paulo

Thaís Spiegel

Elaine de Oliveira Pinto

Décio Santiago da Silva Jr.

Resumo: O presente trabalho consiste na identificação e análise de problemas na divisão de nutrição de um hospital público com o objetivo de propor melhorias para a gestão. Como metodologia utilizou-se a revisão da literatura para o embasamento teórico da aplicação do método de identificação, análise e solução de problemas (miasp). Baseado neste, foi possível modelar os processos, fazer análises quantitativas e qualitativas, estruturar a árvore de realidade atual (ara) e elaborar um plano de ação. Dentre os problemas identificados, escolheu-se atuar sobre a causa-raiz de falta de rastreabilidade das informações, sendo esta responsável direta ou indiretamente por aproximadamente 50% dos principais problemas encontrados. Para isso, foram projetados novos controles e melhorias aos já existentes para a construção de um painel de indicadores que apoiem a tomada de decisão da alta gestão.

1 INTRODUÇÃO

Um hospital pode ser definido como uma organização de prestação de serviços à saúde que agrupa saberes, profissionais, tecnologia e infraestrutura diversificados. Dentro do processo de atenção à saúde, os hospitais atuam como subsistemas de cuidados secundários (cura e tratamento) e terciários (reabilitação e reintegração), e para lugar de ensino e investigação biomédica (VENDEMIATTI, 2010).

Johnston & Clark (2002) afirmam que organizações hospitalares são instituições de elevada complexidade para administrar, já que são compostas por um grande número de funcionários que prestam uma grande variedade de serviços, lidando com uma grande quantidade de fornecedores.

Dentre os serviços observados nos hospitais, tem-se o nutricional, que constitui parte fundamental dentro da estrutura organizacional de um hospital, visto que a alimentação está diretamente ligada à recuperação da saúde do enfermo. É de suma importância que nas primeiras horas após a entrada em uma unidade de internação, o paciente seja avaliado por uma equipe médica e tenha sua dieta prescrita, de acordo com o seu estado nutricional atual (restrição ou inclusão de alimentos específicos), capacidade de ingestão e digestão de alimentos e também absorção intestinal de nutrientes (BRYLINKSY, 2000).

Nota-se, em muitas organizações, os profissionais presos a rotinas de trabalho, sem tempo hábil para refletir sobre os problemas que enfrentam, assim como suas possíveis soluções. Esses problemas não solucionados, muitas vezes invisíveis aos olhos dos gestores em seu cotidiano, podem causar perdas e instabilidade nos processos, afetando o desempenho da organização e gerando maiores custos.

A partir dessa necessidade, este trabalho teve por objetivo a proposição de melhorias que possibilitem um aumento da qualidade dos serviços de cuidado nutricional e a redução de seus custos, por meio da explicitação dos processos e da utilização da metodologia sistemática de resolução de problemas MIA SP, em um hospital público de grande porte.

Incluído na concepção do Controle de Qualidade Total (*Total Quality Control* - TQC), o MIA SP tem sido amplamente difundido e

utilizado, geralmente por grandes empresas, com o objetivo de eliminar os diversos impactos dos problemas existentes nas organizações. Baseado nos moldes do *Plan, Do, Check, Act* (PDCA), é traçada uma metodologia objetiva e sistemática de melhoria contínua, evitando sua obsolescência e se adequando às diferentes mudanças, algumas delas inevitáveis, que ocorrerão na organização. Segundo Campos (2014, p. 41), "Controle total é o controle exercido por todas as pessoas da empresa, de forma harmônica (sistêmica) e metódica (baseada no ciclo do PDCA)".

2 CONTEXTO: A NUTRIÇÃO NO ÂMBITO HOSPITALAR

É inegável a importância da alimentação para a sobrevivência de todos os seres vivos. Esta se faz mais importante ainda em um hospital, onde, em grande parte dos casos, há necessidades especiais e restrições que precisam ser atendidas para o reestabelecimento dos enfermos.

De acordo com Nonino-Borges (2006) são muito complexos os processos que garantem a compatibilidade entre a oferta e as necessidades nutricionais e terapêuticas dos clientes/pacientes, assim como as responsabilidades econômico-administrativas e programação e execução de refeições de uma Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN). Nonino-Borges (2006) ainda aponta que há estudos que demonstram a subavaliação do estado nutricional e da capacidade de ingestão alimentar dos clientes/pacientes, resultando em ingestão inadequada dos nutrientes necessários, bem como na produção superestimada de alimentos, resultando em desperdício.

Para Leandro-Merhi, Morete & Oliveira (2009, p. 219) o "[...] *déficit nutricional acarreta o aumento da incidência de infecções hospitalares, cicatrização de feridas mais lentas, aumentando ainda mais o tempo de internação, além de contribuir para o aumento dos custos hospitalares*".

Segundo Nonino-Borges (2006) o desperdício de alimentos pode ser gerado por planejamento inadequado de refeições, preferências alimentares, treinamento de funcionários para produção e porcionamento dos alimentos.

Levando em consideração esses fatores, algumas questões que precisam ser avaliadas:

- O levantamento/ atualização de necessidades dos pacientes está adequado?
- A rotina de visita aos leitos está sendo respeitada?
- A previsão e planejamento dos tipos e quantidade de alimentos consideram dados históricos e sazonalidade?
- Como é a comunicação entre clínica, planejamento e produção?
- São realizados levantamentos qualitativos e/ou quantitativos?

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Tendo por base o ciclo PDCA, o MIASP pode ser entendido como um roteiro estruturado

para a resolução de problemas complexos em processos, produtos e serviços em organizações.

O MIASP É uma peça fundamental no controle da qualidade, sendo possível sua utilização com o intuito de manter a qualidade e eliminar os erros crônicos para melhorá-la, usando o método e redirecionando o processo.

Previamente conhecido apenas como MASP, o método teve seu nome modificado para MIASP para destacar a importância da fase de identificação do problema. Sendo assim, o presente projeto tomou a decisão de referi-lo apenas como MIASP.

Segundo Campos (2004), a grande importância do MIASP está no fato dele se alimentar de fatos e dados para nortear a tomada de decisão, que muitas vezes possuem cunho puramente subjetivo, incorrendo em custos.

O MIASP pode ser dividido entre oito fases:

QUADRO 1 - As 8 fases do MIASP.

PDCA	FLUXO	MIASP	
		ETAPA	OBJETIVO
P	① ↓	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	Definir claramente o problema e reconhecer a sua importância.
	② ↓	OBSERVAÇÃO	Investigar as características específicas do problema, com uma visão ampla e sob vários pontos de vista.
	③ ↓	ANÁLISE	Descobrir as causas fundamentais.
	④ ↓	PLANEJAMENTO DA AÇÃO	Fazer um Plano de Ação para bloquear as causas fundamentais.
D	⑤ ↓	AÇÃO	Executar o Plano para bloquear as causas fundamentais.
C	⑥ ↓	VERIFICAÇÃO	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
		(O bloqueio foi efetivo?)	
A	⑦ ↓	PADRONIZAÇÃO	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	⑧ ↓	CONCLUSÃO	Recapitular todo o processo de solução do problema visando trabalho futuro.

Fonte: Adaptado de Campos (2004)

Devido à restrição de tempo por se tratar de um projeto de graduação este trabalho se concentra nas 4 primeiras fases, indo até a proposição de melhorias e elaboração de um plano de ação. Não houve a execução das ações e nem o acompanhamento dos resultados para atestar a eficácia das mesmas.

No contexto do MIASP vale ressaltar a modelagem de processos e a árvore de realidade atual, ferramentas utilizadas no desenvolvimento do Projeto para a identificação dos problemas e suas causas raízes, respectivamente.

3.1.2 BUSINESS PROCESS MANAGEMENT (BPM)

De acordo com Paim (2007) os processos servem de base de registro para aprendizado sobre como atua, o histórico de como atuava e como atuará no futuro, dentro do seu ambiente organizacional.

Sousa Neto e Medeiros Júnior (2008), afirmam que o BPM está se tornando a abordagem de gestão de processos mais popular pelas organizações, tornando-se a abordagem com perspectiva para o futuro.

Instituições hospitalares são organizações complexas de se administrar (JOHNSTON; CLARK, 2002), visto que envolvem um grande

número de pessoas, oferecendo uma variedade de serviços e lidando com uma grande quantidade de fornecedores. Além disso, é exigido um cuidado especializado com atenção e eficaz, visto que um erro em uma atividade que cuida de vidas pode ser fatal. Um grande desafio enfrentado pelos hospitais é um melhor controle dos custos e a manutenção da qualidade da atenção prestada ao paciente. Desafio este, que por meio da gestão adequada dos processos pode ser resolvido (LAGOIA et al, 2008).

A partir da modelagem de processos será possível identificar lacunas e pontos de melhorias nos processos.

3.2.2 ARA (ÁRVORE DE REALIDADE ATUAL)

A Árvore da Realidade Atual (ARA) é uma ferramenta lógica desenvolvida por Eliyahu Goldratt que usa os princípios da Teoria das Restrições. Ela é uma ferramenta de análise de problemas que permite examinar lógicas de causa e efeito que caracterizam uma situação.

O objetivo desta ferramenta é inter-relacionar os problemas levantados, procurando a partir das relações de causa e efeito, identificar as causas raízes dos problemas.

FIGURA 16 - Estrutura da Árvore de Realidade Atual.

Fonte: Souza, Rentes e Filho (1997)

Quando utilizada em conjunto com o MIASP, a ARA possui vital importância nas fases de identificação do problema, listando os problemas encontrados, e de análise, permitindo de forma estruturada encontrar as causas raízes.

3.2.3 GESTÃO PELA QUALIDADE EM NUTRIÇÃO

Segundo Campos (1999) o controle de qualidade é um conjunto de técnicas gerenciais que tem por objetivo otimizar o fazer humano, no sentido de se alcançar a qualidade. Além disso, consiste também em exercer o controle sobre as dimensões da qualidade, ou seja, localizar o problema, analisar o processo, padronizar e estabelecer itens de controle de tal forma que o problema não volte a correr.

Dentro da nutrição clínica, os conceitos de gestão e garantia da qualidade podem ser explicados pela necessidade de desenvolvimento de: Protocolos de avaliação nutricional; Manuais de procedimento; Indicadores clínicos gerenciais e de qualidade; Verificações do cumprimento das rotinas descritas como atividade privativas do nutricionista.

3.2.3.1 INDICADORES DE QUALIDADE

Indicadores de qualidade são ferramentas básicas para o gerenciamento do sistema organizacional. São medidas que descrevem a situação atual de um determinado problema

e permitem fazer comparações, verificar mudanças ou tendências, além de avaliar a execução das ações planejadas durante determinado período de tempo, em termos de qualidade e quantidade.

Há indicadores de qualidade que podem ser implementados na prática clínica e administrativa e que servem para a monitoração da assistência nutricional, a coleta criteriosa de dados e a posterior análise crítica dos dados, com identificação de possibilidade de melhorias.

Segundo o manual de Sistematização Orientativo do Cuidado Nutricional, mensurar a qualidade e os resultados na assistência da nutrição, consiste em adequar o produto às características que vão ao encontro da necessidade dos clientes e, dessa forma, proporcionar a adequada recuperação nutricional e a garantia da satisfação do paciente e familiar.

Uma gestão com foco na qualidade fornece ferramentas que possibilitam a verificação de conformidades e não conformidades nos diferentes serviços em que o nutricionista atua.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 A DIVISÃO DE NUTRIÇÃO DO HOSPITAL

Atualmente, a DINUTRI pode ser representada por quatro macroprocessos:

FIGURA 17 – Macroprocessos da DINUTRI.

Fonte: os autores.

A Clínica é composta por nutricionistas e residentes que têm por função fazer a avaliação do paciente, diagnosticar, prescrever a dieta e registrá-las no sistema que servirá de insumo para o planejamento das refeições.

O Planejamento e a Produção atualmente estão sob a responsabilidade de empresa terceirizada. A empresa tem como atribuições a realização dos pedidos à sua sede determinando o volume de alimentos,

processo este realizado de forma quinzenal, como também as requisições ao almoxarifado das quantidades que serão necessárias para atender aos pacientes, efetuando também uma função de controle destes processos.

Baseada nas informações do planejamento, a produção é responsável por produzir todos os alimentos que serão utilizados para atender às diferentes dietas, que podem ter restrições e limitações incluídas. Realizam também a

entrega dos alimentos aos pacientes em seus leitos.

A Cobrança tem por objetivo a fiscalização e conferência da entrega dos alimentos que estão sendo cobrados. É uma forma de assegurar que a empresa está prestando os serviços prometidos, de acordo com o Edital. Além disso, a área também é responsável por fazer alguns controles físicos, uma vez que o sistema de prescrição ainda não está implementado em sua plenitude.

4.2 PROBLEMATIZAÇÃO

A partir do mapeamento dos processos, foi possível identificar alguns efeitos indesejáveis e suas possíveis causas. Por meio da árvore de realidade atual (ARA), foram construídas relações de causa-efeito entre eles até que as causas fundamentais fossem encontradas, de acordo com o modelo abaixo:

FIGURA 18 - Árvore de Realidade Atual DINUTRI.

Fonte: os autores.

Entre as causas fundamentais encontradas, o foco deste trabalho foi a “Falta de rastreabilidade das informações” por dois motivos: (1) seu impacto, visto que responde direta ou indiretamente por 50% dos principais problemas identificados e (2) pela relativa facilidade de implementação das mudanças propostas, visto que já existem rotinas dessa natureza, ainda que neste momento estejam desestruturadas.

5 PROJETO DE MELHORIA

Tendo como base a frase “Se não puder medir, não pode controlar, senão controlar, não pode gerenciar, se não gerenciar, não pode melhorar (HARRINGTON, 1993), propõe-se o estabelecimento de uma gestão por indicadores para a DINUTRI. Isso foi feito em três etapas:

FIGURA 19 - Etapas para a implementação do sistema de medição de desempenho.

Fonte: os autores.

5.1 DEFINIÇÃO DOS INDICADORES

Por meio da análise dos principais problemas foram definidos os seguintes indicadores para serem medidos, assim como suas fórmulas de

cálculo, periodicidade das aferições e os responsáveis pela atualização de cada um deles, conforme a tabela abaixo:

TABELA 6 - Tabela de indicadores

Processo	Indicadores	Unidade	Fórmula de cálculo	Atualização	Responsável
Clinica	Tempo de internação dos pacientes no hospital	Dias	Data de saída do paciente - Data de entrada	Semanal	Profissional de Cobrança
Clinica	Satisfação dos pacientes	%	$\Sigma(\text{Notas por item} \times \text{peso}) / (\Sigma \text{pesos}) \times 5$	Seg, Qua e Sex	Profissional da Clínica
Planejamento	Taxa de cartões recebidos	%	Nº de cartões recebidos/ Nº de pacientes	2 vezes ao dia	Profissional do planejamento
Planejamento	Taxa de atraso na entrega dos fornecedores	%	Nº de entregas com atraso/ Nº de entregas totais	A cada entrega	Profissional do planejamento
Planejamento	Média de atrasos	Dias	Nº de dias de atraso/ Nº de entregas com atraso	A cada entrega	Profissional do planejamento
Produção	Taxa de não conformidades de fornecedores	%	Nº de entregas com não conformidades/ Nº de entregas conformes	A cada entrega	Fiscais da produção
Produção	Taxa de máquinas aptas	%	Nº de máquinas necessárias/ Nº de máquinas aptas	Mensal	Fiscais da produção
Produção	Taxa de utensílios aptos	%	Nº de utensílios necessários/ Nº de utensílios aptos	Mensal	Fiscais da produção
Produção	Quantidade de refeições distribuídas	-	Nº total de refeições distribuídas (por tipo, por dia, por mês, por enfermaria)	Diário	Profissional da cobrança
Cobrança	Taxa de não conformidade no preparo das refeições	%	Nº de refeições com preparo não conforme/ Nº total de refeições preparadas (por tipo, por dia, por mês, por enfermaria)	Diário	Fiscais da Produção
Cobrança	Quantidade de itens em falta nas refeições	-	Nº de refeições com itens que faltaram/ tipo de itens	Diário	Fiscais da produção
Cobrança	Média de absenteísmo	-	Qtde de faltas no mês/ Nº total de funcionários x nº de dias do mês	Diário	Fiscais da produção
Cobrança	Nº médio de atraso nas refeições	min	Somatório dos tempos de atrasos/ Nº de dias	Diário	Fiscais da produção

Fonte: os autores.

5.2 ESTRUTURAÇÃO DA BASE DE DADOS

Após a definição dos indicadores, fez-se necessário a estruturação de bases de dados

para que seja possível acompanhar essas métricas e posterior análise dessas informações. A tabela 2 mostra um exemplo do controle de satisfação dos pacientes:

TABELA 7 - Categorias do nível de satisfação dos pacientes

Categorias	Peso	Descrição
Sabor da comida	7	Se a comida está ou não saborosa. Possui alto peso devido ao impacto que pode gerar no paciente.
Quantidade de comida	5	Se a quantidade de comida foi suficiente/ insuficiente para alimentar o paciente.
Temperatura da comida	5	Se a temperatura está no ponto certo ou distante do esperado.
Facilidade para comer	3	Quanto à facilidade de ingestão da comida. Uma comida difícil de comer pode resultar em uma má alimentação.
Pontualidade da refeição	3	Quanto ao atraso ou não da refeição, em relação ao horário estabelecido.

Fonte: os autores.

Inicialmente foram criadas algumas categorias com pesos variados. A partir disso, foi elaborado um questionário opcional de satisfação. Ele será entregue ao paciente junto com a refeição, durante o almoço, sendo

recolhido o formulário do jantar do dia anterior. Na hora do jantar, o paciente receberá um novo formulário, e o formulário do almoço é recolhido, mantendo assim um ciclo. A Figura 5, a seguir, mostra o formulário:

FIGURA 20 - Formulário de pesquisa de satisfação.

Pesquisa de satisfação Enfermaria - Tipo de dieta				
Favor avaliar a refeição pelos critérios abaixo:
1 - Muito insatisfeito	2 - Insatisfeito	3 - Indiferente	4 - Satisfeito	5 - Muito satisfeito
Sabor da comida				
1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐
OBS:				
Quantidade de comida				
1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐
OBS:				
Temperatura da comida				
1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐
OBS:				
Facilidade para comer				
1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐
OBS:				
Pontualidade da refeição				
1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐
OBS:				
Obrigado! Sua opinião é muito importante, buscamos sempre melhorar nossas refeições!				

Fonte: os autores.

O mesmo princípio foi seguido para os outros indicadores. Foram criadas tabelas para que houvesse a inserção de dados que fossem facilmente parametrizados para a construção de gráficos.

5.3 CONSTRUÇÃO DO PAINEL

Todas as tabelas que gerarão os indicadores estarão reunidas em diferentes planilhas e serão consolidadas automaticamente por

meio de fórmulas em uma planilha única, o que permitirá a elaboração de gráficos. Essa planilha consolidada e seus gráficos facilitarão a visualização dos indicadores, assim como a criação de metas a serem alcançadas dentro das áreas, realçando a importância de cada parte do processo dentro do todo. A Figura 6 exemplifica como poderia ser utilizada essa ferramenta.

FIGURA 21 - Dashboard dos indicadores.

Fonte: os autores.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao propor o estabelecimento uma gestão por indicadores na DINUTRI, esperou-se atingir os seguintes objetivos:

Melhorar a qualidade das informações, permitindo um planejamento de longo prazo para a produção das refeições, evitando a falta de insumos nas mesmas

Melhorar entendimento sobre os principais motivos que levam a não conformidade atualmente do preparo das refeições para poder tornar esse processo o melhor possível

Melhorar dimensionamento da quantidade de profissionais necessários presentes por dia para a execução das atividades da produção

Melhorar seleção de fornecedores que atendam às exigências de qualidade de insumos e pontualidade nas entregas.

Desta forma, este projeto se propôs em estabelecer ferramentas para exercer o controle sobre as dimensões da qualidade, ou seja, para identificar o problema e estabelecer controles para que eles sejam monitorados.

Ou seja, com o projeto do sistema de medição de desempenho, foram planejadas melhorias na organização das informações da DINUTRI, permitindo um melhor acompanhamento gerencial, baseado em dados estruturados, apoiando à tomada de decisão, visando sempre a prestação de um serviço cada vez melhor e a menores custos.

Contudo, para se ter uma completa gestão de qualidade na assistência clínica nutricional, faz-se necessário o estabelecimento procedimentos, tais como: elaboração e padronização de guias de boas práticas; procedimentos operacionais padrão (POPs); Instruções de serviços; avaliação de resultados nutricionais; ações preventivas e corretivas; objetivos bem traçados da assistência de nutrição ao paciente internado.

Enfim, a sistematização proposta deverá garantir ao paciente o acesso à assistência de nutrição ainda melhor, tendo como resultado a recuperação clínica mais rápida, gerando menos custos.

REFERÊNCIAS

- [1]. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NUTRIÇÃO; Fidelix MSP, organizadores. Manual Orientativo: Sistematização do cuidado de nutrição. São Paulo: Asbran; 2014.
- [2]. BRYLINSKY, C. The nutritional care process. In MAHAN, L. K; ESCOTT-STUMP, S. Krause's food, nutrition, and diet therapy. 10ª Ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2000, cap.20, p431-451.
- [3]. CAMPOS, Vicente Falconi, TQC - Controle da Qualidade Total (no estilo japonês). Belo Horizonte: Ed. Desenvolvimento Gerencial; 1999.
- [4]. CAMPOS, Vicente Falconi. Gerenciamento da rotina do trabalho do diadista. 9.ed. Nova
- [5]. Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.
- [6]. HARRINGTON, J. Aperfeiçoando Processos Empresariais. São Paulo: Makron Books, 1993.
- [7]. JOHNSTON, Robert. e CLARK, Graham. Administração de operações de serviços. São Paulo: Atlas, 2002.
- [8]. LEANDRO-MERHI, Vânia Aparecida; MORETE, Juliana Luisi; OLIVEIRA, Maria Rita Marques de. Avaliação do estado nutricional precedente ao uso de nutrição enteral. Arq. Gastroenterol., São Paulo, v. 46, n. 3, p. 219-224, Sept. 2009. Available from <<http://www.scielo.br>>. access on 19 June 2017.
- [9]. NONINO-BORGES, Carla Barbosa et al. Desperdício de alimentos intra-hospitalar. Rev. Nutr., Campinas, v.19, n.3, p. 349-356, June 2006. Available from <<http://www.scielo.br>>. access on 19 June 2017
- [10]. PAIM, Rafael Cunha S. As tarefas para gestão de Processos. Tese de Doutorado de Engenharia de Produção – COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2007.
- [11]. SOUSA NETO, Manoel Vera; MEDEIROS JÚNIOR, Josué Victor; Afinal, o que é o Business Process Management (BPM)? Um novo conceito para um novo contexto. Revista Eletrônica de Sistemas de Informação. V.7, N.2, 2008.
- [12]. VENDEMIATTI, M. et al. Conflito na gestão hospitalar: o papel da liderança. Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 15, supl. 1, 2010.

Capítulo 21

A UTILIZAÇÃO DO FLUXOGRAMA COMO FERRAMENTA AUXILIAR DA QUALIDADE PARA A IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS OPERACIONAIS

Antonio José de Sousa Filho

Simone Veloso Silva

Francisco das Chagas Rodrigues Oliveira Filho

Resumo: A presente pesquisa propõe uma análise mais aprofundada, dentro da área da gestão da qualidade, a respeito da busca de compreensão de processos dos setores organizacionais. Neste sentido, o objetivo desse trabalho é investigar o fluxograma como uma ferramenta auxiliar da qualidade, que possibilita a identificação de problemas do setor de uma empresa de locação de equipamentos de Teresina-PI e a resolução destes problemas por meio de ferramentas de aplicação secundária. Para atender aos objetivos propostos, foi utilizada, na coleta e análise dos dados, uma abordagem qualitativa, cuja forma de experimentação empírica demonstra detalhamento, abrangência, consistência e coerência na coleta e análise de dados, bem como na argumentação lógica das ideias. Como instrumento de coleta de dados, utilizou-se bloco de anotações, um gravador de voz e para análise dos dados coletados foi utilizada a técnica de gráfico de fluxo de processo, que auxiliou na descrição do processo e identificação dos elementos de entrada e saída. Quanto aos resultados, percebeu-se uma menor variabilidade das informações quando existe associação entre a compreensão de processos e a identificação de problemas pela aplicação do fluxograma como ferramenta auxiliar da qualidade.

Palavras Chave: Fluxograma; Processo; Ferramentas da Qualidade.

1. INTRODUÇÃO

No ambiente de competitividade atual, situado em um contexto de crise e de significativas mudanças socioeconômicas e laborais, (MATTOSE, 2012; SILVEIRA-MARTINS; TAVARES, 2014) a busca incessante por conhecimento e controle de processos torna-se um comportamento essencial para organizações que almejam destaque perante concorrentes. Por isso, a recorrência contínua por ferramentas da qualidade que permitam o aumento do desempenho de atividades nos setores de uma organização pode ser uma estratégia para o acompanhamento dos índices de produtividade e de qualidade no trabalho (DO CARMO, 2015).

O fluxograma é um exemplo mais comum de ferramenta da qualidade, cuja aplicação nos setores organizacionais possibilita o alcance de vantagens competitivas no mercado atual (DE ANDRADE, 2014). Através dessa técnica de mapeamento de processos, se é possível detalhar atividades desenvolvidas na empresa, detectar as causas de problemas, permitindo a avaliação e implantação de mudanças nos processos deficientes e indicar sugestões de ações eficientes para a busca de melhoria contínua na empresa (PAULINO; COIMBRA; GONÇALVES, 2010).

Percebe-se, após uma revisão aprofundada da literatura atual a respeito desse tema, que grande parte das pesquisas realizadas tenta esclarecer definições sinônimas e restringentes, optando por aplicar o fluxograma de forma isolada ao invés de usá-lo como uma ferramenta que permite uma abertura para a aplicação desta aliada a outras (MÜLLER; DIESEL; SELLITTO, 2010; FREIXO; ROCHA, 2014). De fato, essa realidade subestima as expectativas de generalização e aplicabilidade dos resultados e dificulta visualização de novas possibilidades e percepções relativas às diversas dimensões dos setores organizacionais.

Nada obstante a isso, entende-se que a Modelagem e Mapeamento de Processos permanecem, reconhecidamente, áreas em estudo de reduzido desenvolvimento científico, quando comparada a outras áreas estratégicas da produção (PUENTE-PALACIOS; PORTO; MARTINS, 2016). O motivo da escolha de Teresina como local para o desenvolvimento do estudo se dá pelo fato que a referida localidade passa por uma importante transformação do mercado de

manutenção e locação de equipamentos, com a entrada de novos concorrentes vindos de outras cidades, o que fomenta nas empresas a busca de profissionais progressivamente mais qualificados e conhecedores dos processos de setores organizacionais (VIEIRA; VIANA, 2016).

Dessa forma, esta pesquisa buscou investigar o fluxograma como uma ferramenta auxiliar da qualidade, que possibilita a identificação de problemas do setor de uma empresa de locação de equipamentos de Teresina-PI e a resolução destes problemas por meio de ferramentas de aplicação secundária. Para isso, admite-se um enfoque qualitativo e que será realizado através de uma pesquisa exploratória, na qual os dados serão coletados por meio da visualização do fluxograma aplicado para apuramento da ferramenta, possibilitando a análise dos dados e, conseqüentemente, as conclusões a respeito do tema.

2. FERRAMENTAS DA QUALIDADE E GESTÃO DE SISTEMAS

O atual contexto de crise econômica aliado às significativas mudanças socioeconômicas e laborais fomenta a busca incessante por conhecimento e controle de processos, tornando-se um comportamento essencial para organizações que almejam destaque perante concorrentes (SILVEIRA-MARTINS; TAVARES, 2014). Com isso, a escolha da estratégia que melhor auxilie no gerenciamento dos sistemas organizacionais classifica-se com primordial para a sobrevivência de empresas no mercado (DO CARMO, 2015).

Os sistemas de gestão ou modelos de operacionalização adotados para gerir, estão presentes em praticamente todas as organizações (POMPERMAYER, 2017). Esses modelos, por serem regidos por normas e condutas específicas e intrínsecas à estrutura de cada empresa, transformam-se em metodologias padronizadas de ampla aplicabilidade, possibilitando a continuação do êxito já obtido por sistemas de gestão de aplicações anteriores (CORDEIRO, 2017).

Esse êxito proporcionado por sistemas de gestão está relacionado a consequências muito à frente da simples obtenção de resultados de qualidade, atingindo um patamar de melhoria contínua dentro do modelo de gestão adotado pela empresa.

Assim, a padronização aplicada em processos possibilita a melhoria de rotinas operacionais bem como a elevação dos patamares de grau de excelência da estrutura organizacional, por meio da identificação e eliminação de problemas (FREIXO; ROCHA, 2014).

Em decorrência da efetividade e facilidade de aplicação, a metodologia mais aplicada nas organizações diz respeito às ferramentas de gestão da qualidade, que ainda proporcionam um auxílio significativo para a busca e solução de problemas operacionais e de gestão. Credita-se isso aos principais propósitos da utilização da ferramenta da qualidade, dentre os quais, se destaca a busca das especificações minuciosas de processos para identificação de falhas ou verificação da má qualidade, possibilitando a tomada de decisões corretivas (ANACLETO; PALADINI, 2014).

Percebe-se, com base em aportes teóricos atuais a respeito desse tema, que parte das pesquisas apresenta argumentos que convergem à ideia de aplicação das ferramentas da qualidade como a metodologia mais efetiva e prática. (MÜLLER; DIESEL; SELLITTO, 2010; FREIXO; ROCHA, 2014). Em contrapartida, outros trabalhos demonstram que as tentativas de obtenção de êxito na escolha do melhor modelo de gestão subestimam as expectativas de generalização e aplicabilidade dos resultados e dificultam visualização de novas possibilidades e percepções relativas às diversas dimensões dos setores organizacionais (HENNING *et al.*, 2014; CORDEIRO, 2017).

3. FLUXOGRAMA DE ATIVIDADES: COMPREENSÃO DE PROCESSOS

O fluxograma é uma das mais conhecidas técnicas de mapeamento de processos de produção (ALVARENGA, 2013), qualificando-se como uma ferramenta fundamental para a padronização de atividades ou tarefas sequenciais e posterior entendimento de processos. De modo a facilitar a compreensão do processo descrito, os fluxogramas consistem na representação gráfica de todo, ou de partes de um processo, o quê possibilita a determinação do sequenciamento de atividades e a consequente compressão das interações entre as etapas de um processo (MONFORTE; OLIVEIRA; ROCHA, 2015).

Com essa representação gráfica, o fluxograma, por meio de uma sequência lógica e de encadeamento de atividades e decisões, permite a visualização clara de qualquer processo a ser analisado, possibilitando, assim, uma interpretação integrada de fluxos técnicos, administrativos ou gerenciais (MIRANDA, 2014). Além disso, fluxogramas proporcionam a compreensão dos fluxos de atividades, que viabiliza a realização de uma análise crítica e, consequentemente, a detecção de falhas, padronização e controle de tarefas e oportunidades de melhorias (SANTOS *et al.*, 2007).

Dessa forma, é de fundamental importância que haja a aplicação de ferramentas como essa nos setores organizacionais para alcance de uma vantagem competitiva no mercado atual (ANDRADE *et al.*, 2014). Por isso, através dessa técnica de mapeamento de processos, se é possível detalhar atividades desenvolvidas na empresa, detectar as causas de problemas, permitindo a avaliação e implantação de mudanças nos processos deficientes e indicar sugestões para a continuação de ações para a busca de melhoria contínua na empresa.

No Brasil, podem ser encontrados estudos que contribuem teoricamente com a temática. A obra de Müller, Diesel e Sellitto (2010) busca analisar os processos de uma empresa de prestação de serviços de cobrança de clientes em atraso com instituições financeiras, observando o mapeamento de processos na identificação de ineficiências e reorganização das atividades produtivas. Carmo (2015) oferece uma contribuição ao investigar a aplicação da técnica de mapeamento de processos por fluxograma para desenho dos processos da recepção em clínica ambulatorial e descrever a redução de falhas no prestado pelas recepcionistas.

4. MÉTODOS

Este estudo se derivou do método indutivo de construção, que destaca um tipo de pesquisa com abordagem qualitativa, cuja forma de observação demonstra detalhamento, abrangência, consistência e coerência na coleta e análise de dados, bem como na argumentação lógica das ideias. (NERI, 2010). A preferência por uma abordagem qualitativa adotada pelo paradigma interpretativo (DENZIN; LINCOLN, 2000; ROCHA; ROCHA, 2007), implica nas diretrizes

pelas quais se desenvolveu o estudo quanto ao método. Portanto a pesquisa qualitativa mostra-se adequada para o estudo uma vez que visa alcançar uma melhor compreensão do tema pesquisado.

No que diz respeito aos objetivos, a pesquisa foi observacional e exploratória, por selecionar comportamentos completos, nos quais o observador se coloca à espera das ocorrências destes e os capta na sua totalidade (ROCHA; ROCHA, 2007). Assim, esse tipo de pesquisa possibilitou a análise do fluxograma como uma ferramenta auxiliar da qualidade, possibilitando a identificação de problemas, que podem ser resolvidos por meio de ferramentas de aplicação secundária. O motivo dessa escolha se dá pelo fato de que não há investigação que aborde esse campo na referida localidade (VIEIRA; VIANA, 2016).

Além disso, mesmo que haja algumas publicações sobre a aplicação do fluxograma como ferramenta utilizada para melhoria de processos, conforme supracitado na fundamentação teórica, a variabilidade dos resultados dos estudos anteriores, asseguram a novidades das contribuições providas dessa pesquisa. Com o objetivo de compreender melhor o tema pesquisado, o tipo de pesquisa que se mostrou mais adequado foi do tipo exploratória. Em concordância com Malhotra (2006), justifica-se esta decisão em função da necessidade de observar o tema da pesquisa, adquirindo maior conhecimento sobre aquele.

Para a elaboração dessa pesquisa, inicialmente realizou-se a técnica de revisão de literatura com o intuito de encontrar suporte teórico e epistemológico a respeito de obras relacionadas ao assunto (PRODANOV; FREITAS, 2013). Essa pesquisa bibliográfica buscou um apanhado geral sobre os principais livros de autores clássicos da área e artigos de periódicos com qualidade (alto Qualis/Capes ou fator de impacto), de preferência, dos últimos cinco anos, todavia, também foram utilizados aqueles de anos anteriores por se tratarem de estudos com referência para a área da pesquisa. Já em relação à aplicação prática, desenvolveu-se uma pesquisa de campo para coleta de informações através de um roteiro de perguntas relacionadas às atividades operacionais dos mecânicos para o desenvolvimento do fluxograma.

Como critério de inclusão das situações a serem investigadas, utilizou-se um filtro: estarem relacionadas às atividades desenvolvidas no setor de manutenção da empresa em estudo. Visando-se registrar, para posterior análise, os inúmeros meandros, detalhes e interações que constituem o processo produtivo do setor da empresa em estudo, foi utilizado, como instrumento de coleta de dados, bloco de anotações um gravador de voz, cujo registro revela-se uma rica fonte de elementos a serem analisados (MARCONI, 2002).

A pesquisa de campo consistiu em uma etapa inicial, na qual foram observadas as atividades desenvolvidas e as interações destas no setor de manutenção de equipamentos. Posteriormente foi desenvolvido e exposto um fluxograma do setor de manutenção, contendo todos os elementos fundamentais para o completo entendimento do processo produtivo, tais como tarefas, questões, alternativas, dentre outros, de forma que houvesse clareza na compreensão do fluxo. Por fim, para análise dos dados coletados, foi utilizada a técnica de Gráfico de fluxo de processo, que auxiliou na descrição do processo e identificação dos elementos de entrada e saída (CORREIA; ALMEIDA, 2002).

5. PRINCIPAIS ACHADOS DA PESQUISA

A partir da obtenção de informações referentes às atividades desenvolvidas no processo do setor de manutenção juntos aos funcionários operacionais, pôde-se construir o embasamento que norteou o desenvolvimento do fluxograma. Este embasamento estruturou-se a partir das respostas obtidas segundo o roteiro de perguntas a respeito de todo o processo de manutenção de equipamentos. Fundamentando-se em todas essas informações, o processo foi descrito seguindo um fluxo de atividades e repassado para um programa de modelagem.

Este primeiro fluxograma construído descreve atividades que acontecem na realidade diária do setor, incluindo pequenos pormenores que, de certa forma, venham a prejudicar ou burocratizar o fluxo. Por isso, houve a necessidade do enxugamento desse fluxograma inicial, excluindo-se deste algumas atividades que pudessem ser classificadas como “desnecessárias” ou irrelevantes. Como auxílio a esse enxugamento, o fluxograma foi apresentado a

todos os funcionários envolvidos no setor e feito questionamentos como: Esse processo é realmente necessário? Essas atividades são de fato relevantes? Como posso melhorar tal atividade? É possível simplificar?

Com base nas discussões resultantes desses questionamentos, o fluxograma foi refeito. O fluxograma enxuto e finalizado foi exposto a todo o setor, de forma que fosse estabelecido um padrão de fluxo de atividades a ser

seguido. Além disso, esta exposição facilitou a identificação de alguns problemas a serem resolvidos, que estavam relacionados a gargalos e a falhas operacionais diversas, cuja influência evidenciou a forma com que as atividades eram desenvolvidas e o resultado final dos serviços prestados. As figuras 1 e 2 abaixo representam, respectivamente, o exemplo de uma das etapas do processo, antes e depois de ter suas atividades enxutas:

FIGURA 1 – Fluxograma inicial.

Fonte: Elaborada pelo autor.

FIGURA 2 – Fluxograma enxuto.

Fonte: Elaborada pelo autor.

A identificação de problemas foi possibilitada pela análise de cada atividade detalhadamente junto aos funcionários do setor com a aplicação do diagrama SIPOC. Todas as atividades foram descritas, proporcionando a oportunidade de melhorias

ao refletir e, caso necessário, modificar determinadas tarefas para aumentar a eficácia e eficiência do processo. A figura 3 abaixo demonstra um dos processos descrito pelo diagrama SIPOC já acompanhado de melhorias:

FIGURA 3 – Diagrama SIPOC do processo de encerrar Ordem de Manutenção.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Baseando-se nas informações colhidas a partir das melhorias propostas em cada atividade descrita pelo diagrama de SIPOC, observaram-se quatro problemas, cuja solução fazia-se imprescindivelmente necessária. Com todos os recursos disponíveis para a solução destes problemas,

definiu-se que nem todos poderiam ser resolvidos de imediato. Portanto, viu-se a necessidade de aplicação de uma ferramenta de priorização para a escolha de problemas mais urgentes e a ferramenta escolhida, nesse caso, aplicou-se a matriz GUT descrita pela tabela 1 a seguir.

TABELA 1 – Matriz GUT 1 para o processo de encerrar Ordem de Manutenção.

UM MODELO DA MATRIZ GUT				
PROBLEMAS EM DISCUSSÃO	G (gravidade)	U (urgência)	T (tendência)	GUT
PERDA DE OM'S NÃO FINALIZADAS				
PREENCHIMENTO DO ORÇAMENTO DE FORMA INCORRETA				
MÉTODO DE ESCOLHA DOS EQUIPAMENTOS NÃO PADRONIZADA				
DIFICULDADE EM COMPREENDER OS PROCESSOS				

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a construção dessa matriz, os problemas foram ordenados conforme o fluxo e foram estabelecidas três classificações para os critérios de gravidade, urgência e tendência: 01, indicando o menor peso do critério a ser avaliado; 03, referindo-se ao peso médio e 05 para o maior peso do critério. Na votação para definição do peso de todos os critérios

em cada problema, foi convocado o supervisor do setor de manutenção, o auxiliar de manutenção geral e auxiliar de manutenção de cobranças, que analisaram os problemas, discutiram sobre estes e definiram os pesos de cada critério conforme descrito na tabela 2.

TABELA 2 – Matriz GUT 2 para o processo de encerrar Ordem de Manutenção.

UM MODELO DA MATRIZ GUT				
PROBLEMAS EM DISCUSSÃO	G (gravidade)	U (urgência)	T (tendência)	GUT
PERDA DE OM'S NÃO FINALIZADAS	3	5	3	45
PREENCHIMENTO DO ORÇAMENTO DE FORMA INCORRETA	3	5	5	75
MÉTODO DE ESCOLHA DOS EQUIPAMENTOS NÃO PADRONIZADA	5	5	5	125
DIFICULDADE EM COMPREENDER OS PROCESSOS	1	3	3	9

Fonte: Elaborada pelo autor.

Selecionados os principais problemas, deu-se a fase de tentativa de resolução destes. Para isso, houve a necessidade de aplicação de outra ferramenta da qualidade para a descoberta das causas que acometiam a ocorrência desses problemas. Foi escolhido o

problema de prioridade com maior peso pela matriz GUT: Método de escolha dos equipamentos não padronizado. Posteriormente, foram encontradas as possíveis causas para esse efeito, como mostra a figura 4.

FIGURA 4 – Diagrama de ISHIKAWA.

Fonte: Elaborada pelo autor.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As contribuições teóricas proporcionadas por este trabalho, cuja temática tem sido, progressivamente, adotada por pesquisas relacionadas a sistemas de gestão da qualidade, fornecem explicações a respeito das inúmeras atribuições do fluxograma de atividades. Pondo em pauta as diversas consequências do desenho do fluxo de um setor, percebeu-se uma menor variabilidade dos resultados quando existe associação entre a compreensão de processos e a identificação de problemas pela aplicação do fluxograma como ferramenta auxiliar da qualidade, diferentemente daquela apontada por outros estudos nos quais se opta pela aplicação do fluxograma de forma isolada.

Concomitantemente, observou-se que a aplicação do fluxograma para descrição das atividades do processo influencia, diretamente, na escolha da ferramenta da qualidade a ser implantada para resolução de problemas, cuja identificação foi possibilitada pela análise da descrição inicial do fluxo. Verificou-se que a definição do fluxograma

como ferramenta auxiliar da qualidade é raramente mencionada por aportes teóricos da temática abordada, conferindo a esta pesquisa uma novidade que, de certa forma, fomenta a ocorrência de investigações futuras.

Quais são as expectativas, a partir dessa parte inicial de um estudo mais aprofundado, acerca da utilização do fluxograma como ferramenta auxiliar da qualidade para identificação de problemas e facilidade na escolha de alternativas efetivas para resolução destes? Uma sugestão inicial para estudos futuros tanto qualitativos, quanto quantitativos é que possam desenvolver a aplicação dessa mesma teoria nos demais setores organizacionais de uma empresa ou até em organizações com ramo de atuação diferente. Além disso, propõe-se que pesquisas futuras acompanhem a evolução das ferramentas da qualidade escolhidas, considerando seu desempenho no alcance da finalidade previamente estabelecida.

REFERÊNCIAS

- [1]. ALVARENGA, T. H. de P. Aspectos relevantes sobre mapeamento de processos. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, 2013.
- [2]. ANACLETO, C. A.; PALADINI, E. P. Gestão estratégica da qualidade para empresas produtoras de alimentos orgânicos: diretrizes para a expansão do mercado consumidor. *Navus-Revista de Gestão e Tecnologia*, v. 5, n. 1, p. 51-64, 2014.
- [3]. CARVALHO, C.; DOS SANTOS JÚNIOR, E. G.; SILVA, F. A. De A. S. Um Estudo Da Influência Gestão De Pessoas Na Melhoria Da Qualidade Dentro Das Empresas: Uma Preparação Para O Mercado Competitivo. *Revista Científica da FEPI*, 2016.
- [4]. CORREIA, K. S.; ALMEIDA, D. Aplicação da técnica de mapeamento de fluxo de processo no diagnóstico do fluxo de informações da cadeia cliente-fornecedor. *XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção-Curitiba-Pr*, v. 23, 2002.
- [5]. DA COSTA LEMOS, A. H.; DUBEUX, V. J. C.; PINTO, M. C. S. Educação, empregabilidade e mobilidade social: convergências e divergências. *Cadernos EBAPE. BR*, n. 2, p. 368-384, 2009.
- [6]. DE ANDRADE, G. E. V. et al. Análise da aplicação conjunta das técnicas SIPOC, fluxograma e FTA em uma empresa de médio porte, 2014.
- [7]. DE MELLO CORDEIRO, J. V. B. Reflexões sobre a Gestão da Qualidade Total: fim de mais um modismo ou incorporação do conceito por meio de novas ferramentas de gestão? *Revista da FAE*, 2017.
- [8]. DE MIRANDA, S. V. A gestão da informação e a modelagem de processos. *Revista do Serviço Público*, n. 1, p. 97-112, 2014.
- [9]. DENZIN, N.K.; LINCOLN, Y. S. *Handbook of qualitative research*. London: Sage, 2000.
- [10]. DO CARMO, R. M.; CANTANTE, F. Desigualdades, redistribuição e o impacto do desemprego: tendências recentes e efeitos da crise econômico-financeira. *Sociologia, Problemas e Práticas*, n. 77, p. 33-51, 2015.
- [11]. FREIXO, J.; ROCHA, Á. Arquitetura de Informação de Suporte à Gestão da Qualidade em Unidades Hospitalares. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, n. 14, p. 1-15, 2014.
- [12]. HENNING, E. et al. Um estudo para a aplicação de gráficos de controle estatístico de processo em indicadores de qualidade da água potável. *Sistemas & Gestão*, v. 9, n. 1, p. 2-13, 2014.

- [13]. MALHOTRA, N. K.; KIM, S. S.; PATIL, A. Common method variance in IS research: A comparison of alternative approaches and a reanalysis of past research. *Management science*, v. 52, n. 12, p. 1865-1883, 2006.
- [14]. MARCONI, M. A. et al. *Técnicas de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2002.
- [15]. MATTOSO, C. L. de Q.; FERREIRA, G. Gaste com moderação: um estudo sobre o comportamento do jovem adulto universitário de classe C frente ao discurso do consumo consciente do dinheiro e do crédito. *Pensamento e Realidade*, p. 56-73, 2012.
- [16]. MONFORTE, P. M.; OLIVEIRA, U. R.; ROCHA, H. M. FAILURE MAPPING PROCESS: AN APPLIED STUDY IN A SHIPPYARD FACILITY. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, n. 1, p. 124-134, 2015.
- [17]. MÜLLER, G. L.; DIESEL, L.; SELITTO, M. A. Análise de processos e oportunidades de melhorias em uma empresa de serviços. *Revista Produção Online*, n. 3, p. 524-550, 2010.
- [18]. NERI, M. C. (Coord). *A nova classe média: o lado brilhante dos pobres*. Rio de Janeiro: FGV/IBRE, CPS, 2010.
- [19]. MARTINS, M. C. F. A emersão na articulação de níveis em Psicologia Organizacional e do Trabalho. *Revista Psicologia Organizações e Trabalho*, n. 4, p. 358-366, 2016.
- [20]. POMPERMAYER, C. B. Sistemas de gestão de custos: dificuldades na implantação. *Revista da FAE*, v. 2, n. 3, 2017.
- [21]. PRODANOV, C. C.; DE FREITAS, E.C. *Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico-2ª Edição*. Editora Feevale, 2013.
- [22]. PUENTE-PALACIOS, K. E.; PORTO, J. B.; MARTINS, M. C. F. A emersão na articulação de níveis em Psicologia Organizacional e do Trabalho. *Revista Psicologia Organizações e Trabalho*, v. 16, n. 4, p. 358-366, 2016.
- [23]. ROCHA, A. da; ROCHA, E. Paradigma interpretativo nos estudos de consumo: retrospectiva, reflexões e uma agenda de pesquisas para o Brasil. *Revista de Administração de Empresas*, n.1, p.71-80, jan./mar. 2007.
- [24]. SANTOS, R. P. C. et al. O que são BPMS: sistemas de suporte às tarefas para gestão de processos. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ABEPRO. Foz do Iguaçu, PR, 2007.
- [25]. SILVEIRA-MARTINS, E.; TAVARES, P. M. Processo de formulação de estratégias: capacidade mercadológica, incerteza ambiental e desempenho. *Revista Organizações em Contexto-online*, n. 20, p. 297-322, 2014.
- [26]. SOARES PAULINO, A. R.; COIMBRA, J. L.; GONÇALVES, C. M. Diplomados do ensino superior na transição para o trabalho: vivências e significados. *Revista brasileira de orientação profissional*, v. 11, n. 2, 2010.
- [27]. VIEIRA, C. I. P.; DA SILVA VIANA, B. A. Áreas de extração mineral para construção civil em Teresina-PI: aspectos físicos e seus impactos socioambientais. *Revista Equador*, v. 5, n. 3, p. 99-119, 2016.

Capítulo 22

PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE NAS ESTRATÉGIAS COMPETITIVAS: UMA PERSPECTIVA DA LOGÍSTICA REVERSA VERDE E PRODUTO VERDE

Adriana Karin Goelzer Leinig

Edelvino Razzolini Filho

Resumo: Uma das questões que está sendo amplamente debatida mundialmente, representa a utilização de recursos naturais nos processos produtivos, desta forma mudanças no perfil dos consumidores e das organizações, se fazem necessários na tentativa de amenizar aos danos causados ao meio ambiente. A logística reversa (LR) possui como principal foco o retorno dos produtos à cadeia produtiva, agregando a estes processos questões de sustentabilidade, a logística reversa verde (LRV), representa uma alternativa menos impactante ao meio ambiente. Este estudo tem o propósito de pontuar os benefícios e implicações da implantação da LRV, juntamente com a produção e distribuição do produto verde, e que de forma estes fatores impactam nas estratégias competitivas de uma organização. A metodologia adotada representa em uma pesquisa bibliográfica exploratória, onde buscou-se pontuar os principais critérios abordados pertinentes ao tema proposto. percebe-se grande preocupação com as práticas ambientais, ganhos e benefício da implantação da LRV e do produto verde, para todas as esferas do desenvolvimento sustentável. Os entraves encontrados representam na real preocupação do consumidor com o meio ambiente; por outro lado as organizações, no cumprimento das legislações, nas preocupações em atender os consumidores verdes e como suas tomadas de decisões estão suportadas pelas questões ambientais.

Palavras-chave: Logística Reversa Verde (LRV); Produto Verde (PV); Estratégias Competitivas; Desenvolvimento Sustentável; Meio Ambiente.

1. INTRODUÇÃO

As mudanças de produção e de consumo trouxeram consigo, questões que antigamente não eram percebidas e questionadas. A preocupação com a utilização e recursos naturais, a percepção de seus limites e a garantia da disposição destes para gerações futuras, são fatores atualmente difundidos e aplicados.

Dentro das preocupações ambientais a logística reversa vem sendo cada vez mais debatida nas práticas de sustentabilidade e estratégias empresariais, visando uma maior competitividade mercadológica e melhoria com o meio ambiente. Sua principal contribuição representa o retorno de produtos, seu reuso e descarte de forma ambientalmente correta.

Esta revisão de literatura possui como objetivo agregar outros aspectos de sustentabilidade a serem considerados na logística reversa, discutindo uma nova percepção de cadeia de distribuição reversa: a logística reversa verde (LRV), assim como associação da incorporação na produção, distribuição e retorno de um produto verde (ambientalmente correto). O apontamento dos benefícios da aplicação da LRV e produto verde para as organizações, sociedade e meio ambiente, e por outro lado suas implicações e dificuldades existentes em sua implementação.

2. METODOLOGIA

De acordo com a proposta deste estudo, a ferramenta metodológica representa uma pesquisa exploratória em bibliografias especializadas sobre os assuntos pertinentes ao objetivo central do tema. A revisão da literatura se caracterizou por meio da leitura

de artigos científicos em periódicos e anais de eventos, livros e tese de doutorado.

3. REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção se apresentam as contribuições teóricas sobre o assunto, de forma a sustentar a discussão sobre os aspectos da sustentabilidade a serem considerados na questão da Logística Reversa Verdade- LRV e Produto Verde - PV.

3.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: CONCEITO E BREVE HISTÓRICO

O termo sustentabilidade começou a ser discutido em 1975, quando a Organização das Nações Unidas (ONU) promoveu a conferência das Nações Unidas em Estocolmo, Suécia, debatendo na ocasião assuntos relacionados com o meio ambiente. O conceito da palavra desenvolvimento sustentável também foi estabelecido pela Comissão de Brundtland em abril de 1997, como sendo:

O desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que atende às necessidades sociais atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades (ONU , 1997).

Outro grande marco no processo do emprego do conceito de desenvolvimento sustentável foi Protocolo de Kyoto em 1997, no Japão, a convenção da ONU, onde ocorreram debates sobre as mudanças climáticas no planeta, com o propósito de redução da emissão de gases na atmosfera (PROTOCOLO DE KYOTO, 2017). Na figura 1, a seguir, é possível perceber a evolução das principais conferências e documentos sobre a questão do desenvolvimento sustentável.

A dimensão de *people* descreve o capital humano de uma organização ou sociedade, corresponde a uma responsabilidade social (salários justos, alinhamentos com as legislações trabalhistas). O *planet* representa o capital natural de uma empresa ou sociedade, no pensamento de mecanismos e maneiras de reduzir e compensar os impactos ambientais. O *profit* é o resultado econômico positivo da empresa (lucro), sem este a empresa não sobrevive, mas agora outras dimensões devem ser consideradas (ALENCASTRO, 2012).

Estudos realizados por Lemos (2010) apontam que somente com a dimensão econômica, não é possível atingir o desenvolvimento sustentável, para este objetivo, são necessárias a associação das dimensões sociais e ambientais.

3.3 GESTÃO DA SUSTENTABILIDADE

Os profissionais da administração possuem a responsabilidade de gerir mudanças, estas, quando tratadas dentro de um contexto ambiental tornam-se ainda mais urgentes. Associando a realização de transformação de problemas em oportunidades, um gestor de uma organização pode agregar conhecimentos a um perfil envolvendo diversos aspectos, sendo eles: habilidade de tomada de decisão, gerenciar pessoas, direcionar mudanças, liderar, agir proativamente, criatividade, postura responsável e profissional, juntamente com uma visão sistêmica e global do profissionalismo e, principalmente, fazer tudo isso com uma visão sistêmica e global da estrutura da organização, parece ser a chave para uma condução adequada das práticas de sustentabilidade (NASCIMENTO, 2017).

Transformar organizações poluidoras, com baixa eficiência no uso dos recursos em organizações sustentáveis é mais um dos desafios dos administradores. Isto irá exigir novos métodos de gestão e sensibilidade dos gestores para com as questões socioambientais. Será preciso estar atento às novas tendências e demandas dos mercados exigentes. E, como administrar é agir, então vamos arregaçar as mangas e trabalhar pela construção da sustentabilidade das organizações e de uma causa que interessa a todos, que é a defesa da vida no Planeta Terra (NASCIMENTO, 2017).

Questões de responsabilidade empresarial, juntamente com as questões ecológicas, fazem com que as empresas adquiram uma postura com o atendimento mais proativo e de acordo com as expectativas e desejos de seus clientes e todos os envolvidos com a organização (RAZZOLINI FILHO, BERTÉ, 2008). Ainda de acordo com os pesquisadores acima citados, o tema de sustentabilidade empresarial representa a uma exigência crescente no mundo de hoje, onde, as organizações devem estar preparadas ao oferecimento de seus produtos e serviço, de forma ágil para os seus mais diversos clientes adicionando com uma profunda preocupação ambiental.

Almeida (2002) pondera que as organizações estão mais sensíveis quanto às questões ambientais e refletindo sobre a importância desse fator dentro do cenário organizacional. A maioria das empresas percebem aspectos ambientais como um “mal necessário”, porém algumas empresas já aderiram práticas de ações sócio-ambientais e encaram uma “administração verde” como uma forma de contribuir com o meio ambiente e criar vantagens estratégicas e competitivas.

3.4 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS - PNRS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, 2010) foi promulgada em 02 de agosto de 2010 pela Lei nº 12.305 representando um marco brasileiro relacionado às questões ambientais e tratamento do lixo urbano. Sua concepção engloba a responsabilidade de gestão integrada, responsabilidade compartilhada sobre o ciclo de vida e gerenciamento ambientalmente correto dos resíduos sólidos, entre os atores do mercado em questão, sendo eles: indústria, governo, comércio, prestadores de serviço, importadores e consumidores.

A PNRS (2010) define Logística Reversa - LR como um instrumento econômico e social, determinada como um resultado de ações, procedimentos e destinação; com o objetivo de realização de coleta e restituição ao setor empresarial de resíduos sólidos, viabilizando o reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou ainda destinação final adequada ambientalmente.

Para a implementação de um sistema de LR, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, ainda podem estabelecer

procedimentos de compra de produtos ou embalagens utilizadas, implantação de postos de entrega de resíduos recicláveis e reutilizáveis e instituir parcerias com cooperativas ou associações de catadores. Os consumidores devem realizar a devolução de seus produtos e embalagem após o uso, aos distribuidores e comerciantes (PNRS, 2010).

3.5 LOGÍSTICA REVERSA - LR

Segundo Leite (2003), a LR representa uma área de atuação que coordena operações, fluxo físico das informações de um produto, que de alguma forma ou causa, são eliminados pela sociedade. Neste sentido, sua razão focal é associar valor a este produto, que podem ser classificados com relação a seu estado, condições e o fim de sua vida útil.

Sharma *et al.* (2007) ampliam trazendo os propósitos da LR, através da movimentação do produto em seu estado final, para o retorno do ciclo de negócio ou para sua destinação adequada. A proposta da logística reversa, também conhecida como logística verde, pode ser traduzida como uma vantagem estratégica, com uma forte ligação entre o gerenciamento de resíduos sólidos e seu processo de distribuição.

Contudo a adoção de uma LR, de forma eficiente, vem conquistando um importante destaque dentro da estratégia competitiva das empresas, na tentativa de melhoria da imagem corporativa, redução de impactos e custos (RAZZOLINI FILHO E BERTÉ, 2008).

3.6 LOGÍSTICA REVERSA VERDE - LRV

Segundo Hervani *et al.* (2005) a *Green Supply Chain Management* (GSCM) – Gerenciamento de Cadeia de Suprimento Verde, a logística reversa representa uma prática operacional, que recupera materiais para sua reentrada na cadeia de fornecimento, para fazer produtos novos ou usados, através da reutilização, remanufatura e/ou reciclagem.

Fu, Zhue Sarkis (2012) destaca que a medida que as organizações cada vez mais competem com suas capacidades do estabelecimento de uma cadeia de abastecimento ambiental, o estabelecimento de fornecedores verdes, representa uma medida necessária.

A adoção de recuperação de produtos permite a demonstração para as organizações de suas responsabilidades sociais, por meio de suas posturas comerciais mais ecológicas e mais limpas (SRIVIDYA, 2010).

3.7 POSTURA VERDE – NOVAS PERSPECTIVAS DE CLIENTES E ORGANIZAÇÕES

Leite (2003) aponta que consumidor está mais sensível e necessita de informações dos impactos ambientais de determinados produtos e serviços. Cada vez mais a preocupação dos consumidores, indústrias e fornecedores podem ser percebidas pelas suas exigências voltadas: à qualidade, custo, serviço e meio ambiente (MAITINO NETO: SILVA, 2011).

Segundo Lunardi *et al.* (2014), os clientes com preocupações sustentáveis, são responsáveis pelas pressões nos fabricantes e governos, principalmente quanto às práticas menos impactantes ao meio ambiente.

O aumento da conscientização ambiental, faz com que, os consumidores estejam mais sensíveis em relação a produtos verdes, no momento em fazer suas decisões de compra. Contudo, pessoas que possuem maior conhecimento ecológico, são aquelas mais propensas para tomar decisões verdes, as gerações mais jovens estão mais ligadas com as questões ambientais e produtos verdes (LEITE, 2003; KANCHANAPIBIL *et al.*, 2014).

As empresas verdes, desta forma, estão diretamente envolvidas com processos de produção de bens manufaturados, sendo responsáveis às conquistas voltadas aos benefícios do meio ambiente e conservação dos recursos naturais. Sendo assim, as corporações estão preocupadas com a produção de produtos que apresentem o uso de energias renováveis, controle ambiental e redução de carbono (CO₂), assim como, o estabelecimento e emprego de tecnologias inovadoras (GÖK *et al.*, 2014).

A perspectiva do desenvolvimento sustentável, a concepção do objetivo de uma empresa visando somente o lucro, foi superada, ou seja, questões como o desenvolvimento econômico, social e ambiental. Neste sentido estes fatores passam a ter grande relevância e os cidadãos passam a exigir que as ações das empresas estejam comprometidas com a ética e

cidadania. Nesta tentativa e no atendimento desta demanda, as organizações procuram oferecer produtos socialmente corretos, estabelecimento ético com os seus clientes, fornecedores e funcionários, assim como preocupações com as questões ambientais e qualidade da vida da sociedade são pertinentes (ALENCASTRO, 2012).

3.8 QUESTÕES AMBIENTAIS

A área de concentração da logística reversa representa a prioridade na redução dos impactos ambientais, os bens de consumo possuem um intervalo de vida útil, ocorrendo o seu descarte após este período (CAIXETA; MARTINS, 2001).

Razzolini Filho e Berté (2009) ampliam a abordagem da LR apontando o aumento da preocupação com relação às questões ambientais, principalmente pelas razões de crescimento populacional e intensificação da industrialização. Este cenário propicia como resultado o aumento do consumo de produtos industrializados e consequentemente o substancial aumento de resíduos sólidos. Com isso, nasce a necessidade de reavaliação por parte das empresas, desde a criação de seus produtos até sua destinação final. O aumento da consciência ecológica percebida pelos consumidores, leva as empresas à implementação de gestão de programas de reciclagem; sendo assim, a LR pode ser uma ferramenta de forma a garantir a sustentabilidade de seus recursos, assim como o meio ambiente.

Segundo Dao *et al.* (2001), não existe muito sentido, em uma parceria de cadeia de suprimento, com um dos parceiros com preocupações voltadas à política ambiental e seu fornecedor e distribuidor tendo ausência de atenções de consequências ambientais. A empresa que está realmente voltada à apreciação de sustentabilidade, sempre procura estabelecer negócios e parcerias que possuem esta mesma visão. Esta consideração, leva a um sistema de cadeia de fornecimento sustentável de parceiros que integram todo processo.

Jabbour (2015) desenvolveu um estudo de investigação sobre as práticas da adoção de um sistema de LR voltados para práticas verdes. Analisando quatro empresas do ramo de distribuição, verificou que uma das grandes preocupações observadas destas corporações, refere-se principalmente às

questões quanto à pegada de carbono (CO₂) dos fornecedores.

3.9 PRODUTOS VERDES

Navinchandra (1990) define o projeto verde, como consequência de uma avaliação de produtos e métodos para autenticar a existência simultânea do bem-estar ambiental, juntamente com o não comprometimento das funções e qualidades relacionadas ao produto.

Segundo Pujari *et al.* (2003) as mudanças nas posturas dos consumidores e na durabilidade dos produtos, exigem alguns tipos alterações. Sendo assim, o desenvolvimento de novos produtos torna-se fator crucial para empresas e indústrias, aliados ao seu marketing, aos processos tecnológicos, engenharia e estrutura organizacional.

O projeto de um produto verde representa então, da combinação das perspectivas econômicas e ecológicas, para resultar em um produto novo e funcional. Outros termos também podem ser utilizados para descrever estes equipamentos são: design verde, eco design, produtos sustentáveis, produtos ambientalmente conscientes (KHOR; UDIN, 2013).

Para muitas empresas o desenvolvimento de um produto verde, está incorporado às estratégias fundamentais corporativas, motivos estes que possuem suas bases em exigências de regulamentações e comoção da população com a proteção do ambiente. Uma estratégia competitiva para os fabricantes corresponde ao eco *design*, que satisfaz as necessidades de seus clientes e estabelecimentos de políticas (WANG *et al.*, 2015).

Segundo Jaiswal *et al.* (2015), a crescente consciência das pessoas, sobre os efeitos negativos ao meio ambiente dos resíduos sólidos, está exigindo produtos ambientalmente amigáveis. A necessidade da fabricação de um produto verde, o desenvolvimento de um produto sustentável, estão surgindo a cada dia.

Jabbour (2015) estende as perspectivas do lançamento de um produto verde, que também representa um passo fundamental, para preocupações voltadas ao meio ambiente e entre fornecedores. As contribuições também são percebidas com mudanças de comportamento dentro das

empresas e para práticas da cadeia de distribuição verde, com a formação de uma equipe verde, empregos verdes, facilitando a estrutura interna da adoção para práticas de cadeia de suprimento verde.

3.10 INTEGRANDO PRÁTICAS DE LOGÍSTICA REVERSA VERDE E PRODUTOS VERDES

Do ponto de vista ambiental, as atividades de uma empresa devem direcionar o uso da tecnologia que auxiliem na eliminação ou minimização dos danos ao meio ambiente, tanto dos processos produtivos e destinação de resíduos. O atingimento da produção sustentável exige ações como: produção mais limpa e ecoeficiência. A deposição de resíduos, rejeitos sólidos, devem ser verificadas com muito cuidado (ALENCASTRO, 2012).

A informação, normalmente, dentro das empresas possui um fluxo desordenado, duplicada e com baixa qualidade. Estes fatores podem afetar, de certa forma, os processos de decisão corporativa, ainda mais pelo fato de que, atualmente estas devem ser assertivas e sem erros. Desta forma, existe uma necessidade de que o fluxo de informação dentro da cadeia logística, seja gerenciado de forma coesa e rápida (RAZZOLINI FILHO E BERTÉ, 2008).

Antigamente os modelos de organizações visavam especificamente a produtividade. Com o advento do fenômeno da globalização de mercados e recursos produtivos, inovações da tecnologia, mudança na percepção dos clientes e as frequentes exigências ambientais, fazem com que as empresas passem por mudanças deste modelo, dando lugar para uma conduta extremamente competitiva. Especificamente em se tratando de processos logísticos, estes devem apresentar grande flexibilidade e rápidas respostas, para o atendimento e

adaptação prontamente às mudanças ambientais, com base em um sistema de informação e processo físico bem estruturado (RAZZOLINI FILHO e BERTÉ, 2008).

Pujari *et al.* (2003) consideram que o desenvolvimento de um produto novo, deve ter seu objetivo voltado para o projeto de um produto com características direcionadas aos anseios de seus consumidores e grupo envolvido. O estudo criterioso deve ser realizado, com bases nos processos de seleção e definição dos atributos do produto, tais como: facilidade de utilização, qualidade, preço, segurança e aspectos com as preocupações ambientais também podem ser percebidos.

Sarkis (2003) projeta que um sistema que estimule a adoção de embalagens retornáveis, exigirá um forte estabelecimento na relação de fornecedor e cliente, assim como, um eficaz modelo e processo de logística reversa. Desta maneira, a utilização da LR de acordo com Khor e Udin (2013) como resultado positivo de redução de RE, pode ser praticada com mudanças realizadas nos projetos de produtos, de forma a facilitar sua recuperação parcial ou total.

O projeto de um produto verde extrapola a elevação empresarial através de sua reputação ambiental, ela está relacionada com a facilidade de recuperação do produto, através de modificações dentro do seu processo de fabricação. Considerações de acessibilidade e facilidade de desmontagem, para a extração de subconjuntos que podem ser reutilizados, estão fortemente baseadas dentro de perspectivas de reparação, recondicionamento, remanufatura e possibilidades de reciclagem do produto (DWIVEDY; MITAL, 2012).

Neste presente estudo se verificou questões mais pontuadas e mais percebidas na literatura e em pesquisas sobre o tema abordam, forma pontuados os seguintes fatores de preocupações de sustentabilidade:

TABELA 1 – Principais Fatores de Sustentabilidade verificados no estado da arte.

Fatores	Revisão da Literatura
Eficiência Energética	Manzini e Vezzoli (2005); Molla (2008); Jenkin <i>et al.</i> (2011); Chou (2012); Gök <i>et al.</i> (2014); Wang <i>et al.</i> (2015).
Racionalização de Insumos	Manzini e Vezzoli (2005); Pereira (2009); Lunardi (2014).
ISO 14001	Adams (2014); Ciribelli e Mendes (2014).
RoHS	RoHS (2016).
Redução de CO ₂	Molla (2008); Chou (2012); Gök <i>et al.</i> , 2014; Jabbour (2015).
Produtos Verdes	Pujari <i>et al.</i> (2003); Khor e Tsai (2012); Khor e Udin (2013); Adams (2014); Kanchanapibul <i>et al.</i> (2014); Wang, <i>et al.</i> (2015); Jaiswal <i>et al.</i> (2015); Jabbour (2015).
Fornecedores Verdes	Dao <i>et al.</i> (2001); Sarkis (2003), Molla (2008); Fu, Zhue Sarkis (2012); Jabbour (2015).
Embalagens Verdes	Sarkis, 2003; Neto (2011); Adams (2013); Lopes e Pacagnan (2014).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Pelos resultados obtidos, é possível perceber que já existem estudos suficientes sobre a questão, visando melhorias ambientais nos processos organizacionais, com vistas à sustentabilidade.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A discussão sobre o conceito de logística reversa está sendo pontuado e debatido por diversos autores, pontuando termos de retorno de produtos para a cadeia produtiva, reutilização de materiais, descarte ambientalmente correto. Pode-se perceber que os ganhos dos processos da logística reversa traduzem benefícios nas três esferas do desenvolvimento sustentável: econômico, social e ambiental. Na dimensão econômica refere-se aos resultados financeiros que envolvem as práticas que envolvem o fluxo reverso, mas dimensões sociais e ambientais os benefícios são traduzidos para a sociedade e para o meio ambiente.

Neste cenário a logística reversa verde engloba todos estes aspectos e ainda agregam preocupações adicionais: preocupações com fornecedores verdes, que utilizam em suas frotas veículos que minimizam a emissão de poluentes, otimização de rotas; embalagens (menor

volume e descarte correto/ ou recolhimento imediato pós-entrega); entre outros.

Este estudo sugere a incorporação do fornecimento de produtos verdes na cadeia de fornecimento de produtos, para contribuição ambiental tanto para a fase de distribuição, quanto benefícios na fase de retorno deste produto na cadeia produtiva. Estes aspectos devem considerar fatores desde a produção do produto (eficiência energética, RoHS, facilidade de desmontagem e reciclagem), distribuição do produto (parceria com fornecedores verdes) e no reverso destes produtos, otimizando sua reutilização e reaproveitamento.

Uma das limitações percebidas neste estudo representa justamente na sinergia entre as dimensões da sustentabilidade: econômica e social. Na esfera social corresponde ao questionamento de até que ponto o consumidor está disposto a pagar por um produto ambientalmente correto? O consumidor realmente está preocupado com suas práticas de consumo? Dentro da esfera econômica: mesmo com a PNRS, as organizações estão engajadas em práticas ambientais? As organizações estão preocupadas em investir e atender os consumidores verdes? Seus processos de tomada de decisão contemplam essas questões, entre outras?

REFERÊNCIAS

[1]. ALENCASTRO, M. S. C. Empresas, Ambiente e Sociedade. Introdução à Gestão Socioambiental Corporativo. Curitiba: Editora Intersaberes, 2012.

[2]. ALMEIDA, F. O bom negócio da sustentabilidade. Rio de Janeiro. Nova Fronteira, 2002.

- [3]. CAIXETA-FILHO, J.V.; MARTINS, R.S. *Evolução Histórica da Gestão Logística do Transporte de Cargas*. São Paulo: Editora Atlas, 2001.
- [4]. CIRIBELI, J. P. MENDES, W. A. *Organizações Empresariais e Economia Verde: Realizações e Desafio na era Digital*. Revista Gestão Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis.v.3, n.1, p.295-309, 2014.
- [5]. DAO, V. LANGELLA, I. CARBO, J. From green to sustainability: Information Technology and an integrated sustainability framework. *Journal of Strategic Information Systems*. Elsevier, p. 63-79, 2011.
- [6]. DRIWEDY, M. MITTAL, R. K. Investigation into e-waste flows in India. Elsevier. *Journal of Strategic Information Systems*. Elsevier, p. 229-242, 2012.
- [7]. ELKINGTON, J. C. *Cannibals with forks: the Triple Bottom Line of 21st Century Business*, Oxford, MA:Oxford Publishing, 1997.
- [8]. FU, X. ZHU, Q. SARKIS, J. Evaluating green supplier development programs at telecommunications systems provider. *Int. J. Production Economics*. p. 357-367, 2012.
- [9]. GÖK, A. WALTERWORTH, A. SHAPIRA, P. Use of web mining in studying innovation. *Springer. Scientometrics*, p.653-671, 2014.
- [10]. HERVANI AA, Helms MM, Sarkis J. Performance measurement of green supply chain management. *Benchmark Int J*, 2005.
- [11]. JABBOUR, A. B. L. S. – Understanding the genesis of green supply chain management lessons from leading Brazilian companies. Elsevier. *Journal of Cleaner Production*. P 385-39, 2015.
- [12]. JAISWAL, A. SAMUEL, C. PATEL, B. S. KUMAR, M. - Go Green with WEEE: Eco-friendly approach for handling e- waste. Elsevier. *Procedia Computer Science*. p. 1317-1324. 2015.
- [13]. KANCHANAPIBUL, M. LACKA, E. WANG, X. CHAN, H. K. An empirical investigation of green purchase behavior among the Young generation. Elsevier. *Journal of Cleaner Production*, p. 528-536, 2014.
- [14]. KHOR, K. S. UDIN, Z. M. Reverse logistics in Malaysia: Investigating the effect of green product design and resource commitment. *Resources, Conservation and Recycling*. Elsevier, p. 71-80, 2013.
- [15]. LEITE, P. R. *Logística Reversa - Meio Ambiente e Competitividade*. 2ª ed. São Paulo, Pearson Prentice Hall, 2003.
- [16]. LEMOS, I. S. *Proposta de Metodologia para a Classificação de Destinos Turísticos Típicos Segundo os Princípios de Sustentabilidade por Meio de Análise multicritério*. Tese Doutorado. PUC-PR, 2010.
- [17]. LUNARDI, G. L. SIMÕES, R. FRIO, R. S. TI Verde – Uma análise dos principais benefícios e práticas utilizadas pelas organizações. REAd – Porto Alegre Ed. 77 nº1- p.1-30, 2014.
- [18]. MAITINO NETO, R. SILVA, M. I. O e-lixo e as soluções viáveis para o problema – *Revista de Ciência Exatas e Tecnológica – Anhanguera SP*. p135-152, 2011.
- [19]. MANZINI, E.; VEZZOLI, C. *O desenvolvimento de produtos sustentáveis. Os requisitos ambientais dos produtos industriais*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.
- [20]. MOLLA, A. GITAM: A Model for the Adoption of Green IT. *Association for Information Systems. AIS Electronic Library (AISeL)*. Australian, p. 656-668, 2008.
- [21]. NASCIMENTO, L. F. *Gestão Ambiental e a Sustentabilidade. Sistema de Universidade Aberta do Brasil*. 2008.
- [22]. NAVINCHANDRA D. Steps toward environmentally compatible product and process design: A case of green engineering. Pittsburgh, PA: Carnegie Mellon University. 1990.
- [23]. ONUBR – Organização das Nações Unidas – A ONU e o meio ambiente. Disponível em <<https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>>. Acesso em 02 de junho de 2017.
- [24]. PEREIRA, G. R. B. TI Verde o caso de uma indústria de computadores do RN, *Revista Científica da Escola de Gestão de Negócios*, p 91-100, 2009.
- [25]. PNRS - Política Nacional dos Resíduos Sólidos. LEI Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.
- [26]. PROTOCOLO DE KYOTO – Protocolo de Kyoto. 2017. Disponível em <<http://protocolo-de-kyoto.info/>>. Acesso em 02 de junho de 2017.
- [27]. PUJARI, D.; WRIGHT, G.; PEATTIE, K. Green and competitive, influences on environmental new product development performance. *Journal of Business Research* v. 56, p. 657-671, 2003.
- [28]. RAZZOLINI FILHO, E. BERTÉ, R. *O reverso da logística e as questões ambientais no Brasil*. Curitiba: Ed. Intersaberes, 2008.
- [29]. RoHS – Restriction of Certain Hazardous Substances. Disponível em <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32002L0095>. Acesso em 12 de março de 2016.
- [30]. SARKIS, J. A strategic decision framework for green supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, p. 397-409, 2003.
- [31]. SHARMA, M., AMMONS, J.C. e HARTMAN, J.C. Asset management with reverse product flows and environmental considerations.

Computers & Operations Research, p.464-486, 2007.

[32]. SRIVIDYA R. Don't throw it away: the corporate role in product disposition. J Bus Strategy 2010.

[33]. WANG, Y. CHEN, Y. AMADO, J. B. How information technology influences environmental performance: Empirical evidence from China. Elsevier, p. 160-170, 2015.

Capítulo 23

OPORTUNIDADES PARA DESENVOLVIMENTO DO MERCADO DE JERKED BEEF NO BRASIL

Shirley Martins Menezes

Carmen Josefina Contreras Castillo

Sergio De Zen

Resumo: As necessidades e demandas que marcaram a história da indústria de carne seca no Brasil mudaram ao longo do tempo exigindo adequação no processo de produção e variações de produtos a fim de atender requisitos de consumo. O Jerked Beef apresenta-se como o produto mais atual desse processo de desenvolvimento, incorporando tanto as características culturais inerentes ao mesmo, como as inovações tecnológicas e mudanças na necessidade de consumo. A revisão de literatura permitiu estabelecer a definição do produto e entender as etapas históricas de sua produção e comercialização. Possibilitou ainda, conhecer os aspectos referentes ao consumidor, que, confirmados por pesquisa preliminar, ajudaram a refletir sobre o possível direcionamento adotado por esse tipo de indústria. Os resultados apontam que apesar do importante espaço que já ocupa no mercado e do relevante papel socioeconômico que representa, o Jerked Beef tem participação pouco expressiva diante do potencial que lhe é atribuído. Além disso, o estudo também permite constatar, que ações de marketing que promovam principalmente uma maior divulgação e difusão de informações sobre o Jerked Beef poderiam favorecer a exploração do mercado potencial do produto, tanto em território brasileiro como no exterior.

Palavras-chave: Jerked Beef; Carne salgada e dessecada; Carne seca.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da indústria de carne seca no Brasil mostra que as necessidades que direcionam sua elaboração têm se modificado ao longo do tempo. Originalmente, com oferta maior do que a demanda, a produção ocorria de forma a evitar desperdício. Posteriormente, passou a ser impulsionada pela necessidade proteica por parte da população de trabalhadores das lavouras canavieiras. Numa etapa posterior, se desenvolveu com maior força no âmbito cultural, sobretudo para atender grupos e/ou regiões mais específicas do país, com destaque para sul e nordeste.

Mais recentemente, passou a abranger novas regiões e a atender públicos diferenciados, com demanda por conveniência e marcada pela conscientização sobre a necessidade de consumir alimentos não prejudiciais à saúde e que também contribuam para diminuição dos gastos com energia.

Considerado o produto de ponta na evolução da carne seca produzida industrialmente, e com grande potencial de crescimento de mercado, o Jerked Beef incorpora a carga cultural do consumo de carne seca no Brasil e também questões relacionadas aos alimentos processados. Esse conjunto de fatores se traduz em grandes desafios para a indústria em questão.

O presente trabalho tem como objetivo apontar possibilidades para aprimoramento da indústria brasileira de Jerked Beef, com base no diagnóstico do desenvolvimento do setor e nas questões de consumo.

2. HISTÓRICO DO CONSUMO E DA PRODUÇÃO DE CARNE BOVINA SALGADA E DESSECADA NO BRASIL

As carnes salgadas e dessecadas são consumidas mundialmente. Produtos com diversificação de sabor, de composição e de tempo de vida útil são elaborados por meio de variações nas tecnologias adotadas para produção e que, transmitidas entre gerações, atendem grupos, culturas e regiões específicas (ISHIHARA e MADRUGA, 2013).

A utilização do sal como agente de preservação de alimentos tem origem desconhecida. Conforme Velasco (1995) citado por Carvalho Jr. (2002), registros do século IV A.C. já mencionam as cecinas (carnes salgadas/dessecadas), possivelmente de carnes suínas, elaboradas na Espanha. No

Brasil, a carne salgada já era conhecida na época de Cabral, quando os marinheiros que o acompanhavam faziam uso da salga do pescado (CARVALHO JR., 2002).

O processo de redução do teor de umidade que constitui a dessecação, por sua vez, também tem origem ignota, embora a literatura o considere um dos grandes eventos da história. Estima-se que a tecnologia tenha sido utilizada por diferentes povos. Os quíchuas, por exemplo, valiam-se desse recurso para preservação de um grande número de alimentos no período conhecido como América pré-colombiana. Neste período, já tiravam proveito da variabilidade da temperatura, bem como das baixa umidade relativa do ar das cordilheiras dos Andes, para preparar o charqui.

A origem do consumo de carne salgada e dessecada no Brasil teria ocorrido por influência dos quíchuas, no século XVI, com a produção estimulada pela necessidade de se preservar o produto do abate de bovinos por períodos mais longos. Essa condição possibilitava que a carne fosse consumida sem maiores desperdícios, por comunidades de poucos habitantes (CARVALHO JR., 2002).

Posteriormente, no século XVIII, a tecnologia aplicada para conservação da carne de boi possibilitou o transporte de maiores volumes por longas distâncias, para suprir a necessidade alimentar de trabalhadores das lavouras canavieiras do nordeste (CARVALHO JR., 2002). Neste mesmo século, foi instalada no nordeste a primeira charqueada, ou indústria saladeiril, marcando a ida da produção em escala para esta região. O intuito era aproximá-la do mercado consumidor e também do rebanho regional, que era representativo. Com a forte seca da região, o que desfavorecia a produção de gado, a produção em escala industrial passou a ser feita no Sul, onde tornou-se uma das principais fontes econômicas. Acredita-se que o charque tenha sido o primeiro produto industrializado do Brasil (FELÍCIO, 2002b; DUARTE, 2013; COSTA, 1978; SOUZA, 2011).

Com o passar dos anos, a carne seca ganhou espaço importante no cardápio da população brasileira, nas mais diversas regiões do País. Apresentando variações do processo original de produção, a carne bovina salgada e dessecada continuou sendo consumida, mesmo com novas opções de alimentos e com o advento da refrigeração (CARVALHO JR., 2002).

A carne-de-sol é um produto típico bastante popular da região nordeste, enquanto que o charque é mais consumido na região sul do Brasil. A migração da população nordestina para o sudeste alavancou a demanda por carne seca, especialmente em São Paulo e Rio de Janeiro, onde estão concentradas muitas das indústrias de carne seca do Brasil.

No início dos anos 70, as indústrias de charque começaram a reivindicar a aprovação de um produto que pudesse ter maior teor de umidade, o que possibilitaria redução de custos, aumento da produtividade e rendimento do processo. Essas empresas alegavam que como o objetivo era atender o mercado regional do sudeste, não havia necessidade de se obter uma alta estabilidade, que advinha da prolongada fase de secagem (FELÍCIO, 2002).

O produto originado dessa tentativa de reformular o charque, conhecido como charque frescal, não se mostrou atrativo para o consumidor por apresentar coloração interna amarronzada e por deteriorar-se facilmente. A indústria passou a elaborar um produto com adição de nitrito ou nitrato de sódio, e embalado à vácuo, o que permitiram uma melhor aparência e durabilidade, além do armazenamento em temperatura ambiente (PINTO *et al.*, 1998; AMBIEL, 2004; DUARTE, 2013).

O novo produto, popularizou-se trazendo benefícios para a indústria, mas enfrentou resistência por parte do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) que tentava preservar a identidade do charque tradicional e se mostrava preocupado com os níveis de nitrito residual e com a presença de nitrosaminas - compostos carcinogênicos formados nas reações químicas entre nitrito e aminas secundárias da carne. Somente após muitas discussões e apreensões de produtos adulterados é que foi aprovado, com o nome comercial de Jerked Beef - Portaria 018/DICAR de 18/04/78. Foram então estabelecidas as normas de fabricação, permitindo a cura com nitrato/nitrito, mas mantendo o teor de umidade em até 45% (com 5% de tolerância) que em agosto de 2000 aumentou para 55%.

O nome comercial foi adotado para diferenciá-lo do tradicional charque, já que incorporava agentes de cura e aumentava o teor máximo de umidade - 55% contra 45% do charque (FELÍCIO, 2002; CARVALHO JR., 2002; DUARTE, 2013). A escolha do nome

teria derivado da pronúncia - *jerky* - que os marinheiros ingleses faziam da palavra charque no século XVIII, quando transportavam o charque brasileiro para as colônias do Caribe (CARVALHO, 2002).

2.1 LEGISLAÇÃO E PROCESSO DE PRODUÇÃO DO JERKED BEEF

Além de permitir a adição de sais de cura, as normas estabelecidas pela Portaria 018/DICAR de 18/04/78 exigia: salga climatizada a 15°C, utilização de estufas ou varais telados para a dessecação (exigência posteriormente relaxada) e acondicionamento à vácuo do produto acabado.

No processo de produção, destaca-se a introdução das máquinas que injetam salmoura no interior das peças de carne - salga úmida. A tecnologia viabiliza a elaboração de produtos com maior espessura, que são mais atrativos ao consumidor, e a utilização teores de umidade e sal maiores em comparação com a salga seca.

A qualidade sanitária dos estabelecimentos foi instituída pela circular nº 109/DICAR de 1988, que define requisitos relacionados às instalações e à operação dos estabelecimentos produtores de Jerked Beef. A Instrução normativa nº 22 SAD/DIPOA, de 31 de julho de 2000, por sua vez, aprovou o regulamento técnico que fixava o novo limite de umidade em 55%, alterava o teor da matéria mineral total para um máximo de 185 e estabelecia a atividade de água para esse produto em um máximo de 0,78.

Atualmente, as carnes bovinas salgadas mais conhecidas no Brasil são a carne-de-sol, o charque e o Jerked Beef, geralmente confundidas entre si. Essas podem diferir no processamento, nas matérias-primas que são utilizadas para serem elaboradas, na composição química e na vida-de-prateleira (LIRA e SHIMOKOMAKI, 1998; DUARTE, 2013).

O processo tradicional de fabricação da carne-de-sol é classificado como rudimentar. A tecnologia de preservação é baseada na adição de sal e diminuição da atividade de água, por meio do processo de secagem com exposição ao sol e ao vento. É um produto de alta atividade de água e curta vida de prateleira. Por inexistir padrões oficiais de identidade e qualidade, são encontradas variações de parâmetros de salga e de

secagem, podendo receber outras denominações, como carne soleada (CARVALHO, 2002; AMBIEL, 2004).

A produção de charque e Jerked Beef, por sua vez, apresentam bases similares, e geralmente são descritas na literatura de forma conjunta, possibilitando estabelecer um comparativo dos processos (CARVALHO, 2002).

O processo de produção do Jerked Beef compreende as etapas de manteação, salga por agulhas, ressalga (salga), tombos, lavagem, secagem e embalagem.

A indústria recebe a carne de frigoríficos em caminhões refrigerados. Após o período de um dia de descando em câmaras refrigeradas, a carne é preparada em tiras que têm de 2 à 5 cm, denominadas mantas. O processo de manteamento (ou esponjamento) consiste em tornar mais finas as proporções musculares mais densas, aumentando a superfície e a obtenção de peças uniformes, que possibilita a aceleração da penetração do sal e a saída da umidade.

Na etapa seguinte, a da salga úmida (por agulhas), as mantas passam por uma esteira e um injetor automático insere agulhas no interior das peças. O processo de cura tem saumoura composta por 25% de cloreto de sódio, nitrito e/ou nitrato de sódio.

Na fase de ressalga, ou salga seca, as mantas que receberam a saumoura são estendidas em plataformas de concreto e intercaladas com sal grosso, até formarem pilhas de aproximadamente 2 metros de altura, que são invertidas diariamente, por aproximadamente 7 dias. Até esse ponto do processo produtivo, as atividades ocorrem em salas climatizadas.

Posteriormente, o excesso de sal grosso é retirado da superfície, a carne é lavada em tanques especiais com água e cloro ativo, ou apenas em água corrente, sendo então empilhada para o escoamento.

Na secagem ou dessecação, as peças são levadas ao ar livre e estendidas em varais para ficarem expostas aos raios solares e ao vento durante algumas horas, dependendo das condições climáticas e dos objetivos da indústria. Algumas referências apontam que essa exposição é intercalada com o abafamento em lonas, sendo três ciclos alternados de 6 à 8 horas de secagem com 40 à 42 horas de abafamento - o tempo que ficam nos varais, a maneira como são

estendidas e como são retiradas dos mesmos, variam de acordo com o processamento de cada indústria e interferem diretamente na qualidade do produto final.

O produto segue então para a fase de embalagem, onde a carne é prensada formando pacotes em volumes diferenciados, com envoltório plástico sob vácuo (DUARTE, 2013; CARVALHO, 2002).

A produção do charque acontece basicamente da mesma forma, mas não requer salas climatizadas nem embalagem à vácuo. Na etapa de salga úmida do charque não há adição de sais de cura, as mantas de carne são apenas imersas em solução de saumoura com 25% de cloreto de sódio durante 40 minutos (NASCIMENTO, 2011; CARVALHO, 2002).

2.2 A QUESTÃO DO SÓDIO E DOS ADITIVOS

Duarte, 2013 se baseia em avaliações técnicas para afirmar que o Jerked Beef possui proteínas bem mais concentradas que a carne refrigerada. Apesar desses aspectos, o fato de agregar sódio e aditivos na formulação faz com que o Jerked Beef seja de certa forma questionado como produto saudável.

Os produtores de Jerked Beef orientam os consumidores para que eliminem o sal quando o produto for retirado da embalagem para consumo. A operação constitui uma etapa fundamental para preparação do Jerked Beef, e também uma etapa crítica, dada a possibilidade de desenvolvimento de microrganismos patogênicos gerados pelo aumento da atividade de água. O procedimento mais adequado e seguro conforme o autor, é a dessalga à temperatura ambiente por 24 horas, seguida de cocção.

Os aditivos, por sua vez, são utilizados de forma a substituir o sal para conservação, impedindo o crescimento de microrganismos, e para conferir e fixar a cor rósea avermelhada dos produtos curados, preservando o aroma do produto, aspectos importantes em termos sensoriais (FARIA *et al.* 2001 in NASCIMENTO, 2011; IAMARINO *et al.*, 2015). De acordo com Capello e Slaviero (2015) o nitrito apresenta também efeito antibotulínico.

Iamarino *et al.*, 2015 avaliaram resultados de diferentes autores e concluiu que o uso de nitrito e nitrato como aditivos em produtos

embutidos pode trazer malefícios à saúde humana. O problema é ocasionado pela exposição a longo prazo a pequenas concentrações ao longo da vida. Considerando que a população tem contato com essas substâncias por meio de outras fontes como água, vegetais e outros alimentos, o efeito cumulativo merece ser levado em conta, requerendo uma dieta controlada em relação ao uso.

No Brasil a portaria nº 1004 de 11 de dezembro de 1998 define os limites máximos de nitratos e nitritos em carne e produtos cárneos. A ingestão diária aceitável (IDA) avaliada em 1995 para nitrato NO₃ – é de 0-3,7 mg/kg de massa corpórea, expressos como íon nitrato e para o nitrito NO₂ – a IDA é 0-0,06 mg/kg de massa corpórea, expressos como íon nitrito.

2.3 MATERIAL E MÉTODOS

A revisão de literatura possibilitou entender as etapas históricas da produção e comercialização da carne seca no Brasil, estabelecendo um pano de fundo para compreensão do papel do Jerked Beef nesse processo evolutivo. Permitiu também, avaliar os aspectos referentes ao consumidor; a consulta feita à agentes ligados à produção e comercialização do Jerked Beef tinha como objetivo obter maiores informações sobre a estrutura de mercado para este segmento da cadeia produtiva da carne bovina; o estudo preliminar com entrevista à 35 consumidores, por sua vez, permitiu esboçar possíveis direcionamentos para o tipo de indústria analisada, com base na percepção dos mesmos - a aplicação restrita validou o questionário para que possa, posteriormente, ser aplicado para uma amostra ampliada.

2.4 ESTRUTURA DO SETOR

Conforme a ANICS (Associação Nacional da Indústria da Carne Seca), em 2011, os maiores produtores brasileiros de carne seca concentram-se nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, sendo responsáveis por 75% da produção nacional, cerca de 30 mil toneladas por mês. Cerca de 95% desse volume destinava-se ao mercado interno. As exportações acontecem para África e algumas regiões da América Central.

A produção de charque/Jerked Beef no Brasil é feita por frigoríficos que visam

prioritariamente as vendas de carne fresca e também por empresas especializadas, quando a unidade industrial adquire a carne de unidades abatedoras e realiza as demais etapas para fabricação do produto. Como o valor agregado do Jerked Beef é maior em comparação ao do charque, muitas empresas optam por produzi-lo.

No caso dos frigoríficos que produzem tanto carne fresca, como a seca, parte da produção já é planejada para atender o mercado de carne seca. Agentes do setor também afirmam que lotes recusados de carne fresca podem ser utilizados para produção da carne seca.

O volume de vendas costuma ser comparativamente inferior ao da carne fresca e o abastecimento dos pontos de venda é menos frequente, de acordo com a demanda. O prazo de validade mais extenso também possibilita a compra em períodos mais distantes.

As orientações sobre como manipular o Jerked Beef nos pontos de venda visam garantir a qualidade obtida durante o processo de fabricação e preservar a vida de prateleira. Tendo em vista que não precisa de refrigeração, mas constitui um produto perecível, o transporte, o desembarque, o armazenamento e a estocagem deve ter como objetivo principal preservar o vácuo. A perda do vácuo implica em interrupção automática do prazo de validade. Nesse caso, é necessário retirar o produto da embalagem original e refrigerá-lo, para ser consumido em poucos dias.

2.4.1 QUESITOS DE CONSUMO

Não existem dados oficiais sobre o consumo de carne seca ou Jerked Beef no Brasil, mas Souza, 2007 considera o charque um dos produtos cárneos industrializados mais consumidos no País. Operadores do setor observam o aumento sazonal do consumo no inverno. Souza, 2007 também afirma que existe muito a ser explorado no mercado nacional e internacional. O fato de não requerer a utilização da cadeia do frio faz com que tenha um grande potencial como fonte de proteína de origem animal.

Autores como Biscontin *et al.* (1992) e Duarte (2013) consideram que a valorização da comida típica brasileira fez com que a carne seca industrializada deixasse de ter um consumo exclusivamente regionalizado no

país, passando a ter maior aceitação em regiões diversas. A diferenciação do produto consumido em cada região, no entanto, ainda é evidente, sendo o Jerked Beef mais consumido no sudeste do País.

Para Ishihara e Madruga (2013), os processos de salga e de dessecação da carne seca, em especial da carne de sol e do charque, geralmente são feitos sem muito controle, margeando as condições mínimas de higiene e de tecnologia. A necessidade de se obter melhorias de qualidade desses produtos acompanha a expansão da indústria de produtos salgados.

Assim como para a carne fresca, o fator maciez se destaca para a salgada. Melhorias neste aspecto em específico, poderia, conforme Ishihara e Madruga (2013), resultar em aumento da aceitação pelo consumidor de produtos típicos. A demanda atual reflete, cada vez mais, a opção por alimentos com características padronizadas e qualidade estabelecida.

A literatura mostra que na fase mais recente do histórico de consumo de carne seca no Brasil, o Jerked Beef ganhou mercado juntamente à pessoas que não tinham o hábito de consumir o charque. Esse ponto é relevante porque quando há migração do consumo de um produto já conhecido para outro, a indústria precisa dar ênfase à comparação que consumidores geralmente estabelecem. Os autores observam que parte desses “novos consumidores” parecem apresentar inclusive uma restrição em relação ao charque, considerando o aroma como “rançoso” (CARVALHO, 2002).

A ANICS aponta que a difusão da carne seca entre chefs de cozinha como ingrediente culinário, assim como o aumento da renda – principalmente na classe C – estão entre os fatores que trazem boas perspectivas para o setor.

Em 2015, na feira da APAS, a Marfrig anunciou o lançamento do Jerked Beef com suas marcas Montana e Marfrig para a região sudeste. O produto comercializado em embalagens de tamanhos diferentes, para atender redes de supermercado e o setor de food service. A empresa afirma que por ser produzido com carnes selecionadas e possuir baixo teor de gordura, o Jerked Beef tem ganhado espaço cada vez maior na alimentação dos brasileiros, em especial junto à população do sudeste do país, deixando de ser um dos coadjuvantes da feijoada e

passando para ser o principal ingrediente de pratos, aperitivos e petiscos.

2.4.2 QUESTIONÁRIO PILOTO

O grupo de 35 entrevistados possui o seguinte perfil: Idade média de 28 anos. A maioria dos respondentes (77%) é do sexo feminino e possui instrução superior (94%). Todos trabalham. Dos 35 respondentes, 14 (40%) almoçam ou jantam fora de casa até 3 vezes na semana e outros 14 (40%), mais de 3 vezes por semana. Do total, 29%, possuem filhos. Do total de respondentes, 23 são solteiros (66%) e a grande maioria nascida no estado de SP (94%). Apenas alguns deles, 26%, tem pais nascidos fora de SP, sendo 2 no estado da Paraíba, 3 em Minas Gerais, 2 em Pernambuco, 1 na Bahia e 1 no Paraná.

Não foram identificadas diferenças de consumo em função da descendência, nem mesmo para os respondentes cujos pais têm origem nordestina. Isso sugere que, para o grupo analisado, os hábitos alimentares adquiridos advém especialmente do estado de origem.

A grande maioria dos respondentes afirmou consumir a carne seca eventualmente, e 54% fazendo uso do produto no preparo de refeições como feijoada e escondidinho. A minoria, 23%, utiliza em forma de aperitivos ou lanches. Apenas 9% dos respondentes afirmou consumir a carne seca em substituição a uma outra porção de proteína no prato principal. O consumo do produto se dá basicamente em restaurantes (46%) e em domicílio (17%).

Dos que afirmaram comprar o produto, 77% responderam adquirir nos supermercados e 16% nos açougues. Um respondente afirmou que a carne seca é fornecida em cesta básica. Quando questionados em relação à embalagem, a maioria, 70%, compra à vácuo. Os outros 30% se dividem entre os produtos na bandeja e embalada no momento da compra.

Os respondentes foram questionados sobre os dois aspectos que consideram mais importantes para decidir sobre a compra de carne seca. O fator mais pontuado foi coloração (13 pontos); seguido por gordura (12 pontos); preço (11 pontos); tipo de corte e prazo de pagamento (9 pontos cada um); e por último o quesito marca (7 pontos).

No que diz respeito à classificação do produto, as respostas apontam que 54% a considera um produto industrializado, 26% como um embutido e 14% como um produto *in natura*.

Do total de respondentes, apenas 8 (23%) afirmaram saber que o Jerked Beef é uma categoria de carne seca. Em relação à percepção de qualidade comparativa (Jerked Beef com carne seca) tem-se que a maioria (89%) acredita que o Jerked Beef trata-se da carne seca tradicional, apenas com outra denominação. Apenas um respondente mostrou saber da diferença relacionada aos aditivos. Um respondente mencionou acreditar em estratégia de marketing como fator de diferenciação e outros dois fizeram referência à questões de certificação de qualidade.

Quando questionados sobre os possíveis fatores que poderiam levar ao aumento do consumo de carne seca ou mesmo à substituição da carne fresca pela carne seca, foram obtidas respostas que poderiam direcionar novas pesquisas e inovações/implementações na cadeia produtiva. Responderam estar mais dispostos a aumentar o consumo caso houvesse: diminuição do preço; formas diferenciadas de preparo; mais informações sobre os benefícios para a saúde; mudança de hábito; escassez de alimentos; maior disponibilidade no varejo e melhor exposição nos pontos de venda; melhorias da qualidade; mais facilidade e menor tempo para o preparo; e diminuição do sal e de conservantes.

Dentre os pontos fortes mencionados, destacam-se: o sabor característico e a não necessidade de refrigeração para armazenamento, enquanto embalada. Os pontos desfavoráveis, por sua vez, envolvem: o gosto forte, o difícil preparo, os comentários negativos, como por exemplo que é feita com carne de jumento, a percepção de que seria menos saudável e teria menos nutrientes e proteínas que a carne fresca, além de possuir mais gordurosa, ter textura pouco agradável, ser muito salgada e muito dura.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria brasileira de carne seca tem um histórico de evolução e de aprimoramento que

acompanha as necessidades de consumo e as oportunidades de demanda. Pode-se afirmar que, com a produção do Jerked Beef, alcançou um nível elevado de amadurecimento do processo produtivo.

Modo geral, o Jerked Beef, parece atender favoravelmente os quesitos atuais de demanda, se mostrando um produto atrativo ao consumidor de regiões onde o hábito de consumo da carne seca é mais recente (sudeste brasileiro) em relação à outras onde a questão cultural já o fez consolidado (sul e nordeste). Apresenta-se também, como um produto novo aos olhos de consumidores que não apreciam o charque, o que resulta na possibilidade de aumentar a fatia de mercado. O fato de não necessitar de refrigeração para ser armazenado constitui um outro ponto positivo para o produto, visto que contribui para amenizar os gastos com energia e demais custos provenientes da cadeia do frio, que envolve transporte e armazenagem.

Pode-se considerar, contudo, que o produto em questão ainda é pouco explorado em termos comerciais. Nesse quesito, merecem destaque os fatores de informação e divulgação. Mesmo as questões relacionadas ao sódio e aos aditivos químicos, tidas inicialmente como limitadoras do consumo do Jerked Beef, poderiam ser melhor assimiladas pelos consumidores, caso os aspectos elucidativos estivessem difundidos.

Iniciativas como a da criação da ANICS parecem enfraquecidas e pouco percebidas pelo público, acabando por gerar resultados comerciais limitados.

Ao que parece, ações de marketing da cadeia poderiam produzir resultados interessantes no sentido de a indústria do Jerked Beef explorar de forma eficiente o potencial de crescimento de mercado, seja interno ou externo.

Nesse sentido, estudos mais abrangentes sobre o consumo de Jerked Beef poderiam contribuir para determinar ferramentas e ações mais apropriadas para se obter gestão eficiente da cadeia produtiva em questão. Em última análise, a implementação de tais ações poderia colaborar de forma importante, não apenas para a continuidade do desenvolvimento da indústria brasileira da carne seca, como também para os aspectos de consumo e em termos socioeconômicos.

REFERÊNCIAS

- [1]. AMBIEL, C. *Efeitos das concentrações combinadas de cloreto e lactato de sódio na qualidade e conservação de um sucedâneo da carne-de-sol*. Universidade Estadual de Campinas. Campinas: 2004.
- [2]. ANICS - Associação Nacional das Indústrias de Charque. Disponível em: <<http://www.anics.com.br/site/artigos/mostrar/129>> Acesso em: 22 abr 2016.
- [3]. BISCONTINI, T. M. B.; LOPES FILHO, A.; SHIMOKOMAKI, M. *Jerked Beef: uma evolução tecnológica do charque*. Higiene Alimentar. v.6, n.23, p.15-16. 1992.
- [4]. CAPELLO, C.; SLAVIERO, P.C. *O uso e controle de nitrato e nitrito no processamento de produtos cárneos*. Universidade do Estado de Santa Catarina. Centro de Educação Superior do Oeste. Departamento de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química. Pinhalzinho: 2015.
- [5]. CARVALHO Jr. B. da C. *Estudo da evolução das carnes bovinas salgadas no Brasil e desenvolvimento de um produto de conveniência similar à carne-de-sol*. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Departamento de Tecnologia de Alimentos. Campinas: 2002.
- [6]. COSTA, A.R.S. *Métodos alternativos de secagem de charque com auxílio de coletores solares. Previsão matemática de processo*. Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola. Universidade Estadual de Campinas. Campinas: 1978. 91 p.
- [7]. DUARTE, A. C. B. *Método de dessalga de Jerked Beef como procedimento para garantir a inocuidade*. Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte: 2013.
- [8]. FARIA, J. A. F.; FELICIO, P. E.; NEVES, M.A.; ROMANO, M.A. *A formação e estabilidade da cor de produtos cárneos curados*. Revista Tec Carnes. v.3, n.2, p.16-22. 2001.
- [9]. FELÍCIO, P. E. *Jerked Beef - Um sucedâneo do charque criado a partir de uma fraude*. Revista ABCZ. ano 2. n.7, p.98. mar./abr., 2002.
- [10]. IAMARINO, L.Z.; OLIVEIRA, M. da C. de; ANTUNES, M.M.; ANTUNES, M.; OLIVEIRA, M. de; RODRIGUES, R.O.; ZANIN, C. I. de C. B.; SCHIMILE, M.; LIMA, A.A. de; *Nitritos e nitratos em produtos cárneos enlatados e/ou embutidos*. Gestão em Foco. 7.ed. n.7, p.246 – 251. UNISEPE, 2015.
- [11]. ISHIHARA, Y.M.; MADRUGA, M.S. *Indicadores de maciez em carnes salgadas e dessecadas: uma revisão*. Semina: Ciências Agrárias, Londrina: 2013. v.34, n.6 suplemento 2, p.3721-3738.
- [12]. LIRA, G. M., SHIMOKOMAKI, M. *Parâmetros de qualidade da carne-de-sol e dos charques*. Higiene Alimentar. v.12, n.58, p.33-35. 1998.
- [13]. MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. *Regulamento técnico de identidade e qualidade de carne bovina salgada curada dessecada ou Jerked Beef: Instrução Normativa nº 22 de 31 de julho de 2000*.
- [14]. MARFRIG GLOBAL FOODS. *Marfrig anuncia o lançamento do Jerked Beef para a região Sudeste na Feira APAS 2015*. Disponível em: <<http://www.marfrig.com.br/pt/documentos?id=720>> Acesso em: 20 mai. 2016.
- [15]. NASCIMENTO, E.P.S. *Efeito do ácido láctico sobre as características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais na carne de sol*. Universidade Federal do Rio Grande do Norte Centro de Tecnologia Departamento de Engenharia Química. Rio Grande do Norte: 2011.
- [16]. PINTO, M.F.; PONSANO, E.H.G.; FRANCO B. D. G. M.; SHIMOKOMAKI, M. *Charque e sucedâneos são produtos cárneos obtidos por processos combinados (Hurdle Technology)*. Revista Nacional da Carne. São Paulo: 1993. n.195, p.66-68.
- [17]. SOUZA, D.R.S. *Aspectos industriais na produção de charque*. Universidade Castelo Branco. São Paulo: 2007.
- [18]. SOUZA, J.M. de. *Análise bromatológica de carnes antes e após o processamento para obtenção de charque*. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. Instituto de Química. Natal: jun. 2011.
- [19]. VELASCO JR. (ed). *Carnes y productos cárnicos com denominación de origem*. Estratégias Alimentarias. S.L. Eurocarne. Madrid: 1995. 143 p.

Capítulo 24

PLANEJAMENTO TÁTICO DE CENTRO CIRÚRGICO: A DECISÃO DE ALOCAÇÃO DE SALAS CIRÚRGICAS

Daniel Bouzon Nagem Assad

Ana Carolina Pereira de Vasconcelos Silva

Thaís Spiegel

Leonidas Cardoso

Resumo: O centro cirúrgico de um hospital é a unidade hospitalar responsável por garantir o atendimento de pacientes cirúrgicos e enfrenta desafios relacionados, em geral, à longas listas de espera dos pacientes e utilização ineficiente de recursos. Por ter relação direta com outros departamentos e forte impacto na qualidade dos serviços de saúde e por representar uma das principais fontes de custos, a eficiência em sua gestão uma peça central para a sustentabilidade financeira do hospital. Nesse sentido, o presente artigo tem como objeto o hospital universitário pedro ernesto (hupe), da universidade do estado do rio de janeiro (uerj), e pretende primeiramente descrever como atualmente funciona o centro cirúrgico, sua programação e as áreas subjacentes à ele e posteriormente propor um modelo de otimização que consiga dividir os slots de tempo das salas de cirurgia ativas do centro cirúrgico no intuito de prover a melhor disponibilidade possível para cada serviço.

1 INTRODUÇÃO

A indústria da saúde vem enfrentando um impasse devido aos baixos padrões de qualidade dos serviços e forte pressão para aumentar eficiência e produtividade e reduzir custos (VAHATALO & KALLIO, 2015). No que diz respeito aos custos, no Brasil, cada entrada de um paciente representa aproximadamente US \$ 76,50 em uma unidade de emergência e US \$ 56,50 por consulta médica (GUIMARÃES JR et al., 2015).

Por princípio constitucional, a população tem direito à saúde, sendo esse um dever do Estado, sem a previsão de limites. No entanto, mesmo considerada a pertinência desse direito universal, diferenças e dificuldades pragmáticas surgem à medida que se questiona de onde saem os recursos necessários para sustentar tal direito (SPIEGEL et al., 2016). Estima-se que os orçamentos hospitalares respondem por quase metade de todos os gastos na maioria dos sistemas de saúde e, dentro deles, a razão mais importante para a admissão hospitalar são procedimentos ou intervenções cirúrgicas (BARBAGALLO et al., 2015), realizados, em geral, em um centro cirúrgico, lugar preparado de acordo com os requisitos que o tornam apto à prática de cirurgia visando atender a resolução de intercorrências cirúrgicas através da ação de uma equipe integrada (POSSARI, 2004). O centro cirúrgico é composto por várias salas e é o recurso considerado crítico, pois tem um forte impacto na qualidade dos serviços de saúde e representa uma das fontes de custos principais (AGNETIS et al., 2014). Por outro lado, Denton et al. (2007) afirma que o centro cirúrgico pode gerar impacto na receita mesma proporção (no contexto de hospitais privados, principalmente). Por este motivo, o planejamento e gestão do centro cirúrgico, bem como a programação de salas de cirurgia representam temas recorrentes na literatura e, para Sambeek et al. (2010), podem estar relacionados a três questões diferentes: capacidade, modelagem de processos e *scheduling*.

Este artigo aborda o Hospital Universitário Pedro Ernesto (HUPE), da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), como objeto de estudo. O HUPE é um hospital inserido no contexto do SUS e desempenha papel de ensino e função assistencial relevante. Em função de problemas estruturais, a quantidade de salas de cirurgia ativas no centro cirúrgico reduziu de 16 para 9 e, por conta da recente

crise do Estado do Rio de Janeiro, há problemas que vão desde recursos humanos com quantitativo reduzido até falta de materiais, seja por ineficiências internas ou por problemas com o pagamento de fornecedores.

Neste contexto, o objetivo do presente artigo é (i) descrever como atualmente funciona o centro cirúrgico, sua programação e as áreas subjacentes à ele e (ii) propor um modelo de otimização que consiga dividir os *slots* de tempo das salas de cirurgia ativas do centro cirúrgico no intuito de prover a melhor disponibilidade possível para cada serviço (especialidade cirúrgica).

2 REVISÃO DA LITERATURA

O centro cirúrgico de um hospital é o local ou unidade hospitalar responsável por garantir o atendimento de pacientes cirúrgicos. Os desafios que enfrentam, em geral, são longas listas de espera dos pacientes e utilização de recursos de forma ineficiente (NIU et al., 2013). A relação direta com outros departamentos tornam a eficiência em sua gestão central para a sustentabilidade financeira do hospital (Marques & Captivo, 2015). Przasnyski (1986) propõe que a busca pela maior eficiência na utilização dos recursos do centro cirúrgico remete a cinco pilares centrais: utilização de sala de cirurgia, contenção de custos, planejamento e organização, programação de recursos específicos (pessoal de enfermagem, anestesia, banco de sangue) e programação de operações cirúrgicas em salas cirúrgicas.

De acordo com Magerlein & Martin (1978), o termo "programação" na literatura cirúrgica refere-se a dois processos distintos: *advanced scheduling* e *allocation scheduling*. No primeiro processo, é feito um agendamento antecipado em que os pacientes tem suas cirurgias programadas para ocorrer em alguma data futura, ao passo que, o segundo processo, referido como programação de alocação, consiste em definir a sequência de casos cirúrgicos naquele dia. Apontam ainda que o *advanced scheduling* pode ser feito de duas formas: a única restrição de recursos considerada é o tempo total de operação disponível das salas de cirurgia (método comum) ou podem considerar várias restrições de recursos como leitos, equipe de enfermagem, cirurgiões, anestesistas e equipamentos (método complexo).

Diversas pesquisas recentes classificam as decisões de planejamento e programação de salas de cirurgia nos níveis estratégico, tático e operacional (*off-line* ou *online*), relacionando estes a alguns horizontes temporais (GUERRIERO & GUIDO, 2011; MAY et al., 2011; STEPANIAK et al., 2012; HULSHOF et al., 2012; HANS & VANBERKEL, 2012;

ABDELRASOL et al., 2014). Entretanto, observa-se divergências quanto à alçada de decisão e horizonte de planejamento entre diferentes autores e, nesse artigo, assumem-se as decisões nos horizontes de planejamento e programação propostos por Liang et al. (2015).

QUADRO 1 – Níveis de decisão de planejamento e programação. Fonte: adaptado de Liang et al. (2015).

Nível Estratégico	Esta fase diz respeito à determinação do número e tipo de salas de operações, das horas de funcionamento das salas de cirurgia e da capacidade global do centro cirúrgico desdobrado entre várias especialidades cirúrgicas, cirurgias ou grupos individuais (<i>case mix</i>).
Nível Tático	Esta fase considera o desenvolvimento de um <i>Master Surgical Schedule</i> (MSS). Este cronograma define a atribuição específica de blocos das salas de cirurgia para as especialidades, ou seja, quanto tempo elas terão. O MSS deve reagir às alterações da quantidade total de tempo e especialidades disponíveis.
Nível Operacional <i>Offline</i>	Nesta fase, a programação de pacientes eletivos é realizada diariamente, atribuindo, ao longo do horizonte de planejamento (pode variar de 1 semana a 1 mês), um conjunto de cirurgias a uma equipe para ser realizado em uma sala de cirurgia designada pelo MSS no período de tempo por ele especificado. A atribuição de um paciente a uma clínica em um período de tempo definido no horizonte de dia é conhecido como <i>Surgical Case Assignment Problem</i> (SCAP), ou seja, quando cada cirurgia será realizada.
Nível Operacional <i>Online</i>	Nesta fase, são definidas as ordens dos procedimentos cirúrgicos em tempo real e alocação de recursos para cada bloco de tempo em cada sala de cirurgia. Neste horizonte, o objetivo é lidar de forma eficiente entre eventos não esperados e distribuições aleatórias, duração da cirurgia e chegada de casos urgentes.

Os problemas pertinentes a cada categoria podem ser tratados por diferentes abordagens quantitativas colocadas por Abdelrasol et al. (2014). Nesta categorização, o presente artigo pode ser enquadrado em *Master Surgery Scheduling* e lança mão de *block scheduling* como abordagem.

3 ESTUDO DE CAMPO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO HOSPITAL

O termo hospital “se refere a um conjunto muito heterogêneo de estabelecimentos de saúde, unidades de diferentes portes, que

podem oferecer uma variada gama de serviços e atividades e desempenhar funções muito distintas no âmbito da rede de atendimento à saúde” (NETO et al., 2008). De acordo com De Negri Filho et al. (2012), os hospitais que integram o SUS podem ser classificados em termos de porte, complexidade, perfil assistencial, papel na rede e regime de propriedade. Por esta classificação, o HUPE é um hospital geral, de alta complexidade, de grande porte em relação ao número de leitos, com finalidade de ensino e pesquisa, que conta com 20 especialidades cirúrgicas e possui 350 leitos.

QUADRO 2 – Especialidades HUPE. Fonte: os autores.

Serviços cirúrgicos (clínicas)			
Cirurgia Geral	Otorrino	Cirurgia Torácica	Ortopedia
Ginecologia	Proctologia	Bucomaxilo	Cirurgia de tratamento de anomalias craniofaciais
Urologia	Cirurgia Vascular	Cabeça e pescoço	Dermatologia
Neurologia	Cirurgia Cardíaca	Cirurgia da mão	Gastroenterologia
Cirurgia Plástica	Cirurgia pediátrica	Oftalmologia	Arritmia

3.2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Atualmente a alocação das salas e blocos de tempo das especialidades é condicionada inicialmente pela disponibilidade de anestesistas. A atribuição de anestesistas às salas cirúrgicas, no horizonte mensal, é feita manualmente pelo chefe do centro cirúrgico. Para entendimento quanto ao método de preenchimento, foram necessárias entrevistas e observação direta visando explicitar os critérios utilizados. De início, o entrevistado dividiu as clínicas em duas categorias. Na primeira estavam as clínicas que, em sua visão, ocupavam melhor o que lhes é alocado

e que compõem os serviços básicos do hospital. Para estas, o critério era atribuir salas com anestesistas em todos os dias que os *staffs* estivessem no hospital. As demais clínicas recebiam salas com os “espaços ociosos”. Para estas, o objetivo é a distribuição equitativa considerando as disponibilidades dos *staffs* de cada serviço. Os serviços cirúrgicos tem seus *staffs* disponíveis para realização de procedimentos cirúrgicos nos dias apresentados na tabela abaixo. Na última linha nota-se a assimetria da disponibilidade das clínicas ao longo dos dias da semana (a competição por recursos é maior no meio da semana).

TABELA 8 – Dias disponíveis para realização de procedimento por clínica. Fonte: os autores.

Disponibilidade por serviço	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
Cirurgia Geral	X	X	X	X	
Ginecologia	X	X	X	X	X
Urologia	X	X	X	X	X
Neurologia	X	X	X	X	X
Cirurgia Plástica	X	X	X	X	X
Otorrino	X	X	X	X	X
Proctologia	X			X	
Cirurgia Vascular	X	X	X	X	X
Cirurgia Cardíaca	X	X	X	X	X
Cirurgia pediátrica		X		X	
Cirurgia Torácica	X		X		X
Bucomaxilo	X	X	X	X	
Cabeça e pescoço			X		
Cirurgia da mão			X		
Oftalmologia	X	X	X	X	X
Ortopedia		X			X
Cirurgia de tratamento de anomalias craniofaciais		X			
Dermatologia			X		
Gastroenterologia		X			
Arritmia		X			
Total	12	14	14	13	10

Na categorização inicial, o chefe do centro cirúrgico, direcionado pelo planejamento mensal, estabeleceu como prioritários os serviços: Cirurgia Geral, Ginecologia, Urologia e Neurologia. Posteriormente solicitou a inclusão dos serviços de Cirurgia Plástica e Otorrino nesta ordem. Atendido este critério, a

atribuição dos anestesistas para os demais serviços tem igual prioridade e respeitando, a disponibilidade de cada uma, deve-se buscar a equidade.

O quadro regular de anestesistas real não atende a esta disponibilidade e, na prática, a

disponibilidade de anestesistas (que desempenham outras atribuições na Unidade) varia de um dia da semana para outro. A disponibilidade de anestesistas é entregue quinzenalmente e, para elaborar a distribuição mensal, o chefe do centro cirúrgico supõe que a disponibilidade da primeira quinzena será a mesma para a segunda. Caso sua extrapolação não se confirme, ele refaz o planejamento. Neste caso, busca compensar as clínicas que fiquem prejudicadas (que ganharam menos salas com anestesistas que as demais).

Neste cenário, o chefe do centro cirúrgico relata gastar cerca de 4 horas para “fechar a conta” da distribuição dos anestesistas entre as clínicas ao longo do mês e nem sempre consegue garantir a “equidade”. Através da realização de entrevistas complementares foi possível explicitar os critérios tácitos que, na prática, estavam sendo adotados na distribuição. A síntese destes critérios é apresentada na tabela a seguir.

TABELA 9 - Critérios de alocação de salas com anestesistas ao longo do mês. Fonte: os autores.

Serviços cirúrgicos	Critério	Ideal	Peso
Cirurgia Geral	A maior quantidade possível respeitando a disponibilidade.	14 a 16	100
Ginecologia	Garantido o pleno atendimento à cirurgia geral o somatório de salas com anestesistas deve ser igual no mês e cada clínica deve ter pelo menos 2 dias na semana. A necessidade de igualdade entre estas clínicas se dá para que uma por ventura não questione porque a outra recebeu mais salas que ela.	10	3
Urologia		10	3
Neurocirurgia		10	3
Cirurgia Plástica		10	3
Cirurgia Cardíaca/Arritmia		10	3
Cirurgia Vascular		10	3
Otorrino	Garantido o pleno atendimento à cirurgia geral deve-se dar a maior quantidade de salas com anestesistas possíveis e garantir disponibilidade de pelo menos 2 dias na semana	10	3
Proctologia	Pelo menos 3 salas na quinzena e 7 no mês	7	1
CIPE		7	1
Cirurgia Torácica		7	1
Bucomaxilo		7	1
Oftalmologia		7	1
Ortopedia		7	1
Cabeça e pescoço	Pelo menos 3 salas no mês e pelo menos 1 na quinzena	3	1
Cirurgia da mão		3	1
Cirurgia de tratamento de anomalias craniofaciais	1 salas no mês. Se possível 2	2	2
Dermatologia	Pelo menos 1 salas no mês	1	1
Gastroenterologia	Pelo menos 1 salas no mês	1	1

3.3 MODELAGEM

Estas regras foram colocadas em um modelo matemático no *software* AIMMS que tem como variável de decisão alocar um anestesista a um serviço cirúrgico/clínica (c) em um dia (d). Este modelo será apresentado nesta seção

bem como uma variação dele que tem por objetivo responder qual a menor quantidade de anestesistas necessários por dia para atender as restrições apresentadas na

TABELA 9. Entretanto, ambos adotam como premissa que um anestesista é vinculado a

apenas um serviço

cirúrgico por dia e não considera, por exemplo, se por ventura no mapa daquele dia daquela clínica todos os *s/ots* de tempo estão completos ou se há condição de estar em face a outras restrições.

Nesta atividade de planejamento de nível tático não são consideradas restrições de

níveis operacionais como disponibilidade de leitos, de equipamentos (exceção feita aos equipamentos do próprio centro cirúrgico), entre outros. A alocação dos equipamentos do centro cirúrgico (raio-X, intensificador de imagem e congelamento) é feito no planejamento, mas atribuído a apenas uma clínica em cada dia.

QUADRO 3 – Declaração de índices do modelo de alocação de anestesista por clínica. Fonte: os autores.

Índices	Significado	Domínio	Sub índices
c: clínica	Clínica	C = [1,19]	d s
d: dia	Dia	D = [1,20]	
s: semana	Semana	S = [1,4]	
q:quinzena	quinzena	Q = [1,2]	

QUADRO 4 – Declaração dos parâmetros do modelo de alocação de anestesista por clínica.

Parâmetros	Significado	Valores modelo 1	Valores modelo 2
<i>qSalaDisp</i>	Quantidade de salas eletivas disponíveis por dia	9 salas	7 salas
<i>dispc^d</i>	Disponibilidade da clínica (c) no dia (d)	Binário – Tabela 1	Binário – Tabela 1
<i>qansem_c</i>	Quantidade mínima de anestesistas na semana (c)	Tabela 2 – coluna 2	Tabela 2 – coluna 2
<i>qanqui_c</i>	Quantidade mínima de anestesistas na quinzena (c)	Tabela 2 – coluna 2	Tabela 2 – coluna 2
<i>qanmes_c</i>	Quantidade mínima de anestesistas no mês (c)	Tabela 2 – coluna 3	Tabela 2 – coluna 3
<i>qan^d</i>	Quantidade de anestesistas disponíveis no dia (d)	Tabela 4 – linha 23	Não se aplica
<i>pesoc_c</i>	Peso atribuído à clínica (c)	Tabela 2 – coluna 3	Tabela 2 – coluna 3

Fonte: os autores.

QUADRO 5 – Declaração de índices, parâmetros e variáveis do modelo de alocação de anestesista por clínica..

Variável	Significado	Tipo	Aplicável ao modelo
<i>Alocanc^d</i>	Decisão de alocar o anestesista no dia (d) na sala concedida à clínica (c)	Binária	1
<i>Qan^d</i>	Quantidade de anestesistas disponíveis no dia (d)	Inteira	1 e 2

Fonte: os autores

Modelo 1:

$$\text{Max } \sum_{c,d} \text{peso}_c * \text{Alocanc}_c^d \quad (1.1)$$

Sujeito a:

$$\text{Alocanc}_c^d \leq \text{dispc}_c^d \quad \forall c, d \quad (1.2)$$

$$\sum_c \text{Alocanc}_c^d \leq q\text{SalaDisp} \quad \forall d \quad (1.3)$$

$$\sum_d \text{Alocanc}_c^d \leq \sum_d \text{Alocanc}_{c+1}^d \quad \forall c \text{ in } c = \{2:7\} \quad (1.4)$$

$$\sum_d \text{Alocanc}_c^d \geq \underline{\text{qanmes}}_c \quad \forall c \quad (1.5)$$

$$\sum_q \text{Alocanc}_c^d \geq \underline{\text{qanqui}}_c \quad \forall c, q \quad (1.6)$$

$$\sum_s \text{Alocanc}_c^d \geq \underline{\text{qansem}}_c \quad \forall c, s \quad (1.7)$$

$$\sum_c \text{Alocanc}_c^d \leq \text{qan}^d \quad \forall d \quad (1.8)$$

No modelo 1, a função objetivo 1.1 maximiza a alocação de anestesistas para as clínicas que possuem maior valor de peso atribuído. A equação 1.2 permite a alocação de anestesista para uma clínica apenas nos dias em que o *staff* está no hospital; e a 1.3 limita a alocação de anestesistas à quantidade de salas disponíveis no centro cirúrgico do hospital. Na equação 1.4, é garantido que as

clínicas prioritárias recebam a mesma quantidade de salas com anestesista ao longo do mês. Nas equações 1.5, 1.6 e 1.7 garante-se que cada clínica receba o quantitativo especificado nos horizontes mensais, quinzenas e semanais. Na equação 1.8 a alocação de anestesistas é limitada pela quantidade de anestesistas disponíveis naquele dia (d).

Modelo 2:

$$\text{Min } \sum_d \text{Qan}^d \quad (2.1)$$

Sujeito a:

$$\text{Alocanc}_c^d \leq \text{dispc}_c^d \quad \forall c, d \quad (2.2)$$

$$\sum_c \text{Alocanc}_c^d \leq q\text{SalaDisp} \quad \forall d \quad (2.3)$$

$$\sum_d \text{Alocanc}_c^d \leq \sum_d \text{Alocanc}_{c+1}^d \quad \forall c \text{ in } c = \{2:7\} \quad (2.4)$$

$$\sum_d \text{Alocanc}_c^d \geq \underline{\text{qanmes}}_c \quad \forall c \quad (2.5)$$

$$\sum_q \text{Alocanc}_c^d \geq \underline{\text{qanqui}}_c \quad \forall c, q \quad (2.6)$$

$$\sum_s \text{Alocanc}_c^d \geq \underline{\text{qansem}}_c \quad \forall c, s \quad (2.7)$$

$$\text{Qan}^d = \sum_c \text{Alocanc}_c^d \quad \forall d \quad (2.8)$$

No modelo 2, a função objetivo 2.1 maximiza a alocação de anestesistas para as clínicas que possuem maior valor de peso atribuído. A equação 2.2 permite a alocação de anestesista para uma clínica apenas nos dias em que o *staff* está no hospital; e a 2.3 limita a alocação de anestesistas à quantidade de salas disponíveis no centro cirúrgico do hospital. Na equação 2.4, é garantido que as clínicas prioritárias recebam exatamente a mesma quantidade de salas com anestesista

ao longo do mês. Nas equações 2.5, 2.6 e 2.7 garante-se que cada clínica receba o quantitativo especificado nos horizontes mensais, quinzenas e semanais respectivamente. Diferentemente da equação 1.8 do modelo anterior, a 2.8 associa a alocação de anestesistas por dia com a quantidade de anestesistas que devem estar disponíveis por dia para atender ao quantitativo mínimo de alocações apresentados nas colunas 2 e 3 da tabela 2.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Na Tabela 10 podem ser observadas as disponibilidades de salas para as clínicas em cada um dos cenários avaliados, quais sejam:

- [1]. Solução manual adotada pela chefia do centro cirúrgico com o quantitativo atual de anestesistas;
- [2]. Solução no AIMMS com o quantitativo atual de anestesistas (Tabela 11);
- [3]. Solução no AIMMS com a ampliação esperada no quantitativo de anestesistas; e
- [4]. Solução de minimização do quantitativo de anestesistas necessários

Tabela 10 – Comparativos entre as soluções manual e AIMMS.

Clínicas	Modelo 1		Modelo 2	
	Com 70% da disponibilidade	Capacidade plena	Minimização de anestesistas	
	Solução manual (Médico)	Solução ótima	Solução ótima	Solução ótima
Cirurgia Geral	14	9	16	14
Ginecologia	9	8	11	10
Urologia	9	8	11	10
Neurocirurgia	9	8	11	10
Cirurgia Plástica	7	8	11	10
Otorrino	9	8	11	10
Cirurgia Vascular	8	8	11	10
Cirurgia Cardíaca	7	8	11	10
Proctologia	6	6	8	7
CIPE	4	6	7	7
Cirurgia Torácica	5	6	7	7
Bucomaxilo	7	6	7	7
Oftalmologia	5	6	7	7
Ortopedia	6	6	8	7
Cabeça e pescoço	2	4	4	4
Cirurgia da mão	2	4	4	4
CTAC	1	1	2	2
Dermatologia	1	1	3	1
Gastroenterologia	1	1	2	1
	112	112	152	138

Fonte: os autores.

A partir dos resultados apresentados na tabela é possível concluir que atualmente (70% da disponibilidade de anestesistas) não é possível atender aos critérios mínimos de alocação de anestesistas por clínicas propostos pelo chefe do centro cirúrgico e que, para garantir o melhor atendimento do serviço de cirurgia geral, a depender a disponibilidade de anestesistas no horizonte

de programação ele viola alguma restrição. Entretanto, a partir do modelo de minimização de disponibilidade de anestesistas, indica-se que o HUPE dispõem de mais anestesistas do que seria necessário por esses parâmetros. Não necessariamente essa constatação precisa servir de alerta para enxugamento do quadro de profissionais, outrossim, alerta para a possibilidade de usar esta “oferta extra” em

favor de projetos que estejam alinhados com o direcionamento estratégico do hospital.

Tabela 11 – Solução AIMMS para o modelo de alocação de anestesista por clínica por dia considerando 70% da capacidade.

Alocação de anestesistas	Quinzena 1										Quinzena 2										
	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4					
	S e g	T e r	Q u a	Q u i	S e x	S e g	T e r	Q u a	Q u i	S e x	S e g	T e r	Q u a	Q u i	S e x	S e g	T e r	Q u a	Q u i	S e x	S e n a
Cirurgia Geral	1			1		1	1		1		1			1		1	1				9
Ginecologia		1			1				1	1		1	1				1	1			8
Urologia	1		1			1		1						1	1	1			1		8
Neurocirurgia				1	1				1	1				1	1	1				1	8
Cirurgia Plástica	1				1			1		1	1		1						1	1	8
Otorrino	1				1	1				1	1	1					1			1	8
Cirurgia Vascular				1	1		1			1		1	1				1	1			8
Cirurgia Cardíaca	1	1					1	1				1			1	1	1				8
Proctologia				1		1			1		1					1			1		6
Cirurgia Pediátrica		1		1			1							1			1		1		6
Cirurgia Torácica			1			1				1					1			1		1	6
Bucomaxilo		1	1				1				1		1					1			6
Oftalmologia		1					1	1				1			1				1		6
Ortopedia		1			1				1			1		1						1	6
Cabeça e pescoço			1					1					1					1			4
Cirurgia da mão			1					1					1					1			4
Cirurgia de tratamento de anomalias craniofaciais		1																			1
Dermatologia			1																		1
Gastroenterologia							1														1
Soma	5	7	6	5	6	5	7	6	5	6	5	6	6	5	5	5	6	6	5	5	
Disponibilidade de anestesistas por dia	5	7	6	5	6	5	7	6	5	6	5	6	6	5	5	5	6	6	5	5	

Fonte: os autores.

Tabela 12 – Solução AIMMS para o modelo de minimização da quantidade de anestesiistas necessários por dia

Limitação de 7 salas para atendimento eletivo	Quinzena 1										Quinzena 2										Quantidade mínima de anestesiistas no mês		
	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4							
Alocação de anestesiistas	S e g	T e r	Q u a	Q u i	S e x	S e g	T e r	Q u a	Q u i	S e x	S e g	T e r	Q u a	Q u i	S e x	S e g	T e r	Q u a	Q u i	S e x	S o m a		
Cirurgia Geral	1	1	1	1		1	1	1	1			1	1	1			1	1	1		1	4	14
Ginecologia	1				1		1			1	1			1	1	1	1		1		1	0	10
Urologia			1	1		1	1	1		1	1				1			1		1	1	0	10
Neurocirurgia				1	1		1	1				1	1	1	1	1				1	1	0	10
Cirurgia Plástica	1	1				1				1	1		1		1	1		1		1	1	0	10
Otorrino	1	1				1			1	1			1	1	1				1	1	1	0	10
Cirurgia Vascular	1	1	1				1		1			1	1					1	1	1	1	0	10
Cirurgia Cardíaca	1	1		1					1	1	1	1				1	1		1		1	0	10
Proctologia	1			1		1			1		1			1		1					7		7
Cirurgia Pediátrica		1		1			1					1		1			1		1		7		7
Cirurgia Torácica					1	1				1	1				1	1				1	7		7
Bucomaxilo			1			1		1			1	1				1			1		7		7
Oftalmologia			1		1				1			1		1			1	1			7		7
Ortopedia				1	1				1	1					1		1			1	7		7
Cabeça e pescoço			1					1					1					1			4		4
Cirurgia da mão			1					1					1					1			4		4
Cirurgia de tratamento de anomalias craniofaciais							1										1				2		2
Dermatologia								1													1		1
Gastroenterologia		1																			1		1
Quantidade de anestesiistas por dia	7	7	7	7	5	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7			

. Fonte: os autores.

Diante da complexidade inerente à gestão de saúde, conforme exposto nas seções 1 e 2, cabe ressaltar a contribuição deste texto ao identificar a pertinência e aplicar a abordagem da programação matemática para alocação das salas de cirurgia considerando restrições do objeto de estudo. Isto é, este artigo propôs um modelo de otimização que permite dividir os *slots* de tempo das salas de cirurgia ativas do centro cirúrgico no intuito de prover a melhor disponibilidade possível para cada serviço.

A partir da análise dos resultados pode-se concluir que, com a estabilização de 7 anestesistas por dia é possível atender aos critérios mínimos de alocação preconizados pelo chefe do centro cirúrgico. Comparada a solução manual, de cerca de 2 horas, a

modelagem no AIMMS permitiu a obtenção do resultado em menos de 10 segundos, conferindo ao gestor a possibilidade de re-avaliar suas decisões alocativas em tempo hábil, caso a disponibilidade de recursos seja alterada.

Adicionalmente, com a definição das salas, no nível do planejamento tático (*Master Surgery Scheduling*), adotando como abordagem o *block scheduling*, são definidos os parâmetros para que o HUPE avance na utilização de modelos matemáticos de apoio a decisão dos demais níveis hierárquicos, sobretudo na alocação de procedimentos cirúrgicos no âmbito dos blocos já estabelecidos, respeitando as restrições relativas a recursos, tais como: leitos, equipe de enfermagem, cirurgiões, anestesistas e equipamentos.

REFERÊNCIAS

- [1]. Abdelrasol, Z., Harraz, N., & Eltawil, A. (2014). Operating room scheduling problems: A survey and a proposed solution framework. In Transactions on Engineering Technologies (pp. 717-731). Springer.
- [2]. Agnetis, A., Coppi, A., Corsini, M., Dellino, G., Meloni, C., & Pranzo, M. (2014). A decomposition approach for the combined master surgical schedule and surgical case assignment problems. *Health care management science*, 17(1), 49-59.
- [3]. Barbagallo, S., Corradi, L., de Goyet, J. D. V., Iannucci, M., Porro, I., Rosso, N., Tanfani, E. & Testi, A. Optimization and planning of operating theatre activities: an original definition of pathways and process modeling. *BMC medical informatics and decision making*, v. 15, n. 1, p. 1, 2015.
- [4]. Denton, B., Viapiano, J., & Vogl, A. (2007). Optimization of surgery sequencing and scheduling decisions under uncertainty. *Health care management science*, 10(1), 13-24.
- [5]. De Negri Filho, A., Barbosa, Z., & Yonekura, T. (2012). Dimensionamento de número de leitos e tipologia hospitalar: o desafio de fazer as perguntas certas e de construir suas respostas.
- [6]. Guerriero, F., & Guido, R. (2011). Operational research in the management of the operating theatre: a survey. *Health care management science*, 14(1), 89-114.
- [7]. GUIMARÃES JR, D., JO SOARES, E., FERRAZ JR, G., MEDEIROS, D. Attributes and circumstances that induce inappropriate health services demand: a study of the health sector in Brazil. *BMC Health Services Research*, v. 15, n. 65, p. 1 – 8, 2015.
- [8]. Hans, E. W., & Vanberkel, P. T. (2012). Operating theatre planning and scheduling. In *Handbook of healthcare system Scheduling* (pp. 105-130). Springer US.
- [9]. Hulshof, P. J., Kortbeek, N., Boucherie, R. J., Hans, E. W., & Bakker, P. J. (2012). Taxonomic classification of planning decisions in health care: a structured review of the state of the art in OR/MS. *Health systems*, 1(2), 129-175.
- [10]. Liang, F., Guo, Y., & Fung, R. Y. (2015). Simulation-based optimization for surgery scheduling in operation theatre management using response surface method. *Journal of medical systems*, 39(11), 159.
- [11]. Marques, I.; Captivo, M. E. (2015) Bicriteria elective surgery scheduling using an evolutionary algorithm. *Operations Research for Health Care*.
- [12]. May, J. H., Spangler, W. E., Strum, D. P., & Vargas, L. G. (2011). The surgical scheduling problem: Current research and future opportunities. *Production and Operations Management*, 20(3), 392-405.
- [13]. Magerlein, J. M., & Martin, J. B. (1978). Surgical demand scheduling: a review. *Health services research*, 13(4), 418.
- [14]. NETO, F.C. B.; BARBOSA, P. R.; SANTOS, I. S. Atenção Hospitalar: evolução histórica e tendências. In: GIOVANELLA, Lígia et al. Políticas e sistema de saúde no Brasil. FIOCRUZ, 2008. Niu, Q., Peng, Q., & Y. ElMekkawy, T. (2013). Improvement in the operating room efficiency using Tabu search in simulation. *Business Process Management Journal*, 19(5), 799-818.
- [15]. Possari, J.F. (2004). Centro Cirúrgico: Planejamento, Organização e Gestão. 2a edição. São Paulo: Iátria.
- [16]. Przasnyski, Z. H. (1986). Operating room scheduling: A literature review. *AORN journal*, 44(1), 6770747882-68727679.

[17]. Spiegel, T., Caulliraux, H. M., Treistman, F. E., Guimaraes, G. E., Vaccaro, G. L. R., Amorim, L. G., Pedroso, M. C., Pereira, M. A. C., Guimaraes, R., Cameira, R. F., Leis, R. P., Azzam, S. M (2016). Projeto e Gestão de Operações em Saúde. In: Cavenaghi, V., Oliveira, V. F., Másculo, F. S. (Org.). Tópicos Emergentes e Desafio Metodológicos em Engenharia de Produção. 1ed. Rio de Janeiro: ABEPRO: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 8(15-72).

[18]. Stepaniak, P. S., Heij, C., Buise, M. P., Mannaerts, G. H., Smulders, J. F., & Nienhuijs, S. W. (2012). Bariatric surgery with operating room teams that stayed fixed during the day: a

multicenter study analyzing the effects on patient outcomes, teamwork and safety climate, and procedure duration. *Anesthesia & Analgesia*, 115(6), 1384-1392.

[19]. Van Sambeek, J. R. C., Cornelissen, F. A., Bakker, P. J. M., & Krabbendam, J. J. (2010). Models as instruments for optimizing hospital processes: a systematic review. *International journal of health care quality assurance*, v. 23, n. 4, p. 356-377, 2010.

[20]. Vahatalo, M., Kallio, T. J. (2015). Organising health services through modularity. *International Journal of Operations & Production Management*, 35(6), 925-945.

Capítulo 25

FERRAMENTA DE ANÁLISE ECONOMÉTRICA PARA PREVISÃO DE VENDAS DE APARTAMENTOS EM GOIÂNIA.

Marcilon Fonseca de Lima

Raphael Vasconcellos Ludovico de Almeida

Rodrigo Propicio Carneiro Filho

Priscilla Borges de Freitas Rodrigues

Clarimar José Coelho

Resumo: Esse trabalho tem como objetivo elaborar um modelo econométrico das vendas de imóveis em Goiânia a partir de indicadores socioeconômicos. A finalidade desse trabalho é criar uma ferramenta que ajude a melhor compreender e analisar o mercado imobiliário para, assim, auxiliar os gestores e empreendedores nas tomadas de decisão de novos negócios. Para atingir tal fim, foram coletados dados mensais de vendas de imóveis entre 2010 e 2016 de Goiânia como fonte a ADEMI, e também indicadores socioeconômicos de instituições confiáveis. Em seguida, foram utilizados dois softwares para o cálculo estatístico para selecionar quais indicadores realmente tinham influência nas vendas e gerar o modelo. No primeiro software foi utilizado o método do Algoritmo das Projeções Sucessivas (SPA) para selecionar as variáveis, já no segundo foi aplicado o método dos Mínimos Quadrados Parciais (PLS). Ambos softwares identificaram que o Valor da cesta básica; o CUB; as Taxas de juros de longo prazo; a Taxa Selic e o valor do Dólar; explicavam boa parte da variação do volume de estoque de apartamentos e, portanto, mostraram-se boas referências para analisar o mercado imobiliário de Goiânia.

1. INTRODUÇÃO

Empresas imobiliárias de porte planejam e programam seus novos projetos de modo a garantir sua competitividade. Uma parte importante desse planejamento é tentar prever os resultados de seu futuro produto. De acordo com Peixoto (2008), essas projeções tem um importante papel na verificação de viabilidade de negócios e na previsão de lucros e Bertolo (2011) afirma que a previsão é uma ajuda a tomada de decisão.

Em todo o caso, não se pode pensar que é suficiente mostrar os resultados das vendas, mas relacionar a quantidade de unidades vendidas com as datas dessas vendas, tendo em vista importantes ferramentas para decisão de abortar ou lançar um empreendimento como os índices financeiros internos como: lucro, VPL (valor presente líquido), TIR (taxa interna de retorno), e até mesmo *payback*. Esses índices são utilizados em toda análise econômica de qualquer ramo ou segmento tendo em vista que são os valores esperados do resultado financeiro o que os torna de grande importância (TITMAN, MARTINS, 2010).

As grandes construtoras utilizam como fator final de decisão o valor presente líquido e a taxa interna de retorno, indicadores esses que são calculados através do fluxo de caixa. Também outro indicador interno utilizado é o que demonstra o somatório de débito e crédito mês a mês, reforçando a necessidade de conhecer e prever em qual data e quantas vendas serão efetuadas.

Entretanto, essas projeções em empresas do ramo imobiliário ocorrem, por muitas das vezes, baseado apenas na experiência dos donos e gestores do negócio e na leitura de dados e gráficos comparando a evolução das vendas e estoque, o que não se faz confiáveis. Há problemas no julgamento probabilístico relativo a: demanda sobre representatividade de um lançamento relativo aos produtos existentes; possibilidade de ocorrência de um evento de acordo com a disponibilidade na memória dos planejadores e, por último, a utilização de âncora e ajustamento posterior em valores o que pode trazer distorções em situações com mais de uma possibilidade, pois a premissa (âncora) pode estar errada e baseada na experiência ou na vontade do planejador em chegar a um determinado resultado (STAUDTA; GONÇALVES; RODRIGUEZ, 2016; JULIANELLI, 2007). Por conseguinte, são

necessárias demasiadas horas de reunião até o lançamento de um novo empreendimento. Isso ocorre porque as vendas de imóveis se encontram num contexto multivariado, isto é, são vários fatores que influenciam nas vendas de imóveis.

A Econometria, que busca aproximar a teoria econômica com a prática do mercado real, possui uma abordagem que vem sendo muito utilizada na realização de análises multivariadas: a elaboração de modelos matemáticos a partir de dados temporais. Esses modelos são criados utilizando métodos estatísticos, resultando em regressões múltiplas (PEIXOTO, 2008). Em suma, ao analisar tais regressões, pode-se estudar a influência de um ou mais fatores (variáveis independentes $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$) sobre um determinado dado (variável dependente y), amparando os gestores com informações mais sucintas para as tomadas de decisão (Moretin, 2006).

Tendo em vista a necessidade de tomadas de decisão rápidas e assertivas, esse trabalho se propõe, a partir de ferramentas estatísticas, elaborar um modelo econométrico que melhor represente o comportamento das vendas de apartamentos do mercado imobiliário goiano. Tal modelo busca utilizar indicadores econômicos (Índice nacional da construção civil, Taxa Selic, Valor do dólar, Taxa de juros, Valor da cesta básica, Índice geral de preços, Taxa de juros de longo prazo, Índice de preços por atacado, Índice de preços ao consumidor, Bônus do tesouro nacional e o Custo unitário básico), de tal forma que sejam assinalados quais indicadores são reais influenciadores nas vendas.

Conforme Morrison (2006), para identificar o melhor modelo possível, será necessário selecionar quais indicadores influenciam, de fato, nas vendas de imóveis. Essa seleção será feita por métodos estatísticos de seleção de variáveis, como o Algoritmo das Projeções Sucessivas (*Sucessive Projections Algorithm - SPA*) e o método dos Mínimos Quadrados Parciais (*Partial Least Squares - PLS*).

Devido à enorme gama de tipos de imóveis e suas inúmeras possíveis faixas de metragem, decidiu-se delimitar nesse estudo apenas uma tipologia de apartamento em sua respectiva faixa de metragem média. Conforme os dados de vendas da Associação das empresas do mercado imobiliário de Goiás (ADEMI) entre os anos de 2010 e 2016, os apartamentos de médio-alto padrão

representavam o maior percentual de vendas, no total de 40%. Portanto, essa tipologia foi escolhida para realização do estudo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ECONOMETRIA

A aplicação de métodos matemáticos e estatísticos à análise de dados econômicos, visando criar suporte teórico às teorias econômicas, constitui-se no ponto fundamental da Econometria (VASCONCELLOS; ALVES, 2000). Peixoto (2008), numa definição muito semelhante, afirma que a Econometria é um método de análise econômica que contempla a Estatística, a Matemática e a Teoria Econômica. Quanto à abordagem, a econometria apresenta dois tipos: a clássica e a inglesa. A primeira, bem difundida por Koopmans (1957), tem como ponto de partida as teorias econômicas, e em seguida, busca-se criar modelos com base em fatos reais para provar tais teorias. Já a abordagem inglesa, apresentada por Hendry (1987) e Spanos (1989) como crítica à abordagem clássica, percorre justamente o caminho

inverso ao da clássica: a partir de dados e informações empíricas, tenta-se montar um modelo mais adequado possível quanto à história dos dados.

Conforme Vasconcellos e Alves (2000), a análise de regressão é o método mais tradicional da Econometria. Como o método tem como objetivo a estimação de relações, este começou a ser bastante utilizado na identificação de variáveis econômicas, sobretudo em funções de demanda.

2.2 CONCEITOS ESTATÍSTICOS

2.2.1 REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

A regressão linear múltipla ocorre quando a relação de uma variável dependente (ex: nota final de um aluno) é função linear de duas ou mais variáveis independentes (ex: horas de estudo; faltas; idade; reprovações; etc.). Com isso, através desse tipo de regressão podemos analisar o comportamento de uma variável sob influência de várias outras, possibilitando análises mais complexas. A equação 1 representa uma regressão linear múltipla.

$$y_j = \beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + \dots + \beta_k X_{kj} + u_j, j = 1, \dots, n. \quad (1)$$

em que:

- y_j = representa a j -ésima observação da variável dependente.
- X_{kj} = representa a j -ésima observação da variável independente k .
- β_k = representa o coeficiente referente à variável independente k .
- u_j = representa uma variável aleatória com média zero e variância constante.

Essa equação pode também ser escrita na forma matricial, equação 2:

$$y = X\beta + u \quad (2)$$

em que:

$$y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix}; \beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix}; u = \begin{bmatrix} u_1 \\ \vdots \\ u_n \end{bmatrix}; X = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{21} & \dots & X_{k1} \\ 1 & X_{12} & X_{22} & \dots & X_{k2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{1n} & X_{2n} & \dots & \beta_0 \end{bmatrix}$$

É importante salientar que, na econometria, a variável aleatória (u) pode ser explicada pela omissão de dados explicativos. Ou seja, assume-se que nem todas as variáveis

independentes (X) estão no modelo (GURAJATI; PORTER 2000).

2.2.3 COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO

O coeficiente de correlação (r) indica qual a força da relação de duas variáveis quaisquer. Com ele mede-se qual o grau de influência de uma variável independente, mantendo todas outras variáveis independentes constantes, sobre uma variável dependente. A fórmula que representa esse coeficiente é apresentada pela Equação 3.

O módulo da correlação varia entre zero e um

($0 \leq |r| \leq 1$). Quanto mais próximo de zero é o valor do módulo de r , pior é a correlação entre as variáveis. Graficamente percebe-se essa baixa correlação pela grande dispersão dos pontos. Já quando o valor do módulo da correlação se aproxima de um, temos uma boa correlação entre as variáveis, com pontos menos dispersos e mais próximos a uma reta. Observando o sinal da correlação pode-se dizer se a correlação é negativa ou positiva (DEVORE, 2014).

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{X})^2 \sum_{j=1}^n (y_j - \bar{Y})^2}} \quad (3)$$

Figura 1 – Classificação da correlação através do diagrama de dispersão

Fonte: RODRIGUES (2012)

Na Figura 2 pode-se verificar graficamente como se dá a correlação (r) entre duas variáveis quaisquer x e y . No quadrante superior esquerdo tem-se uma correlação positiva, pois ambas variáveis caminham em sentido positivo, e de correlação não muito alta, visto que os pontos estão um dispersos. O mesmo ocorre para o quadrante logo ao lado, o superior direito, porém com correlação negativa, uma vez que y diminui com o aumento de x . Já nos dois quadrantes inferiores percebe-se as mesmas características, mas com alta correlação, uma vez que os pontos se aproximam mais de uma

reta.

O coeficiente de correlação é uma ferramenta muito útil também para análise de correlação entre as variáveis independentes para verificar se estas possuem demasiada correlação entre si.

2.2.4 TESTE DE SIGNIFICÂNCIA F

A Estatística F é utilizada para testar o efeito conjunto das variáveis independentes sobre a dependente, ou seja, serve para verificar se, pelo menos, um dos X explica a variação do

y . Desse modo, a hipótese nula (H_0) indicará que nenhum dos X afeta y , enquanto a hipótese alternativa (H_1) assegura que pelo menos uma das variáveis independentes influenciará a variável dependente y dentro dos graus de liberdade exigidos e dado um grau de significância (SELL, 2005).

Nesse teste poderemos verificar de forma geral se a regressão é boa ou não. Isto é, se realmente uma ou mais variáveis independentes (X) explicam, de fato, a variação da variável dependente (Y).

Para se analisar de forma individual cada fator ou variável, utiliza-se o valor p . Este é calculado da mesma maneira do teste F de significância, só que para cada variável. Caso o valor p de uma variável qualquer for menor que o valor de significância adotado, essa variável possui evidências estatísticas de influência na variável dependente e, caso contrário, não possui influência significativa na variável dependente.

2.2.5 MULTICOLINEARIDADE

A colinearidade ocorre quando duas variáveis independentes (X_1 e X_2) possuem, além de correlação com a variável dependente (y), forte correlação linear entre si. Quando isso ocorre para três ou mais variáveis, temos a multicolinearidade. A correlação pode ser calculada pelo coeficiente de correlação (ρ) conforme a equação (3) descrita no item 2.2.3.

Morrison (2006) afirma que se as variáveis independentes forem muito relacionadas, pequenas mudanças podem resultar em grandes alterações de sinais da equação de regressão, podendo até criar inversões de sinais de coeficientes das variáveis ($\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$). Hair (2005) também enfatiza que a multicolinearidade tem fortes efeitos na explicação do modelo, na determinação dos coeficientes de regressão e na aplicabilidade geral do modelo estimado.

2.3 SELEÇÃO DE VARIÁVEIS

De acordo com Pontes (2009), o tamanho da matriz de dados costuma ser um problema em análises multivariadas. Hora os dados são muito grandes, ou as vezes insuficientes. Além disso, podem existir variáveis insignificantes para o modelo ou até mesmo redundantes e ainda variáveis importantes desconhecidas até então. Um forte motivo da

utilização dos métodos e algoritmos de seleção de variáveis é contornar o grande problema da multicolinearidade (GOMES, 2012).

Portanto, nota-se a necessidade de selecionar os dados disponíveis, visando obter o melhor modelo possível. A partir dessa necessidade, foram surgindo técnicas para seleção de variáveis. Alguns exemplos bem difundidos dessas técnicas na literatura são: Algoritmo Genético (GA); *Stepwise*; Análise Fatorial; Mínimos quadrados parciais (PLS); Agrupamento de variáveis; e Análise de principais componentes (MORRISON, 2006).

Gomes (2012) explica que o objetivo das técnicas de seleção de variáveis é encontrar um subconjunto de preditores (variáveis independentes) que podem melhorar os resultados ou, pelo menos, mantê-los constantes em relação aos erros. Busca-se também por essas técnicas a criação de modelos mais simples e parcimoniosos.

Uma metodologia nova foi proposta em 2001, por Araújo e colaboradores, denominada Algoritmo das projeções sucessivas (*Sucessive Projections Algorithm*, SPA) (ARAÚJO *et al*, 2001). Pontes (2009) concluiu em sua tese que, apesar de algumas estratégias de seleção tradicionais serem também bons estimadores de variáveis, essas são mais sensíveis à ruídos e geram modelos menos parcimoniosos comparados com novo método de seleção.

Outro método que trouxe bons resultados em análises multivariadas é o dos Mínimos Quadrados Parciais (PLS), uma vez que esse método contorna bem o problema da multicolinearidade e leva em consideração tanto as variáveis independentes quanto a dependente (LORETO, 2014).

2.4 ALGORITMO DAS PROJEÇÕES SUCESSIVAS (SPA)

O Algoritmo das projeções sucessivas é uma técnica que foi proposta na seleção de variáveis espectrais em Modelos de Regressão Linear. A técnica seleciona os dados de forma que estes sejam o menos redundante possível, com o intuito de resolver problemas de colinearidade/multicolinearidade. (ARAÚJO, 2001)

A técnica é do tipo de seleção *forward*, ou seja, ela pressupõe que não existem variáveis no modelo, apenas o intercepto. Em seguida,

adiciona-se uma variável por vez, sendo que a primeira variável é aquela que possui maior correlação com a resposta. As demais variáveis são adicionadas de modo que estas tenham grande explicação do modelo e, simultaneamente, pouca correlação com as outras preditivas. Esse processo se desenvolve por meio de projeções cartesianas das matrizes das variáveis. As projeções mais ortogonais (menos colineares) são aquelas selecionadas.

Em seguida, após a seleção dos algoritmos levando em conta a não-colinearidade entre as variáveis independentes, cria-se o modelo de regressão múltipla. Após essa criação desse modelo, são feitos teste de validação do mesmo com testes de significância F. Nessa validação, é possível identificar a contribuição de cada variável na explicação do modelo. Aquelas variáveis que não atingirem o valor de significância determinado serão descartadas.

Deste modo, restam para o modelo apenas um subconjunto de variáveis preditivas que: (i) possuem baixa ou nenhuma colinearidade entre si; (ii) têm grande significância estatística para a explicação do modelo.

2.5 MÍNIMOS QUADRADOS PARCIAIS (PLS)

Morrison (2006) afirma que o método PLS é um eficaz método de seleção de variáveis, uma vez que esse leva em conta as mudanças da variável dependente y e tenta extrair os fatores que representam a máxima correlação dos atributos preditivos. O autor ainda afirma que esse processo é descrito como um procedimento supervisionado de redução de dimensionalidade dos dados devido à ligação necessária com a variável dependente.

O método PLS cria as denominadas variáveis latentes, que representam não os valores das variáveis X , mas sim as variações em X . Desse modo, busca-se comparar como as variações em X explicam as variações em Y . É importante realizar um pré-tratamento de escala dos dados em regressões PLS devido à possíveis grandes diferenças da ordem de grandeza das diferentes variáveis X (LORETO, 2014).

Para validação dos dados, o PLS executa a *cross validation* (validação cruzada), na qual os dados são separados em grupos de treino e de teste para averiguar a precisão do modelo, gerando gráficos de validação e

calibração.

Outro conceito não econométrico, mas de fundamental importância para o desenvolvimento do trabalho, se dá no entendimento de evolução e a própria composição das possíveis variáveis independentes (y).

3. METODOLOGIA

3.1 COLETA DOS DADOS

A coleta dos dados realizada para elaborar o presente trabalho foi feita com alto critério de escolha, visto que a qualidade dos dados tem grande impacto no modelo final (GURAJATI e PORTER, 2009). Desse modo, os dados de vendas, e estoque de imóveis em Goiânia entre os anos de 2010 e 2016 foram coletados dos relatórios da ADEMI, sendo esses dados candidatos para a nossa variável dependente y .

Já os indicadores econômicos, as variáveis X do modelo, foram coletadas de institutos de pesquisa de confiança, como o Banco Central, IBGE, Instituto Mauro Borges, Receita Federal, IBGE, CEF. Os indicadores escolhidos possuem data de registro mensal, pois é esta a escala temporal das vendas e estoque de apartamentos coletada. Indicadores coletados para elaboração do modelo: Índice nacional de custo da construção (INCC); Índice de preços por atacado (IPA); Índice geral de preços (IGP); Valor da cesta básica; Taxa Selic; Taxa de juros de longo prazo (TJLP); Taxa referencial de juros (TR); Custo unitário básico (CUB R16 alto padrão); Índice de preços ao consumidor (IPC); Bônus do tesouro nacional; Índice do custo de vida (ICV); Valor do dólar;

3.2 SELEÇÃO DE VARIÁVEIS

A seleção de variáveis foi elaborada por dois métodos a fim de comparar os resultados obtidos. O primeiro deles foi o método das projeções sucessivas (SPA), executado no *software* desenvolvido no MATLAB, utilizando o manual e programação disponíveis no site do Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2012. O segundo método aplicado foi o dos mínimos quadrados parciais (PLS), com o auxílio do *software* "UNSCRAMBLER". Nesse método foi feito um pré-tratamento de escala dos dados, visto que o método mede variações dos valores das variáveis e os dados de algumas variáveis possuem

grandezas bem distintas.

Selecionadas as variáveis (fatores de influência), foram executadas as Regressões Lineares Múltiplas, das quais foram extraídos os modelos com os coeficientes das variáveis. Além disso, foram apresentados dados importantes para verificar a qualidade e adequação do modelo, como o valor de correlação global (R^2) e também a Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE), que permite comparar os erros dos dados reais com o modelo.

3.3 TRATAMENTO DAS VARIÁVEIS

Os dados referentes as vendas, distratos e estoque, utilizados como variável y são informados com uma certa variação arbitrária o que é tratado pela média para melhor relação nas projeções. Com a suavização dos dados tem-se por resultado um menor erro ou variação de erro das previsões. Por conceitos

comerciais a suavização foi realizada a partir da média aritmética do mês analisado mais os três meses posteriores e anteriores, calculados pelo Excel.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A priori, esperava-se utilizar como variável dependente Y os dados de vendas de apartamentos, porém o comportamento das vendas por si só não trouxe resultados satisfatórios para modelos de regressão. Contudo, o estoque de apartamentos se mostrou uma melhor medida para estudar o comportamento do mercado. Isso pode ser observado na figura 2 (a) e 2 (b), os quais mostram a curva de validação (em vermelho) e a curva de calibração (em azul) do modelo com as vendas como variável dependente, e depois como o estoque como variável dependente. Quanto mais parecidas são as curvas de calibração e validação, melhor é o modelo.

Figura 2 – (a) Calibração e validação das Vendas. (b) Calibração e validação do Estoque. Fonte: Autor

Ambos os métodos de seleção, SPA e PLS, apontaram as mesmas variáveis mais relevantes, ou fatores de influência, para o modelo de regressão. São elas: Custo Unitário Básico (CUB R16); Valor da Cesta Básica;

Taxa Selic; Taxa de Juros de longo prazo (TJLP). Valor do Dólar. As figuras 3 (a) e 3 (b) representam, respectivamente, os modelos gerados pelos métodos SPA e PLS.

Figura 3 – (a) Modelo SPA / MATLAB. (b) Modelo PLS / UNSCRAMBLER. Fonte: Autor

Na tabela 1 tem-se os valores de controle de qualidade dos modelos, R^2 e o RMSE. O método SPA obteve um melhor R^2 que o método PLS, porém ambos são satisfatórios, visto que possuem valores acima de 0,7. Os valores de RMSE de ambos modelos foram altos, o que pode visto graficamente na figura 4 (a) pela distância dos pontos dos dados em

relação à linha de regressão. Contudo, por ser uma análise de mercado financeira e, portanto, de alta complexidade, tais valores são aceitáveis.

Já na tabela 2 encontram-se os coeficientes da regressão gerados pelo método PLS.

Tabela 1 – Qualidade dos modelos

	R^2	RMSE
SPA	0,95	42
PLS	0,84	35

Fonte: Autor

Tabela 2 – Coeficientes da regressão PLS

	Coeficientes PLS	Coeficientes Spa
CUB	-0,969	-0,896
Cesta Básica	0,586	0,701
TJLP	$1,5442 \times 10^4$	$1,63 \times 10^4$
Taxa Selic	$1,4686 \times 10^4$	$1,442 \times 10^4$
Dólar	10,099	8,87

Fonte: Autor

Dados os coeficientes, tem-se as fórmulas (3)

e (4) da regressão do estoque com as variáveis selecionadas pela PLS e SPA:

$$y_{PLS} = -0,969 \times CUB + 0,586 \times CestaBásica + 1,5442 \cdot 10^4 \times TJLP + 1,4686 \cdot 10^4 \times TaxaSelic + 10,099 \times Dólar + u \quad (3)$$

$$y_{SPA} = -0,896 \times CUB + 0,701 \times CestaBásica + 1,563 \cdot 10^4 \times TJLP + 1,442 \cdot 10^4 \times TaxaSelic + 8,87 \times Dólar + u \quad (4)$$

Nota-se que o CUB é inversamente proporcional ao Estoque, devido ao seu coeficiente negativo. Em outras palavras, quanto maior o valor do CUB menor são as vendas, o que pode ser explicado pelo menor lançamento de imóveis devido ao aumento do preço de construção. As demais variáveis possuem relação positiva com o estoque de apartamentos. Isto é, quanto maior as Taxas de Juros de Longo Prazo, o valor da Cesta

Básica, a Taxa Selic e o Dólar, maior o volume de estoque.

5. CONCLUSÕES

No presente trabalho constatou-se que os valores de vendas de imóveis não eram a melhor candidata à variável dependente y do modelo, e sim os dados do estoque de apartamentos, por serem dados mais parcimoniosos e melhores explicativos do comportamento do mercado imobiliário para a tipologia e metragem estudados.

Ambos métodos de seleção de variáveis, SPA e PLS, selecionaram as mesmas variáveis (fatores de influência) e apresentaram bons resultados das variáveis independentes selecionadas para a explicação do modelo, ou seja, as variáveis selecionadas explicaram grande parte das variações do estoque de apartamentos ($R^2 > 0,7$). Entretanto, os modelos tiveram uma grande variação de erro, medidos pelo RMSE. Porém, de acordo com Morrison (2006), para modelos do tipo de mercado, como é o caso analisado, esses são resultados satisfatórios, pois são modelos de enorme complexidade.

A fidelidade e confiabilidade dos dados deve ser de alta escala. Os modelos de seleção de dados e variáveis utilizados nesse trabalho são muito utilizados em análises químicas, as quais tem seus dados retirados por métodos laboratoriais de alta assertividade. Os valores de venda, distratos e estoque são de certa forma duvidosos por 3 principais fatores: primeiro, as próprias construtoras/incorporadoras fornecem a quantidade de unidades comercializadas e distratadas; segundo, o distrato é um contrato

que invalida o contrato de compra e venda, assim, sendo necessária que a incorporadora aceite o contrato, ou seja, o distrato é realizado de acordo com a política de cada empresa e nem sempre são as mesmas empresas que contêm unidades para comercialização; terceiro, alguns terrenos são adquiridos no formato de permuta, o que garante ao proprietário do terreno algumas unidades do empreendimento e ao lançar o empreendimento, a incorporadora informa a ADEMI que as unidades permutadas são unidades vendidas o que dificulta analisar quantos apartamentos realmente foram vendidos naquele mês.

Como sugestão de futuros estudos e trabalhos, recomenda-se buscar elaborar modelos com demais variáveis além de indicadores socioeconômicos, uma vez que apenas os indicadores não conseguiram explicar totalmente e com baixos erros o funcionamento do mercado imobiliário de Goiânia. Também sugere-se coletar dados para um período maior para compreender melhor o mercado, visto que os dados utilizados nos últimos anos incluem uma grande crise político-econômica e imobiliária que ocorreu, e ainda ocorre no país. Estima-se que uma quantidade grande de dados possa explicar alguns dos aspectos subjetivos, os quais não são facilmente quantificados, ou seja, com uma base de dados ampla, as variações, até então arbitrárias, se tornarão concretas possibilitando um melhor entendimento da sua influência no modelo.

REFERÊNCIAS

- [1]. ARAÚJO, M. C. U.; SALDANHA, T. C. B.; GALVÃO, R. K. H.; YONEYAMA, T.; CHAME, H. C.; VISANI, V. The successive projections algorithm for variable selection in spectroscopic multicomponent analysis. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, v. 57, n. 2, p. 65–73, 2001.
- [2]. DEVORE, J. L. Probabilidade e Estatística para Engenharia e Ciências. 8. ed. São Paulo: Cengage, 2014. 712p.
- [3]. GOMES, A. A. Algoritmo das Projeções Sucessivas aplicado à seleção de variáveis em regressão PLS. 2012 Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.
- [4]. GURAJATI, D.N.; PORTER, D.C. Basic Econometrics. 5. ed. New York: McGraw Hill, 2009.
- [5]. HAIR, Jr., J. H.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. trad. Adonai Schlup Sant'Ana e Anselmo Chaves Neto. Análise Multivariada de dados. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- [6]. Hendry, D.F. Econometric methodology: A personal perspective. In T.F. Bewley (Ed.), *Advances in Econometrics*, Chapter 10. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- [7]. Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA. The Successive Projections Algorithm (SPA) Homepage. 2012. Disponível em: <<http://www.ele.ita.br/~kawakami/spa/>>. Acesso em 06/11/2016.
- [8]. JULIANELLI, L. Problemas de julgamento e tomada de decisão no atendimento da demanda. Rio de Janeiro: Coppead, 2007.

- [9]. KOOPMANS, T.C. Three Essays on the State of Economic Science. New York: McGraw-Hill, 1957.
- [10]. LORETO, E. M. S. Sistemática para seleção de variáveis e determinação da condição ótima de operação em processos contínuos multivariados em múltiplos estágios. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2014.
- [11]. MORETIN, P. A. Econometria Financeira - Um Curso em Séries Temporais Financeiras. São Paulo: USP, 2006.
- [12]. MORRISON, J. S. Variable Selection in Model Development. Atlanta, Geórgia, 2006.
- [13]. PEIXOTO, P.S. O uso de modelos econométricos em empresas. 2008. Trabalho de conclusão de curso. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2008.
- [14]. PONTES, M. J. C. Algoritmo das Projeções Sucessivas para Seleção de Variáveis Espectrais em Problemas de Classificação. 2009. Tese (Doutorado em Química). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2009.
- [15]. RODRIGUES, S. C. A. Modelo de regressão linear e suas Aplicações. 2012. Dissertação (Mestrado em Matemática). Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal. 2012.
- [16]. SELL, I. Utilização da regressão linear como ferramenta de decisão na gestão de custos. In: IX Congresso Internacional de Custos, 2005. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.
- [17]. SPANOS, Aris. On rereading Haavelmo: A retrospective view of econometric modeling. *Econometric Theory*, v. 5, n. 3, p. 405-429. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
- [18]. STAUDTA, F. H; GONÇALVES, M. B.; RODRIGUEZ, C. M. T. *Production*, v. 26 n. 2, p. 459-475, 2016.
- [19]. TITMAN, S.; MARTIN, J. D. Avaliação de Projetos e Investimentos: Porto Alegre: Bookman, 2010.
- [20]. VASCONCELLOS, M.A; ALVES, D. Manual de Econometria: nível intermediário. São Paulo: Atlas, 2000.

Capítulo 26

PERFIL INDUSTRIAL DA REGIÃO METROPOLITANA DO CARIRI – CEARÁ

Tamara Sampaio Alves de Lima

Priscilla de Oliveira Sales

Diego Santos da Silva

Cicero Thercio Rodrigues de Assis

Savio de Brito Fontenele

Resumo: A Região Metropolitana do Cariri – RMC no Ceará apresenta um relevante desenvolvimento da indústria, comércio e serviço, concentrando capital humano e financeiro. Assim, este trabalho objetiva determinar quais os segmentos industriais estão presentes na região e como estão distribuídos, identificando os mais importantes e verificando quais municípios absorvem os reflexos do polo industrial do Triângulo Crajubar, localizado na Região Metropolitana do Cariri. Realizou-se um diagnóstico, com as empresas em atividade na RMC, onde os segmentos industriais presentes foram classificados de acordo com a Resolução 417/98 do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia – CONFEA. Para a análise dos dados obtidos, utilizaram-se técnicas de estatística descritiva. Como resultado, observou-se que o desenvolvimento industrial possui relação direta com seus aspectos socioambientais e há fortes indícios dos reflexos da indústria de Juazeiro do Norte dentro do polo industrial do Triângulo Crajubar. Foi possível destacar também, as oportunidades, no que tange a concentração das unidades fabris presentes na região em espaços com infraestrutura adequada, situados em locais estratégicos para o processo de produção logística de distribuição, podendo viabilizar a execução de projetos em parceria, o acesso de/ao transporte, redução de custos dentre outros fatores.

Palavras-chave: Triângulo Crajubar; Estratégia; Juazeiro do Norte; Segmentos industriais.

1. INTRODUÇÃO

As desigualdades socioeconômicas entre regiões brasileiras são marcadas pela desproporcionalidade de indicadores socioeconômicos e da concentração de investimentos do poder público e da iniciativa privada em grandes centros. No Ceará há acentuada disparidade ao comparar a Região Metropolitana de Fortaleza com o restante do Estado (NASCIMENTO *et al.*, 2013).

A Região Metropolitana do Cariri – RMC foi criada com o intuito de minimizar as desigualdades entre norte e sul do Ceará. Surgiu como uma possibilidade de compartilhar com a Região Metropolitana de Fortaleza – RMF a atração de pessoas, equipamentos, serviços e investimentos, visando o desenvolvimento por meio de um reordenamento territorial orientado ao desenvolvimento regional e ao crescimento industrial (CARTAXO, 2009).

A RMC possui elevado potencial econômico, com destaque para o polo industrial que engloba os municípios que compõem o denominado Triângulo Crajubar – Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha. Esta microrregião constitui-se em um centro geográfico estratégico para a região nordeste do Brasil, concentrando um contingente populacional relevante e detendo indicadores socioeconômicos distintos do restante do

interior do Ceará (CEARÁ, 2008). Devido ao desenvolvimento diferenciado destes municípios, seus vizinhos absorvem reflexos de seu progresso.

O desenvolvimento da indústria, comércio e serviço concentra pessoas e capital na RMC. Diante disso, surge a necessidade de um diagnóstico industrial da região. Esse diagnóstico tem como objetivo determinar quais os segmentos industriais estão presentes na região e como estão distribuídos, identificando os mais importantes e verificando quais municípios absorvem os reflexos do polo industrial do Triângulo Crajubar. Estas informações são essenciais para o planejamento econômico estratégico de instituições públicas e privadas que atuam na região.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A Região Metropolitana do Cariri – RMC, localizada na porção sul do Estado do Ceará, é composta por nove municípios: Juazeiro do Norte, Crato, Barbalha, Jardim, Missão Velha, Caririçu, Farias Brito, Nova Olinda e Santana do Cariri (Figura 1). Nessa região, as cidades de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha se destacam devido as atividades nas áreas de comércio, educação, indústria e serviços, constituindo-se um polo econômico regional (CEARÁ, 2009).

Figura 1. Região Metropolitana do Cariri.

Fonte: Ceará (2009).

O contingente populacional nesta região é de aproximadamente 565 mil habitantes, de acordo com o censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (BRASIL, 2010). O município de maior extensão territorial da RMC é Crato, seguido de Santana do Cariri e Missão Velha (Tabela 1), entretanto, a maior densidade demográfica

está em Juazeiro do Norte (aproximadamente 1.000 hab/km²), município que possui a menor extensão territorial. Este último também possui a maior porção do PIB da RMC (aproximadamente 20%), acompanhado de Crato e Barbalha, com 14% e 16%, respectivamente.

Tabela 1. Dados socioeconômicos da Região Metropolitana do Cariri

Município	Área (km ²)	População estimada (2016)	Densidade demográfica/ (hab/km ²) (2016)	PIB (per capita R\$) 2014
Barbalha	569.508	59.343	104,20	12.284,99
Caririaçu	623.564	26.846	43,10	5.804,43
Crato	1.176.467	129.662	110,20	11.578,96
Farias Brito	503.622	18.789	37,30	10.423,69
Jardim	552.424	27.074	49,01	6.580,70
Juazeiro do Norte	248.832	268.248	1.078,00	14.333,63
Missão Velha	645.703	35.326	54,70	8.425,23
Nova Olinda	284.401	15.310	53,80	8.066,31
Santana do Cariri	855.563	17.479	20,40	6.897,74

Fonte: IBGE 2014, em parceria com Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas, Ministério da Educação e do Desporto; Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde, Ministério da Saúde; Tribunal Superior Eleitoral - TSE; Banco Central do Brasil, Secretaria do Tesouro Nacional, Ministério da Fazenda e Departamento Nacional de Trânsito - DENATRAN/MC (Ministério das Cidades).

Para esse diagnóstico, utilizaram-se informações de diversas instituições públicas e privadas que dispuseram seus bancos de dados cadastrais para a análise. Esses dados passaram por uma filtragem, através do CNPJ, para identificar se o mesmo ainda estava ativo. Além disso, na junção dos bancos de dados, observou-se a repetição de várias empresas. Essa filtragem também foi realizada. Empresas listadas nos bancos de dados que não possuíam CNPJ foram desprezadas. Os dados obtidos para a estruturação do perfil dizem respeito à localização, segmento industrial e porte da empresa.

Os segmentos industriais presentes na RMC foram classificados de acordo com a Resolução 417/98 do Conselho Federal de

Engenharia e Agronomia – CONFEA, a qual dispõe sobre as empresas industriais enquadráveis nos Artigos 59 e 60 da Lei n.º 5.194/66, e com apoio da Resolução Normativa 105/87 do Conselho Federal de Química – CFQ, para os casos não considerados pela norma do CONFEA, a qual dispõe sobre a identificação das empresas cuja atividade básica está na área da química, bem como as empresas que possuem departamentos químicos.

Utilizou-se técnicas de estatística descritiva (distribuição de frequência, tabulação cruzada e gráficos) para análise e apresentação das informações usando o Microsoft Excel®. Em seguida, utilizou-se de referências bibliográficas para contextualizar localmente os valores obtidos, de forma a explicar a distribuição espacial dos segmentos industriais na RMC.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de industrialização do Cariri cearense foi um fenômeno que ocorreu associado ao processo de industrialização do Estado do Ceará. Atualmente, o setor apresenta um número de 729 indústrias

formais alocadas de forma desproporcional

nos 10 municípios da região (Figura 2).

Figura 2. Divisão do setor industrial da Região Metropolitana do Cariri, por municípios.

Na Figura 2, observa-se que as principais cidades da região, Juazeiro do Norte (63,7%), Crato (15,5%) e Barbalha (9,7%) são responsáveis por aproximadamente 90% do setor industrial local, sendo Juazeiro do Norte a grande referência industrial. No restante da RMC, destacam-se, com percentuais bem menores, os municípios de Nova Olinda (2,9%), Missão Velha (2,3%) e Jardim (2,1%). Caririagu e Farias Brito, apesar da proximidade com o Triângulo Crajubar, possuem participação irrelevante no setor industrial regional, responsáveis por apenas 2,7% do setor, aproximadamente.

De acordo com LIMA JUNIOR e MACEDO (2011), os três centros urbanos que formam o polo do CRAJUBAR desenvolveram uma dinâmica diferenciada a partir de fatos ligados à sua história e riquezas naturais. Tais fatos foram responsáveis pela atração de contingentes populacionais do sul e de outras regiões do estado e de estados vizinhos. As atividades econômicas derivadas deste processo de aglomeração populacional permitiram, portanto, a continuidade do crescimento, atraindo atenção de políticas de investimento em infraestrutura, oferta de serviços públicos como saúde e ensino superior e a ação de setores privados, contribuindo para a criação da Região Metropolitana do Cariri.

Na RMC um fator importante para a ocupação e industrialização foi o surto comercial ocorrido na região devido à vinda de comerciantes para o Crato. Além da, sempre

representativa, presença do Padre Cícero em Juazeiro do Norte atraindo muitos imigrantes para a região. A partir disso, o cenário caririense foi modificado nos planos econômico, social, político e cultural entre as décadas de 1850 e 1950.

Essa industrialização inicia-se no século XVIII com a exploração agroindustrial (bovinocultura e cana-de-açúcar). No século XIX, a prosperidade dos engenhos de cana-de-açúcar fez crescer a produção de rapadura e a fabricação de aguardente, sem esquecer da crescente importância do algodão. O século XX caracteriza-se pelo surgimento e solidificação das indústrias de bens de consumo populares não duráveis (tecidos, alimentos, calçados etc.). Nas décadas de 60 e 70, despontam, principalmente em Juazeiro do Norte, empresas voltadas aos ramos de ourivesaria, couro, confecção, móveis, bebidas e calçados. Este último com tecnologia importada da região Sul do país (FONTENELE, GUIMARÃES, SABIÁ, 2007).

O diagnóstico atualizado do setor industrial da RMC (Figura 3) mostra que o perfil não mudou muito no decorrer das últimas décadas, pois os principais segmentos industriais ainda permanecem como os mais frequentes na RMC.

A Figura 3 apresenta os segmentos industriais presentes na RMC, classificados de acordo com a Resolução 417/98-CONFEE e com apoio da Resolução 105/87 do CFQ.

Figura 3. Segmentos industriais presentes na Região Metropolitana do Cariri.

Na Figura 3 destaca-se o setor de calçados, reconhecido como importante polo produtor no país, tendo estado em primeiro lugar em volume de pares de calçados no ano de 2015 (ABICALÇADOS, 2016). Dessa forma, as indústrias de calçados expandem suas produções e fazem da região um polo produtor competitivo na produção mundial. Em seguida, com percentuais bem menores, encontram-se os segmentos de produtos alimentares (15,2%), em sua maioria voltados a panificação; a indústria metalúrgica (12,2%), composta pela produção de artefatos de alumínio, artefatos de aço e metalurgia em geral; e produtos de minérios não-metálicos (10,4%), com destaque para as joias folheadas.

O segmento industrial de calçados, principalmente em Juazeiro do Norte, tem algumas características em comum. A atuação no segmento se deu diretamente na produção de calçados ou foi gerada a partir da comercialização de alguma das matérias-primas utilizadas para a confecção do calçado ou do calçado propriamente dito. Isso se verifica quando se observa a presença da indústria de borracha (2,1%) como um segmento do parque industrial da RMC e um importante produtor de EVA no Brasil (AMARAL FILHO; LIMA, 2003).

Essa produção de calçados está voltada principalmente para o público feminino,

através do beneficiamento de materiais sintéticos e do couro. Essa matéria-prima é originária de diversos lugares. O material sintético é comprado principalmente em São Paulo, Bahia e Rio Grande do Sul. O material reciclável é fornecido principalmente pelo Rio Grande do Norte, mas também é comprado no Ceará e em Recife. Algumas que ainda trabalham com o couro cru o adquirem em Juazeiro do Norte.

As pequenas e médias empresas calçadistas da RMC têm sua produção voltada principalmente para os derivados sintéticos, na linha de sandálias microporosas usando placas de borracha de Etil-Vinil-Acetato (EVA). Apresentando ainda como características o solado de Policloreto de vinila (PVC) e o cabedal de couro sintético. O principal componente produzido na região é o injetado, de EVA, PVC e PU (Poliuretano).

A produção de calçados do setor industrial da RMC é vendida para os mais diferentes lugares de todo o território nacional e, sobretudo, o nordestino. As que extrapolam o mercado interno alcançam países da América do Sul, Central e do Norte, bem como alguns países da Europa.

Para descrever o porte do setor industrial da RMC, fez-se uma análise sobre o regime fiscal das empresas constituintes do mesmo (Figura 4).

Figura 4. Regime fiscal adotado pelos segmentos industriais da Região Metropolitana do Cariri.

Na Figura 4 observa-se que a maioria dos empreendimentos voltados ao setor industrial na RMC são microempresas. De acordo com Figueiredo (2004), as pequenas e médias empresas não têm adotado os métodos de qualidade num nível significativo. Ao pensar na industrialização caririense é possível observar de um lado novos elementos que chegam objetivando modernizar a produção e acelerar seu ciclo de reprodução, e de outro, indo buscar naquilo que há de mais tradicional no lugar, isto é, no calçado, no couro, no artesanato, as bases para sua efetivação.

Esse dado traz consigo algumas características intrínsecas ao setor industrial da região, como: falta de profissionalização dos ambientes produtivos; elevadas taxas de

desperdício, retrabalho e refugos; baixo uso de ferramentas tecnológicas devido ao desconhecimento das mesmas, dentre outros problemas que geram uma elevação do custo final unitário.

Além disso, outra característica importante é a origem própria dos recursos utilizados pelas indústrias. Apesar dessas indústrias disporem de algum tipo de incentivo ou recurso das diferentes esferas governamentais, poucos têm acesso a esses recursos devido à falta de profissionalização (BESERRA, 2009).

Para entender melhor o comportamento geográfico do setor industrial da RMC, os segmentos industriais foram fragmentados, de acordo com a ocorrência em cada município da região metropolitana (Figura 5).

Figura 5. Segmento industrial por município da Região Metropolitana do Cariri

Observa-se na Figura 5 que Juazeiro do Norte, responsável por grande parte do número de indústrias da região, tem como principais segmentos industriais: calçados, metalurgia, produtos alimentares, e indústria têxtil. Destaca-se ainda a existência de indústrias de couro (curtume), de refrigerantes, lentes de vidro, embalagens etc. Nota-se que a cadeia de bens de consumo não duráveis possui representantes fortíssimos no setor industrial da cidade de Juazeiro do Norte. Este setor é caracterizado pelos aspectos socioeconômicos e culturais da cidade e não por aspectos naturais como ocorre em outros municípios dessa região metropolitana.

Em Crato, com 113 indústrias, destacam-se os produtos alimentares (23%), estando incluídas nesse ramo as empresas de panificação, duas indústrias de água e uma indústria de extração, beneficiamento e exportação de mel de abelha. Há um destaque ainda para as indústrias de cerâmica, que juntas totalizam 17,69% do total no município, devido às boas condições naturais para extração de argila, matéria-prima para a transformação em tijolo, telha, lajotas, blocos etc. Em seguida, vem o ramo de calçados (16,8%), com 19 indústrias. Essas oriundas do reflexo do segmento calçadista de Juazeiro do Norte. As indústrias metalúrgicas compõem 10,6%, madeireiras e artefatos equivalem também a 10,6%, indústria têxtil (8,85%). Para os pouco representativos do município, destacam-se as três indústrias de papel e papelão (2,66%).

O município de Barbalha já possui uma diversificação maior de segmentos industriais ao compará-lo com municípios de menor porte. Do total de 71 indústrias instaladas neste município, 21 são do ramo de calçados (29,6%), também como reflexo do segmento em Juazeiro do Norte; 14 são empresas do ramo alimentício (19,7%), em especial a panificação; 12 estão relacionadas ao beneficiamento de minérios não metálicos (16,9%) e; 6 são relacionadas à indústria têxtil

(8,45%). Do restante, destacam-se: uma fábrica de aguardente de cana, uma de veículos leves sobre trilhos – VLTs, uma de medicamentos e uma de movelaria hospitalar, dentre outras.

Nos municípios de Santana do Cariri e Nova Olinda destacam-se as atividades oriundas da extração e beneficiamento de calcário e gipsita, onde estão localizadas as principais fontes de minério na região. Essa extração fomenta a produção de gesso e o beneficiamento da já famosa “pedra Cariri”. O gesso produzido nessa região possui várias aplicações, desde a medicinal (imobilização de membros), odontológica (constituente de material utilizado para restauração de dentes) e na construção civil (placas para utilização diversas). A pedra Cariri é extensamente utilizada como pisos e revestimentos na construção civil. Além disso, artesãos da região a utilizam para a produção de peças como cadeiras, bancos e mesas.

No município de Missão Velha existem dezessete indústrias, sendo que duas delas são bem específicas do setor industrial do município, trabalhando há bastante tempo com a produção de máquinas, principalmente caldeiras, para o setor industrial do Cariri e de todo o Nordeste brasileiro.

No caso do município de Jardim tem-se um setor industrial caracterizado por indústrias do ramo alimentício, no caso da panificação, seguido de indústrias metalúrgicas. Além disso, são presentes no município as cerâmicas para fabricação de tijolos, telhas, lajotas etc. Este ramo industrial depende de características naturais para sua instalação. Portanto, observa-se que em Jardim, suas características naturais possibilitaram o desenvolvimento da indústria cerâmica.

Para entender a importância de cada setor no que diz respeito a arrecadação de tributos, receitas e geração de empregos, uma tabulação cruzada Segmento industrial e Regime fiscal foi realizada (Figura 6).

Figura 6. Segmentos industriais versus Regimes Fiscais do Setor industrial da Região Metropolitana do Cariri.

Dentre os segmentos industriais da RMC, o maior contingente de mão de obra está relacionado à produção de bens de consumo ligada aos ramos tradicionais, a saber, as indústrias de calçados, alimentos, metalurgia e têxtil. O maior destaque é dado a Grendene, instalada no ano de 1996, em Crato, ocupando, atualmente, de forma direta, mais de duas mil pessoas.

4. CONCLUSÕES

O perfil industrial da Região Metropolitana do Cariri mostrou que a industrialização do Triângulo Crajubar não contribui para uma ascensão também industrial dos municípios circunvizinhos. Há um reflexo da industrialização de Juazeiro do Norte nas outras cidades polo (Crato e Barbalha), principalmente no que diz respeito ao segmento de calçados. Já os segmentos industriais dos municípios de menor porte são distintos dos segmentos frequentemente encontrados nos municípios polo.

Os municípios integrantes da Região Metropolitana do Cariri possuem em seu setor industrial aspectos intrínsecos a suas particularidades locais. Na maioria deles, principalmente os de menor porte, os aspectos são naturais, porém, em Juazeiro do Norte, o setor industrial foi definido por aspectos culturais e socioeconômicos.

Alguns segmentos industriais são responsáveis por grande parte do setor industrial da região. Concentrar essas unidades fabris em espaços com infraestrutura adequada, situados em locais estratégicos para o processo de produção e logística de distribuição, ou seja, desenvolver-se em uma estrutura compartilhada, poderia viabilizar a execução de projetos em parceria, o acesso de/ao transporte, redução de custos dentre outros fatores.

Pode-se perceber a industrialização como responsável por importantes transformações na organização do espaço urbano, remetendo às cidades novas formas e dimensões, mesmo que estas ainda não atendam de forma desejada o segmento industrial.

REFERÊNCIAS

- [1]. ABICALÇADOS – Associação Brasileira das Indústrias de Calçados. Relatório anual. 2016. Disponível em: < <http://www.abicalcados.com.br/relatorioanual/> > Acesso em: 14 jun. 2017
- [2]. AMARAL FILHO, J.; LIMA, D. R. S. Arranjo produtivo de calçados do Cariri, Ceará. Texto para discussão n. 9. Fortaleza: IPECE, out. 2003. Disponível em: <http://www.ric.ufc.br/observatorio/dis_dayanesousa.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2013.
- [5]. BESERRA, F. R. S. Reestruturação do Capital e Indústria Calçadista na Região do Cariri – CE. R. RA'E GA, Curitiba, n. 18, p. 89-101. Editora UFPR 2009.
- [6]. BRASIL. Censo 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em: < <http://censo2010.ibge.gov.br/sobre-censo.html> > Acesso em: 10 jun. 2017.
- [7]. BRASIL. Cidades. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2014. Disponível em: < http://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&cod_uf=23&search=ceara >. Acesso em: 13 abr. 2017
- [8]. CARTAXO, J. Região Metropolitana do Cariri. Secretaria das Cidades, Governo do Estado do Ceará, 2009.
- [9]. CEARÁ. Projeto de desenvolvimento econômico regional do Ceará - Cidades do Ceará (Cariri Central). Fortaleza, 2012. Disponível em: < http://www.cidades.ce.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=43430:projeto-cidades-do-ceara-cariri-central&catid=12:categoria-4&Itemid=27 > Acesso em: 10 jun. 2017.
- [10]. CEARÁ. Plano de Gestão Sócio-Ambiental do Cariri Central. Fortaleza: abril/2008. Disponível em: < <http://www.cidades.ce.gov.br> >. Acesso em: 14 jun. 2017.
- [11]. CEARÁ. Perfil Básico Regional. Governo do Estado do Ceará, Secretaria do Planejamento e Gestão (SEPLAG), Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), 2009. Disponível em: < http://www2.ipece.ce.gov.br/estatistica/perfil_regional/Perfil_Regional_R9.pdf > Acesso em: 14 jun. 2017.
- [12]. FIGUEIREDO, V.F. de. Produção mais limpa nas pequenas e micro empresas: elementos Inibidores. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXIV, 2004, Anais... Florianópolis: ABEPRO, 2004, p. 5187-5192.
- [13]. FONTENELE, S. B; GUIMARÃES, J. L. S.; SABIÁ, R.J. Proposta de ações para implantação de sistema de gestão de setor ambiental baseado nos princípios da produção mais limpa – caso industrial do Triângulo Crajubar-Ce. Anais... 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007.
- [14]. LIMA JUNIOR, F.O; MACEDO, F. C. Dinâmica Regional, Política Econômica, Evolução do Emprego e Rede Urbana Cearense no início do século XXI. In: XIV Encontro Nacional da ANPUR, Rio de Janeiro, 2011.
- [15]. NASCIMENTO, D. C. do; ROCHA, G. A; COSTA, C. T. F. da; CHACON, S. S. Planejamento Estratégico e Desenvolvimento Regional Sustentável: Análise da Necessidade de Mecanismos de Gestão Na Região Metropolitana do Cariri - Ceará. Revista NAU Social - v.3, n.5, p. 107-119 Nov 2012/Abr 2013
- [16]. MANO, ELOISA B.; PACHECO, E. B. A.V.; BONELLI C. M. C. Meio Ambiente, poluição e reciclagem. – 1ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

Capítulo 27

MÉTODOS PARA AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DOS TERMINAIS DE CONTÊINERES BASEADO EM LEAN SERVICE

Roquemar de Lima Baldam

Moacyr Reis Neto

Luciano Lessa Lorenzoni

Lourenço Costa

Thalmo de Paiva Coelho Júnior

Resumo: O objetivo do artigo é demonstrar a relação entre as ações planejadas e executadas pela empresa estudada para aumento da produtividade portuária e a teoria Lean Service, que vem a ser a adaptação dos princípios enxutos que surgiram da manufatura para o setor de serviços. A empresa citada neste artigo é um dos principais Terminais de Contêiner (TECONS) afiliados à Associação Brasileira dos Terminais de Container de Uso Público (ABRATEC). O principal propósito deste segmento está relacionado à velocidade das operações, puxado pela exigência do cliente de manter sua embarcação no menor tempo possível atracada no porto devido aos altos custos incorridos dos atrasos de cumprimento de suas rotas. Os principais resultados apontam que as ações tomadas pela empresa para melhoria dos indicadores de produtividade estão diretamente relacionadas à otimização dos processos, e consequentemente ao aumento na velocidade das operações de embarque e descarga de containeres.

Palavras chave: Lean service, produtividade, terminais de contêiner, gestão de serviços.

1. INTRODUÇÃO

O transporte de cargas containerizadas vem aumentando mundialmente, com isso tem sido dado grande atenção por pesquisadores e partes interessadas quanto às operações realizadas em portos especializados na movimentação deste tipo de carga (SACONE e SIRI, 2009). Com isto, o presente artigo tem como finalidade identificar métodos de *Lean Service* no planejamento e estruturação dos processos operacionais aplicados pelos TECONS estudados e o impacto que estes princípios incidem sobre o resultado do indicador de produtividade das operações de embarque e descarga de contêineres, com base nos critérios utilizados pela Associação Brasileira de Terminais de Contêineres de Uso Público – ABRATEC.

Como destacado por NG e Mak (2005), mediante os diversos tipos de medição da performance operacional, o item fundamental a ser observado é o tempo médio em que uma embarcação permanece atracada nos berços e em sua maior parte, este tempo é reflexo das operações de carga e descarga de contêineres. Quando se fala em portos especializados na movimentação de contêineres, para os *stakeholders* deste negócio mundialmente em crescimento, a permanência das embarcações nos berços de atracação representa altos custos de diária e o cliente não quer pagar pelos desperdícios ou falta de eficiência da empresa (KIM e KIM, 1999).

A tecnologia empregada nos TECONS (Terminais de Contêiner) contribui significativamente para o aumento da produtividade portuária, considerando que os terminais de contêiner utilizam-se da multimodalidade para completar a cadeia logística, onde de acordo com Sacone e Siri (2009), um terminal de contêiner é um ponto transitório para cargas containerizadas entre as embarcações e modais de transporte terrestres, como o rodoviário e ferroviários. Contudo, a tecnologia empregada necessita ser utilizada de forma otimizada a fim de se atingir a produtividade esperada como retorno, como afirmam Goodchild e Daganzo (2006), melhorando a eficiência dos Portêineres (guindaste especializado para a movimentação de contêineres), os portos podem reduzir sua fila de espera, aumentar a produtividade portuária e melhorar os resultados do sistema de transporte de carga.

As técnicas utilizadas para otimização de fluxos de processos inicialmente eram enfoque principal da manufatura, onde as indústrias produziam em grande escala. De acordo com o crescimento do setor de serviços tais técnicas evoluíram e se adaptaram a esta realidade, uma vez que o setor de serviços possui características bastante diferentes da manufatura, pelo fato do produto final ser caracterizado pela intangibilidade (SWANK, 2003).

2. A PRODUTIVIDADE DOS TERMINAIS DE CONTÊINERES (TECONS) BRASILEIROS

Os Terminais de contêineres geralmente possuem bom planejamento das operações para que os recursos tecnológicos disponibilizados por este tipo de terminal moderno sejam utilizados de forma eficiente, possibilitando maior agilidade nas operações. Como os TECONS promovem a integração de transporte de cargas entre os diversos modais, o planejamento permite um adequado entrosamento entre estes integrantes da cadeia de transportes (HUANG e CHU, 2005). Segundo Kim, Park e Jin (2007), o *layout* de um pátio de contêineres é um fator que influencia diretamente na produtividade das operações de movimentação.

Conforme visto anteriormente, com a crescente demanda de cargas containerizadas e a diversidade de modelos de contêineres, novos equipamentos de alta tecnologia foram se desenvolvendo, inclusive os navios, para atender a este processo bem como contribuir ainda mais para a melhoria da produtividade (MEISEL e WICHMANN, 2010), como por exemplo, os Portêineres (*Quay Cranes*), que de acordo com Goodchild e Daganzo (2006), é o equipamento utilizado na movimentação de contêineres considerado o investimento mais caro em um terminal. Isto se deve a diminuição do tempo de permanência das embarcações atracadas no berço, consequência da alta taxa de produtividade oferecida, quando aprimorada a eficiência na utilização deste equipamento.

O fluxo operacional típico de um terminal de contêineres, quando o navio chega ao terminal, o contêiner de oriundo de importação descarrega do navio (fluxo *Inbound*), é carregado sobre carreta pelos Portêineres, e descarregado por equipamentos de pátio em locais variados do

pátio para estocagem temporária. Nas operações de embarque (Fluxo *Outbound*), o contêiner estocado no pátio é carregado sobre carreta por equipamentos de pátio, direcionam-se ao costado onde são

descarregados para posteriormente serem embarcados pelos Porteineres no navio (LI e VAIRAKTARAKIS, 2004). Este fluxo é ilustrado na figura 1 a seguir:

Figura 1: Fluxo típico das operações de um terminal de contêineres

Fonte: NG; MAK, 2005.

Segundo o site da ABRATEC, os principais TECONS do Brasil que detêm a movimentação de 98% dos contêineres movimentados no país são afiliados a este órgão técnico e consultivo que surgiu em 18 de Abril de 2002 para representar em âmbito nacional as empresas arrendatárias de Terminais Portuários de Uso Público, sendo

estes especializados na movimentação de contêineres, com intuito de prover soluções para problemas deste segmento, bem como na divulgação das atividades destes terminais na logística de comércio exterior brasileiro.

Os 13 principais Terminais especializados na movimentação de contêineres no Brasil afiliados a ABRATEC são:

Tabela 1: TECONS afiliados à ABRATEC

1	Muti Rio Operações Portuárias	Rio de Janeiro - RJ
2	Tecon Salvador S/A	Salvador - BA
3	Libra Terminais S/A	Santos - SP
4	Libra T1	Rio de Janeiro - RJ
5	Santos Brasil S/A	Santos - SP
6	SEPETIBA Tecon	Rio de Janeiro - RJ
7	Tecon Rio Grande S/A	Rio Grande - RS
8	TCP - Terminal de Contêineres de Paranaguá S/A	Paranaguá - PR
9	Terminal de Vila Velha S/A	Vila Velha - ES
10	TESC - Terminal de Santa Catarina	Santa Catarina - SC
11	Tecon Suape S/A	Ipojuca - PE
12	Tecondi - S/A	Santos - SP
13	CONVICON - Vila do Conde	Pará - PA

O Grupo Técnico Permanente da ABRATEC desenvolveu alguns indicadores a fim de adotar um conjunto uniforme de índices a serem medidos no que diz respeito o desempenho da operação de navios dos TECONS. Os índices bem como sua

padronização e nomenclatura visaram facilitar a disseminação e aferição. De acordo com a própria associação, estes itens de medição representam o nível de serviço do Terminal de Contêiner sob a ótica dos clientes Armadores.

O indicador de Produtividade (bruta e líquida), representa a *performance* operacional alcançada no atendimento de determinado navio em operação de cargas containerizadas. Este é o indicador mais utilizado para medição da velocidade das

operações e vem a ser a média de tempo gasto na descarga/embarque de contêineres de um navio (LINN e ZHANG, 2002). gráfico 1 abaixo ilustra um comparativo histórico deste indicador entre cinco dos 13 terminais de contêineres afiliados à ABRATEC:

Figura 2: Indicador de produtividade líquida de contêineres terminais – Histórico ABRATEC

O terminal de contêiner filiado à ABRATEC utilizado como referência para esta pesquisa evidenciou um aumento de seus índices de produtividade a partir do ano de 2007. A melhoria destes indicadores foi resultado de um trabalho de planejamento baseado na utilização da filosofia de melhoria contínua de Deming, com a utilização de ferramentas de qualidade para análise e solução de problemas. Este planejamento resultou em diversas ações que propiciaram o alcance da meta pretendida para os indicadores de produtividade. Com isto, o objetivo desta pesquisa é relacionar as ações implantadas pelo terminal estudado com as teorias de serviço enxuto, que será mais bem explicitado no capítulo a seguir.

3. PRINCÍPIOS DO SERVIÇO ENXUTO (LEAN SERVICE)

Existe sempre uma razão por trás da busca por um serviço ou compra de um produto pelo cliente e a compra do serviço visa a satisfação de uma necessidade (FITZSIMMONS e FITZSIMMONS, 2005). Os Armadores são os principais clientes de um terminal portuário. O Armador é o proprietário do navio, estando este registrado em seu

nome mediante aos órgãos competentes. Eles usufruem dos serviços de embarque e descarga de contêineres prestados pelos portos, e a necessidade mais importante deste cliente vem a ser a velocidade destas operações garantindo uma a baixa permanência das suas embarcações atracadas no porto, diminuindo assim os custos de frete e o cumprimento da rota. Desta forma qualidade do serviço denominado “Embarque ou descarga de contêineres” está diretamente relacionado a produtividade destas operações.

Os princípios do pensamento enxuto são abordados por diversos autores que enfatizam alguns pontos mas possuem visões semelhantes, tendo em vista que resultado a ser alcançado é a satisfação do consumidor final com a aplicação e tais técnicas. Pesquisas anteriores abordaram o assunto produção enxuta aplicado ao setor de serviços, conforme Selau (2009), onde pode ser notado em seu trabalho um levantamento com os princípios da produção enxuta aplicado a serviços citados por diversos autores. O quadro abaixo resume alguns destes princípios, semelhante ao utilizado por Selau (2009):

Tabela 2: Resumo de Princípios da Produção Enxuta em Serviços

1	Padronizar procedimentos	SWANK (2003)	Padronizar procedimentos significa seguir o fluxo considerado ideal para aquela atividade, evitando que cada empregado execute o trabalho de maneiras diferentes, o que pode ocasionar perdas e demoras.
2	Alinhar todos os passos de uma atividade em um fluxo contínuo;	WOMACK; JONES (1994)	Procurar fazer com que as atividades que impactam diretamente no produto crítico sigam um fluxo contínuo, sem paralizações e demoras.
3	Eliminar loopings entre as atividades	SWANK (2003); JONES (2006)	<i>Loop back</i> representa ter que retornar ao passo anterior para continuar o processo. Em serviços, este conceito é ainda mais complicado pois as ações dependem das decisões e escolhas humanas. Busca-se executar aquelas atividades que criam valor fluir sem interrupções, retornos, esperas ou fragmentos
4	Continuamente empenhar-se para melhorar	JONES (2006) / WOMACK; JONES (1994) / ÅHLSTRÖM (2004) / SANCHEZ; PEREZ (2004)	Significa procurar aperfeiçoar uma atividade buscando a perfeição, melhorando continuamente os resultados e o fluxo de valor.
5	Eliminação de perdas	SÁNCHEZ;PÉREZ (2004) / BOWEN & YOUNGDAHL (1998) / ÅHLSTRÖM (2004)	A produção enxuta considera como desperdício tudo o que não agrega valor ao produto. Uma das maiores fontes de desperdício são os estoques.
6	Não desperdiçar o tempo do consumidor;	WOMACK;JONES (2005)	Para o cliente, o desperdício de tempo significa aumento de custos. Espera-se que o serviço demandado pelo consumidor seja atendido no momento certo e conforme acordado para que não haja imprevistos.
7	Puxar ao invés de empurrar	ÅHLSTRÖM (2004)	Para o sistema puxado, a execução do serviço acontece a partir do pedido de serviço do cliente. No setor de serviços, ele só é executado quando solicitado pelo cliente evitando perdas de tempo.

Tendo em vista que o produto final vem a ser a busca pelo aumento do nível de serviço da operação de navios, para identificação das principais causas que impedem o melhoria dos indicadores de produtividade, o terminal estudado utilizou o método PDCA para melhoria contínua, em conjunto com as ferramentas da qualidade, classificadas como um dos capacitadores da manufatura enxuta. Os capacitadores da ME são metodologias, ferramentas e tecnologias necessários para se conseguir um sistema enxuto nas empresas (GODINHO e FERNANDES, 2004). Com a utilização destas ferramentas torna-se possível identificar os princípios do serviço enxuto nas ações planejadas para tratamento desta problemática.

4. MÉTODO DE PESQUISA

Tendo como principal estratégia de pesquisa a identificação dos princípios do *Lean Service* nas operações portuárias que diretamente impactam na produtividade de carga e descarga de contêineres, foi utilizado estudo

de caso, sendo estudado um dos 13 terminais especializados na movimentação de contêiner associados à ABRATEC, que por motivos de segurança e de sigilo profissional optou-se pela não divulgação, sendo nomeado no decorrer da pesquisa como “Terminal 1” escolhido devido a maior facilidade na disponibilização das informações.

Para a análise dos dados levantados foi utilizada a abordagem qualitativa, iniciando com a medição dos resultados estatísticos e históricos do nível de serviço e desempenho medidos pela ABRATEC, utilizado como base para demonstração do desempenho do Terminal 1. Os indicadores de desempenho portuário identificados na pesquisa foram a espera para atracação (bruta e líquida) e a produtividade (bruta e líquida). Vale ressaltar que a ABRATEC não divulga ao público os resultados dos indicadores dos portos filiados. Frente a esta restrição optou-se por não explicitar o nome dos demais terminais utilizados para realizar o comparativo entre os índices de produtividade com os resultados do terminal estudado, dificultando também o

aprofundamento da análise e um melhor detalhamento das informações.

Em seguida, foi realizada a modelagem dos processos operacionais que influenciam diretamente nos indicadores de produtividade de contêineres do terminal estudado no modelo de macro fluxogramas elaborados a partir de levantamento dos procedimentos operacionais, possibilitando a identificação de desvios ocorridos nas atividades e levantar as ações planejadas pelo Terminal 1 para melhoria dos indicadores de produtividade. A partir da identificação das perdas, foram sumarizadas as ações implementadas pela empresa estudada, considerando as informações referente ao projeto implantado no ano de 2006 para melhoria dos indicadores de produtividade para desta forma analisar as relações entre tais ações executadas e as técnicas de produção enxuta adaptadas ao setor de serviços, bem como seus respectivos autores. Por fim, foi realizada uma discussão para analisar mais detalhadamente esta conexão, caracterizando o objetivo exploratório do artigo.

5. RESULTADOS

O resultados destes indicadores a partir do ano de 2007, manteve o Terminal 1 entre os principais terminais afiliados a ABRATEC com os melhores resultados em produtividade, ou seja, um dos melhores TECONS em produtividade do Brasil. O que alavancou a produtividade do Terminal 1 foi a elaboração de um planejamento para tratamento da problemática de baixa produtividade através da metodologia de melhoria continua de Deming em conjunto com a utilização das ferramentas de qualidade, possibilitando a identificação das causas que impediam o bom nível de serviço do terminal.

Seguindo os critérios estabelecidos na seção anterior, foi realizado um estudo de caso com o intitulado nesta pesquisa de "Terminal 1", um dos principais terminais de contêiner brasileiros afiliados à ABRATEC. Primeiramente vem demonstrar no Quadro 1 as principais causas do baixo atendimento dos indicadores da ABRATEC pelo Terminal 1, priorizadas através da ferramenta GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) e RAB (Rapidez, Autonomia e Benefício).

Tabela 3: Matriz de priorização de causas – Método RAB e GUT

Seq	Causas	RAB	GUT	Total
1	Mal planejamento na recepção de carga	27	27	54
2	Inexistência de controle de entrada e saída de caminhões pelos gates	27	27	54
3	Utilização incorreta dos coletores na operação	21	27	48
4	Dispersão do pátio	21	27	48
5	Falta de procedimento para troca de operação	27	21	48
6	Falta de segregacao durante a recepcao da carga	15	27	42
6.1	Falta de visao logistica durante o sequenciamento do navio para embarque (planej. Navio)	-	-	-
6.2	Falta de sinalização das áreas onde serão recebidos os contêineres	-	-	-
6.3	Falta de concientização da atualização das movimentações de contêiner no sistema	-	-	-
6.4	Demanda de serviços de recepção mal dimensionada	-	-	-
6.5	Falta de maiores detalhes no booking como informação de carga IMO e informação se é carga liberada ou não.	-	-	-
7	Falta de cumprimento do Dead Line do TVV	11	27	38
8	Falta de planejamento para descarga de contêineres fora de padrão (OOG).	21	15	36

A seguir foram detalhados os processos operacionais do Terminal 1 através de fluxogramas macro, com o intuito de identificar as atividades que através da análise prévia realizada pela empresa

estudada, evidenciavam lacunas que impactavam diretamente no resultado dos indicadores de produtividade do terminal.

Operação de Navios: A operação de navios se inicia com a elaboração do plano de

seqüenciamento de embarque e descarga de contêineres. A seqüência pré-determinada pelos planejadores de navio tem influência na produtividade destas operações. Assume-se que as operações de pátio e navio buscam um mesmo ritmo resultando num ciclo de transporte eficiente, por este motivo o papel

principal do planejador de navios é garantir um seqüenciamento logisticamente correto evitando paralisações. O fluxograma 1 ilustra as etapas que compõe a operação de navios desde o planejamento bem como os desvios e em qual momento do processo eles ocorrem.

Fluxograma 1: Operação de Navios

Operação de Pátio *Inbound* e *Outbound*:

Todos os dias planejadores determinam os tamanhos e locais de estocagem de contêineres que serão embarcados em navios nos dias que se seguem, considerando a ordem subsequente de embarque e descarga do navio. Uma vez que as operações do navio se iniciam, os Portêineres carregam as carretas que transportam as unidades de contêineres para o pátio, onde equipamentos especializados posicionam os contêineres na área de estocagem de acordo com o

planejado. De modo geral, o pátio de contêineres é um local temporário para estocagem de contêineres de importação ou exportação para facilitar o fluxo de movimentação sem gargalos e perdas que venham influenciar a produtividade das operações de navio. O fluxograma 2 a seguir demonstra como é realizado o planejamento das operações de pátio para as cargas exportadas (fluxo *outbound*) e o fluxograma 3 detalha o processo para as cargas importadas (fluxo *Inbound*).

Fluxograma 2: Operação de Pátio *Outbound*

Fluxograma 3: Operação de Pátio Inbound

Portaria (Gate): A saída e entrada de cargas do porto ou zona alfandegada exigem alta segurança tendo em vista que para que a mercadoria seja importada ou exportada primeiramente deve passar pelo processo de desembaraço mediante alfândega para assim ser liberada o encaminhamento ao seu destino final. Nos terminais especializados em contêiner, toda unidade que entra ou sai deve ser pesada nas balanças de entrada e saída para aferição do peso a fim de registro e confronto com o peso declarado pelo responsável pela carga. Todas as exigências legais envolvidas para aplicação de medidas

de segurança numa zona primária tornam propício a geração de gargalos durante esta etapa, dificultando o fluxo de entrada e saída de veículos carregados pelos portões de acesso ao porto. Os gargalos incorridos das operações executadas na portaria podem ser o início ou fim da baixa produtividade no que diz respeito ao fluxo de movimentação de cargas no pátio ou costado. O macro fluxograma 4 demonstra o processo de entrada e saída de carga nos portões bem como os principais desvios encontrados nesta etapa que impactam diretamente no item produtividade portuária:

Fluxograma 4: Operações de Portaria (Gate)

Os desvios destacados nos macro fluxogramas na seção anterior foram levantados através de um estudo realizado pelo Terminal 1, sendo considerados aqueles que representam significativa influência sobre a produtividade das operações de navio realizadas por este TECON. Para tratamento destes desvios, foi elaborado um plano de ação envolvendo os responsáveis por cada área operacional com acompanhamento dos

indicadores de produtividade na medida em que as ações determinadas fossem executadas. A partir da definição destas ações foi possível identificar os princípios da produção enxuta aplicada ao setor de serviços ao qual se propunham. O quadro 2 a seguir demonstra as ações planejadas para tratamento dos desvios levantados bem como os princípios *Lean* e suas referências:

Quadro 1: Desvios e ações – Identificação dos princípios *Lean*

DESVIOS	OPERAÇÃO	AÇÃO CORRETIVA	PRINCÍPIO LEAN	REFERÊNCIA
1 6.1	Mal planejamento da recepção da carga; Falta de visão logística durante o sequenciamento do navio para embarque (planej. Navio)	Planejamento Outbound	Revisar padrões da área de planejamento e realizar treinamento dos novos padrões	Padronizar procedimentos SWANK (2003)
			Eliminar loopings entre atividades	SÁNCHEZ;PÉREZ (2004) / BOWEN;YOUNGDAHL (1998)
			Eliminar loopings entre atividades	SWANK (2003) / JONES (2006)
			Continuamente empenhar-se para melhorar	WOMACK;JONES (1994) / JONES (2006)
2	Inexistência de controle de entrada e saída de caminhões pelos gates	Portaria (Gate)	Definir quantidade máxima de carretas por setor e criar procedimento para controle de entrada e saída de carretas.	Padronizar procedimentos SWANK (2003)
			Alinhar todos os passos de uma atividade em um fluxo contínuo	WOMACK;JONES (1994)
3	Utilização incorreta dos coletores de dados na operação	Embarque e Descarga / Portaria (Gate)	Realizar treinamento da utilização correta dos coletores para operação	Padronizar procedimentos SWANK (2003)
			Eliminar loopings entre atividades	SWANK (2003) / JONES (2006)
			Eliminar loopings entre atividades	SÁNCHEZ;PÉREZ (2004) / BOWEN;YOUNGDAHL (1998)
4	Dispersão de pátio	Planejamento Inbound / Outbound	Criar controle de remoção por operador	Padronizar procedimentos SWANK (2003)
			Eliminar loopings entre atividades	SWANK (2003) / JONES (2006)
			Eliminar loopings entre atividades	SÁNCHEZ;PÉREZ (2004) / BOWEN;YOUNGDAHL (1998)
5	Falta de procedimento para troca de operação	Embarque e Descarga	Definir responsável por equipe para ser o Instrutor de equipamento e realizar treinamento para instrutor de	Padronizar procedimentos SWANK (2003)
			Eliminar loopings entre atividades	SÁNCHEZ;PÉREZ (2004) / BOWEN;YOUNGDAHL (1998)
			Continuamente empenhar-se para melhorar	WOMACK;JONES (1994) / JONES (2006)
6.2	Falta de sinalização das áreas onde serão recebidos os contêineres	Planejamento Inbound	Realizar Pintura no pátio (área de estocagem de contêineres).	Eliminar loopings entre atividades SÁNCHEZ;PÉREZ (2004) / BOWEN;YOUNGDAHL (1998)
			Eliminar loopings entre atividades	SWANK (2003) / JONES (2006)
6.3	Falta de concientização da atualização das movimentações de contêiner no sistema	Embarque e Descarga	Realizar treinamentos e campanha focando a utilizando correta da ferramenta de trabalho	Padronizar procedimentos SWANK (2003)
			Eliminar loopings entre atividades	SWANK (2003) / JONES (2006)
			Eliminar loopings entre atividades	SÁNCHEZ;PÉREZ (2004) / BOWEN;YOUNGDAHL (1998)
6.4	Demanda de serviços de recepção mal dimensionada	Planejamento Outbound	Definir limite de programação de recepção e formalizar pedido de serviço do cliente via e-mail	Puxar ao invés de empurrar ÅHLSTRÖM (2004)
			Padronizar procedimentos	SWANK (2003)
		Planejamento Outbound	Formar parcerias com Armadores	Puxar ao invés de empurrar ÅHLSTRÖM (2004)
			Padronizar procedimentos	SWANK (2003)
6.5	Falta de maiores detalhes no booking como informação de carga IMO e informação se é carga liberada ou não.	Planejamento Outbound	Revisar formulário de solicitação de recepção de cntr imputando informações que facilitem a programação do embarque	Continuamente empenhar-se para melhorar WOMACK;JONES (1994) / JONES (2006)
			Eliminar loopings entre atividades	SWANK (2003) / JONES (2006)
			Eliminar loopings entre atividades	SÁNCHEZ;PÉREZ (2004) / BOWEN;YOUNGDAHL (1998)
		Planejamento Outbound	Contactar Armadores e Agentes	Continuamente empenhar-se para melhorar WOMACK;JONES (1994) / JONES (2006)
			Eliminar loopings entre atividades	SWANK (2003) / JONES (2006)
			Eliminar loopings entre atividades	SÁNCHEZ;PÉREZ (2004) / BOWEN;YOUNGDAHL (1998)

(continuação...)

7	Falta de cumprimento do prazo limite para recebimento da carga (Dead Line).	Planejamento Outbound	Falta de cumprimento do Dead Line do Terminal 1	Padronizar procedimentos	SWANK (2003)
8	Falta de planejamento para descarga de contêineres fora de padrão (OOG).	Planejamento Inbound	Definir procedimento para descarga de contêineres fora de padrão (OOG).	Eliminação de perdas Não desperdiçar o tempo do consumidor Eliminar loopings entre atividades	SÁNCHEZ;PÉREZ (2004) / BOWEN;YOUNGDAHL (1998) WOMACK;JONES (2005) SWANK (2003) / JONES (2006)

6. DISCUSSÃO

Após a identificação dos princípios do pensamento enxuto nas ações tomadas pelo Terminal 1 para melhoria da produtividade, foi realizada a seguir uma análise mais detalhada, sendo discutidas as ações planejadas e executadas pelo Terminal 1, os resultados alcançados e a sua relação com os princípios enxutos discutido por diversos autores.

Utilização incorreta dos coletores de dados na operação; Dispersão de pátio; Falta de conscientização da atualização das movimentações de contêiner no sistema: O princípio enxuto da padronização foi utilizada como ação em diversos desvios visto que algumas atividades estavam sendo executadas sem a devida qualidade por alguns empregados, como no caso das dispersões de pátio, visto que a *bay* onde o contêiner constava estocado, não condizia com o registro realizado pelo técnico responsável pelo acompanhamento das movimentações no pátio, justificando a utilização incorreta dos coletores de dados (equipamento portátil utilizado para registro eletrônico das movimentações ocorridas durante a operação), onde os operadores e técnicos não atualizavam os movimentos no sistema. Para tratamento destes desvios, foi criado um controle de registros de remoções por operador facilitando a identificação dos contêineres passando a mapear sua numeração, área de origem, destino, data, hora e indicação de quem registrou a movimentação da unidade no pátio, além de ser realizada uma campanha com *folders*, *banners* e propagandas educativas para conscientização e treinamento aos executores da atividade. Desta forma, como resultado foram evidenciados os princípios enxutos referente à eliminação de perdas de tempo, uma vez que com o registro correto da movimentação de contêineres, não seria mais

necessário disponibilizar um técnico de operações a procura do container no pátio, bem como a eliminação de *loop backs* entre as atividades, pois não seria necessário realizar correções no sistema quanto ao mapeamento de contêineres pelos planejadores de pátio.

Demanda de serviços de recepção mal dimensionada; Falta de cumprimento do prazo limite para recebimento da carga (Dead Line): A demanda de serviços do Terminal 1 estava sendo mal dimensionada, o que impactava no fluxo de cargas *outbound*. Parte desta falha estava relacionada ao não cumprimento do prazo limite para recebimento da carga (*Dead Line*) no terminal para embarque no navio para o qual estava programado. Para tratamento deste desvio, foi padronizado prazo limite de programação antes do *Dead Line*. O limite para programação passou a ser de 6h. Além disso, passou-se a observar e praticar o início da operação do navio com 12 horas após o *Dead Line*, havendo flexibilidade mediante análise de todos os riscos e conseqüências do não embarque dos contêineres com atraso na entrada, conforme conveniência da gestão do Terminal 1. Para cumprimento destes prazos, foi necessário formar parceria com os clientes armadores conscientizando os mesmos sobre as conseqüências da falta de padrão gerada pelas constantes modificações dos horários de *Dead Line*. Como resultado, foram identificados os princípios enxutos na padronização a partir do cumprimento dos horários de recebimento do contêiner com a antecedência necessária para serem programados e embarcados, facilitando o planejamento de todo o fluxo *outbound*, principalmente o embarque no navio. Além disso, o serviço é executado somente quando for puxado pelo cliente, a partir do pedido de serviço enviado dentro do prazo fixado pelo Terminal 1.

Inexistência de controle de entrada e saída de caminhões pela portaria (*gates*): A falta de controle do fluxo de carretas que entram e saem do terminal todos os dias, geravam gargalos impactando todo o fluxo *inbound* e *outbound* do porto. Para melhoria do fluxo de entrada e saída nos *gates*, foi definida e padronizada a quantidade máxima de carretas por setor a fim de evitar congestionamento dentro do terminal. Como resultado, foi evidenciado o princípio enxuto baseado no alinhamento de todos os passos da atividade em um fluxo contínuo, fazendo aquelas atividades que criam valor fluírem sem interrupções, retornos, esperas ou fragmentos.

Mal planejamento da recepção da carga; Falta de visão logística durante o seqüenciamento do navio para embarque (Planejamento de Navio): O planejamento das operações *outbound* do Terminal 1 não apresentavam resultados tomando como base a baixa velocidade das operações de embarque e descarga de contêineres dos navios. O planejamento para seqüenciamento de embarque realizado gerava remoções e retrabalhos, paralisações e perda de tempo. O mal planejamento era fruto de falta de visão logística por parte dos planejadores navio, considerando que a atividade era seguida por procedimento que dificultava a elaboração de um seqüenciamento adequado. Como solução para melhoria do seqüenciamento de embarque de contêineres, o procedimento da atividade foi revisado e os executores treinados, proporcionando maior nível de detalhamento e visão logística com foco na produtividade. Como resultado, foi identificada a redução de retrabalhos, maior aproveitamento do tempo operacional, evidenciando os princípios enxutos de eliminação de perdas, *loopings* entre as atividades e melhoria contínua através do foco na melhoria dos indicadores de produtividade.

Falta de planejamento para descarga de contêineres fora de padrão (*OOG*): Os contêineres fora de padrão ou *Out Of Gauge* (*OOG*) são contêineres fora das dimensões quando comparados uma unidade padrão, o que dificulta seu manuseio não sendo possível embarcar ou descarregar com a utilização do *Spreader* (dispositivo de elevação) dos equipamentos para movimentação de contêineres. Devido a suas restrições, a ABRATEC considera sua movimentação para cálculo da produtividade

o equivalente à movimentação de 4 (quatro) contêineres padrão. A descarga ou embarque de um contêiner *OOG* exige um planejamento prévio, pois impacta no seqüenciamento e exige materiais como correntes para realizar o engate. O Terminal 1 era penalizado nas operações que envolviam a movimentação deste tipo de contêineres pois incorriam em horas paradas pelo aguardo da disponibilidade e montagem das correntes no guindaste por falta de planejamento prévio. Foi tomado como medida para solução deste problema, a criação de procedimento para descarga e embarque de contêineres *OOG* identificando este tipo de movimentação com antecedência possibilitando o planejamento e a alocação de recursos necessários. Como resultado, pode ser observado a diminuição da perda de tempo durante a descarga de contêineres fora de padrão, evidenciando o princípio enxuto de eliminação de perdas e o não desperdício do tempo do consumidor, uma vez que o cliente Armador busca manter sua embarcação atracada no menor intervalo de tempo possível.

Falta de sinalização das áreas onde serão recebidos os contêineres: O pátio de um TECON é dividido em diversas ruas com espaços chamados de baias (*bays*) preparados para receber contêineres para serem estocados. Uma pilha de contêineres pode alcançar até oito contêineres de altura. Cada baia equivale a uma posição identificada por letras e números demarcados no pátio através de pintura para facilitar a localização. O pátio do Terminal 1 devido ao fluxo intenso de movimentação encontrou dificuldades na manutenção da demarcação da área de estocagem. Para conclusão da pintura, foi necessário realizar o revezamento da interdição das áreas. Como resultado foi identificado maior agilidade na movimentação do pátio principalmente na área de transferência de cais, onde a movimentação acontece com maior intensidade. O princípio enxuto relacionado a esta ação foi a eliminação de perdas e *looping* entre as atividades, pela redução do risco de posicionamento de contêineres na baia incorreta, o que ocasionava remoções.

Falta de maiores detalhes no *booking* como a informação de carga IMO e informação se a carga é liberada ou não: O *booking* é uma listagem onde constam todas as unidades de contêiner reservadas para embarque num determinado navio. Com base neste relatório,

é programado o embarque e planejado todo o fluxo *outbound* para atendimento à operação do navio. Algumas unidades de contêiner possuem cargas especiais em seu interior que necessitam de tratamento especial por serem consideradas perigosas de acordo com a *IMO*, sigla em inglês para Organização Marítima Internacional. Por exigir cuidados especiais, a falta de informação de contêiner *IMO* no *booking* enviado pelo Armador pode ocasionar paralisações durante a operação aguardando confirmação se a unidade possui carga perigosa ou não. As ações tomadas pelo Terminal 1 para tratamento deste desvio foi a revisão do formulário de solicitação de recepção de contêiner imputando informações com o intuito de facilitar a programação e planejamento do embarque e conscientizando os Armadores da importância do preenchimento correto do formulário garantindo a qualidade da informação para melhoria do processo. Ficaram explicitados os princípios *lean* no que diz respeito à busca pela melhoria dos processos, consequentemente provocando a eliminação de perdas e retrabalho, uma vez que a não identificação das cargas *IMO* pode ocasionar alterações no planejamento do seqüenciamento de embarque.

7. CONCLUSÃO

Os princípios enxutos foram aplicados implicitamente pelo Terminal 1, sendo possível através deste estudo realizar a identificação da teoria de diversos autores que discutem sobre o assunto, evidenciando que esta metodologia voltada para a otimização está diretamente relacionada a problemática da produtividade portuária, uma

vez que especificamente as operações realizadas pelos terminais especializados na movimentação de contêiner está relacionado à velocidade de movimentação das cargas.

Dentre diversos tópicos existentes e estudados por especialistas em produção e serviço enxuto, alguns deles tiveram maior relevância nesta pesquisa como a padronização de procedimentos, eliminação de perdas, e melhoria contínua. No tratamento da problemática de produtividade portuária, o princípio *Lean* que diz respeito a eliminação de perdas, demonstrou neste estudo ter maior ênfase tendo em vista que o tempo entre o início e o término das operações de navios deve ser melhor aproveitado sem que haja paralisações ou eliminação de atividades que não agregam valor a este serviço. As operações de embarque e descarga de contêineres também exigem coesão na transferência de uma atividade para outra, consequentemente resultado de um trabalho voltado para a interação entre os executores dos processos onde o princípio da padronização das atividades busca o melhor resultado possível neste sentido, evitando perdas. Além disto, para o contínuo aumento dos indicadores de produtividade, foi evidenciada a aplicação do princípio da melhoria contínua na revisão de padrões e alteração da forma de execução das atividades.

A presente pesquisa serve de base para desenvolvimento de estudos futuros podendo ser realizado a análise quantitativa dos pesos das ações planejadas para melhoria da produtividade através de ferramentas estatísticas para suporte e embasamento da evolução operacional alcançada pelo Terminal 1 nos últimos anos.

REFERÊNCIAS

- [1]. ABRATEC – Associação Brasileira de Terminais de Contêineres de Uso Público. Disponível em <<http://www.abratec-terminais.org.br>> acesso em: 12 de Janeiro de 2011
- [2]. ÅHLSTRÖM, P. Lean Service Operations: translating lean production principles to service operations. *International Journal of Services Technology and Management*: v. 5, n. 5/6, p. 545-564, 2004.
- [3]. BOWEN, D. E.; YOUNGDAHL, W. E. "Lean" Service: in defense of a production-line approach. *International Journal of Service Industry Management*, v. 9, n. 3, p. 207-225, 1998.
- [4]. CHU, C.Y.; HUANG, W.C. Determining Container Terminal Capacity on the Basis of an Adopted Yard Handling System. *Transport Reviews*, v. 25, n. 2, p. 181-199, 2005.
- [5]. FITZSIMMONS, J.A.; FITZSIMMONS, M. Administração de Serviços: operações, estratégia e tecnologia de informação. Porto Alegre: Bookman, 4. ed., 2005.

- [6]. GODINHO, M.; FERNANDES, F.C.F. Manufatura Enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. *Gestão & Produção*, v. 11, p. 1-19, 2004.
- [7]. GOODCHILD, A.V. ; DAGANZO, C.F. Double-Cycling Strategies for Container Ships and Their Effect on Ship Loading and Unloading Operations. *Transportation Science*, v. 40, p. 473-483, 2006.
- [8]. JONES, D. T. Lean in Delivering Services. *Lean Summit 2006*. São Paulo, SP. 2006.
- [9]. KIM, K.H. ; KIM, K.Y. An Optimal Routing Algorithm for a Transfer Crane in Port Container Terminals. *Transportation Science*, v. 33, n. 1, 1999.
- [10]. KIM, K.H. ; PARK, Y.M. ; JIN, M.J. An optimal layout of container yards. *OR Spectrum*, v. 30, p. 675-695, 2007.
- [11]. LI, C.L. ; VAIRAKTARAKIS, G.L. Loading and unloading operations in container terminals. *IIE Transactions*, v. 36, p. 287-297, 2004.
- [12]. LINN, R.J.; ZHANG, C.Q. A heuristic for dynamic yard crane deployment in a container terminal. *IIE Transactions*, v. 35, p. 161-174, 2002.
- [13]. MEISEL, F. ; WICHMANN, M. Container sequencing for quay cranes with internal reshuffles. *OR Spectrum*, v. 32, p. 569-561, 2010.
- [14]. SACONE, S.; SIRI, S. An integrated simulation-optimization framework for the operational planning of seaport container terminals. *Mathematical and computer modelling of dynamical systems*, v. 15, n. 3, p. 275-293, 2009.
- [15]. SÁNCHEZ, A. M.; PÉREZ, M. P. The use of lean indicators for operations management in services. *International Journal of Services Technology and Management*, v. 5, n. 5/6, p. 465-478, 2004.
- [16]. SWANK, C. K. The Lean Service Machine. *Harvard Business Review*, v. 81 n.10, p.123-130, 2003.
- [17]. W. C. NG ; K. L. MAK. An effective heuristic for scheduling a yard crane to handle jobs with different ready times. *Engineering Optimization*, v. 37, n. 8, p. 867-877, 2005.
- [18]. WOMACK, J. P.; JONES, D. T. From Lean Production to the Lean Enterprise. *Harvard Business Review*, v. 72, n. 2, p. 93-103, 1994.
- [19]. WOMACK, J. P.; JONES, D. T. Lean Consumption. *Harvard Business Review*, v.83, n. 3, p. 58-69, 2005.

Autares

ADRIANA KARIN GOELZER LEINIG

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Gestão e Tecnologia da Informação pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), com colocação em primeiro lugar no Processo Seletivo. Estágio em Docência EAD, para graduação, disciplina Gestão da Tecnologia da Informação. Estudante e integrante do grupo de pesquisa CNPq, em Tecnologias e Metodologias para a Gestão da Informação. Graduação em Engenharia Elétrica ênfase em Telecomunicações pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (1997). Pós Graduação pela PUC-PR em Telecomunicações (1998). MBA em Gestão Comercial - FGV (2004). Experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Sistemas de Telecomunicações: projetos de backbone (DWDM), implantação de sistemas e equipamentos ópticos, operação de equipamentos, manutenção em redes ópticas, monitoramento e gerenciamento de sistemas integrados. Realização de adequação de redes de telecomunicações (upgrade) na rede da Brasil Telecom - todo estado do Rio Grande do Sul e rede GVT (Global Village Telecom) - em todos estados de atuação no Brasil, para suporte e disponibilidade de serviço IPTV.

AILTON DA SILVA FERREIRA

Pós-Doutorando em Engenharia de Reservatórios pela Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF. Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela UENF (2009), Mestrado em Eng. de Produção pela UENF (2005), Pós Graduado em Tecnologia de Petróleo pela Universidade Salgado de Oliveira (2007), Graduação em Administração pela Universidade Federal Fluminense - UFF (2002) e Graduado em Eng. de Produção pela Universidade Cândido Mendes (2008). Coordenador do Curso de Administração da UFF-Macaé, Professor Adjunto IV da UFF-Macaé e Professor Colaborador do Mestrado em Engenharia de Produção-UENF. Experiência na área de Eng. de Produção, Eng. de Petróleo, Administração da Produção, Modelagem, Planejamento e ERP, Qualidade, logística do petróleo.

ALEXANDRE GONÇALVES PORTO

Possui graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Pelotas (1999), mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos pela Fundação Universidade Federal do Rio Grande (2001) e doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas (2004). Atualmente é concursado como Professor Doutor Classe C5 da Universidade do Estado de Mato Grosso e ocupa o Cargo de Pró-Reitor de Gestão Financeira. Tem experiência na área de Processamento e Tecnologia de Produtos Agroindustriais, atuando principalmente na área de pós colheita de produtos agropecuários.

AMÉRICO JOHNY JAQUES MELO

Américo Johny Jaques Melo – Brasileiro, 21 anos – Pará – PA. Graduando em Engenharia de Produção pela Universidade da Amazônia (UNAMA). Já atuou, como monitor da disciplina Química Orgânica. Atualmente, estagiando na área de gestão da qualidade e participando do projeto de Iniciação Científica pelo Programa de Pós-Graduação (PPAD) – UNAMA.

ANA CAROLINA PEREIRA DE VASCONCELOS SILVA

Mestranda em Engenharia de Produção, na área de Gerência de Produção, pelo Departamento de Engenharia Industrial da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (DEI/PUC-Rio). Graduada em Engenharia de Produção pelo Departamento de Engenharia Industrial da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (DEIN/FEN/UERJ). Atualmente, participa como pesquisadora no LEGOS (Laboratório de Engenharia e Gestão em Saúde), vinculado ao DEIN/UERJ. Participou do Lab HANDs (Humanitarian Assistance and Needs for Disasters), laboratório do DEI PUC-Rio voltado para pesquisas em Gestão de Operações em Desastres e Logística Humanitária. Atuou como pesquisadora do Grupo de Produção Integrada (GPI - Poli & COPPE / UFRJ), na área de Gestão de Operações Hospitalares. Foi monitora das disciplinas de Logística Empresarial e Planejamento e Controle da Produção no Departamento de Engenharia Industrial da UERJ (DEIN/FEN/UERJ). Possui experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Gestão de Operações, Gestão de Operações em Saúde, Gestão de Operações em Desastres, Engenharia de Processos de Negócio e Gestão de Projetos. Participou de projetos de extensão aplicando estes corpos de conhecimento em diversas organizações, tais como: Hospital Universitário Pedro Ernesto, Sindicom, Fundação do Câncer, Hospital de Clínicas de Niterói, Hospital São Lucas e RioSaúde.

ANDRÉ CALABREZ ANTUNES

Bacharel em Sistemas de Informação pelo Instituto Federal do Espírito Santo, experiência em suporte e desenvolvimento de sistemas.

ANDRÉ DE MELO SILVA PAULO

Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ. Experiência em Gerenciamento de Projetos e Melhoria de Processos. Atualmente como Engenheiro de Projeto na Odebrecht Óleo e Gás.

ANDRE LUIS AZEVEDO GUEDES

André Luis Azevedo Guedes é Fundador da RODA Consultoria e Treinamento. Pesquisador Científico do Laboratório de Inovação, Tecnologia e Sustentabilidade (LITS) da Faculdade de Administração e Ciências Contábeis da Universidade Federal Fluminense (UFF). Doutorando em Gestão, Produção e Meio-Ambiente na Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFF, com foco em Smart Cities e Inovação, e estudante de Direito pela Universidade Estácio de Sá. Atuou na formação e coordenação de mais de 500 pessoas. Profissionalmente atuou como Gerente de Informações e Inteligência para Governo e Assessor da Presidência do SERPRO, ex-Diretor-Presidente do SERPROS Fundo Multipatrocinado, ex-Professor de Pós-Graduação em Administração Pública da UERJ (Fundação CEPERJ), ex-Diretor Coordenador do SINDPD-RJ e Analista de Negócios e Sistemas com foco em Negócios, Gestão de Projetos e Inovação, também atuou com Integração de Gestão (ERP SAP R/3) nas empresas Accenture, MJV/Oracle e Sonda Procwork. Possui Mestrado em Sistemas de Gestão pelo Laboratório de Tecnologia, Gestão de Negócios & Meio Ambiente (LATEC/UFF), concluiu o MBA em Organização e Estratégia pela Universidade Federal Fluminense, concluiu a especialização em Gestão Estratégica pela Universidade Cândido Mendes, bacharel em Informática com Ênfase em Análise de Sistemas pela Universidade Estácio de Sá e é Técnico em Processamento de Dados. Profissional certificado em CPA-20 pela ANBIMA. Coautor do livro Gestão do Conhecimento e Inovação nas Empresas. Possui artigos aprovados e publicados no Congresso Nacional de Excelência em Gestão (CNEG) da Universidade Federal Fluminense. Membro do comitê organizador do Seminário Internacional de Estatística com R. Membro do corpo editorial do Sustainable Business International Journal (SBIJ).

ANDRÉIA CITTADIN

Mestre em Contabilidade pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, possui graduação em Ciências Contábeis e especialização em Contabilidade Gerencial pela Universidade do Extremo Sul Catarinense. Atualmente é professora titular do curso de ciências contábeis da Universidade do Extremo Sul Catarinense. É coordenadora do Programa de Extensão em Gestão Contábil (PEGC) e líder do GP Núcleo de Estudos Contábeis (NECON) e realiza pesquisa em Ciências Contábeis, atuando principalmente nos seguintes temas: contabilidade gerencial, controladoria, gestão de custos, logística e ensino e pesquisa em contabilidade.

ANTONIO JOSÉ DE SOUSA FILHO

Técnico em Saneamento Ambiental pelo IFPI. Graduando em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Santo Agostinho - Teresina/PI, como bolsista do Programa Universidade para Todos (PROUNI). Integrante da empresa FSA junior, Centro de Pesquisas do Centro Universitário Santo Agostinho atuando nas áreas de pesquisa sobre o comportamento do consumidor e desenvolvendo atividades de consultoria empresarial. Atualmente é estagiário do setor de Manutenção/Logística da empresa Rede Máquinas Ltda - Filial de Teresina/PI.

ARMANDO DIAS DUARTE

Engenheiro de Produção, com ênfase em práticas e mecanismos sustentáveis. Pesquisador no grupo de Gestão Ambiental Avançada (GAMA) na área de Análise de Ciclo de Vida. Aluno de mestrado no programa de pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental na área de Tecnologia Ambiental - UFPE/CAA.

CAIO ARRUDA SIQUEIRA

Aluno do curso de graduação Engenharia de Gestão da UFABC - Universidade Federal do ABC.

CARMEN JOSEFINA CONTRERAS CASTILLO

Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Nacional Agraria La Molina (1981), mestrado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (1990) e doutorado em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (1995) e Livre Docência pela Universidade de São Paulo (2007). Atualmente é professor Associado da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP); Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Vice-chefe do Depto. Agroindústria, Alimentos e Nutrição, representante docente do Curso Ciências dos Alimentos na Comissão de Pesquisa e na Congregação. Membro titular do Conselho do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição.

CÍCERO THÉRCIO RODRIGUES DE ASSIS

Engenheiro Químico, graduado pela Universidade Federal de Campina Grande. Especialista em Diagnóstico e Gerenciamento de Resíduos Sólidos pela EnviTESB. Pós-Graduando em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Integrada de Patos. Foi estagiário no LATEQ da Embrapa Algodão e estagiário na Engenharia de Processos da Metalúrgica da Baterias Moura. Atuo, como Engenheiro Químico, focando nas áreas : Processos Industriais diversos; Gestão Ambiental, com ênfase em Tratamento de Efluentes; Gerenciamento de

Resíduos Sólidos; Procedimentos e Análises Físico-Químicas; Responsabilidade Técnica por empresa/indústria; Regularização das empresas junto aos órgãos fiscalizadores (CREA, CRQ, Prefeitura, Órgão Ambiental, entre outros); Segurança do Trabalho.

CLARIMAR JOSÉ COELHO

Possui graduação em Matemática pela Universidade Católica de Goiás (1987), mestrado em Ciência da Computação pela Universidade de Brasília (1999), doutorado em Engenharia Eletrônica e Computação pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (2002) e Pós-doutorada em Engenharia Eletrônica e Computação pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (2011). É professor titular da Associação Educativa Evangélica e professor adjunto da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Coordenador do Grupo de Pesquisa em Computação Científica. Coordenador do Núcleo de Pesquisa da Escola de Ciências Exatas e da Computação da PUC-Goiás. Tem interesse em computação científica e na construção de modelos matemáticos e técnicas para soluções numéricas utilizando computadores com ênfase em processamento digital de sinais e imagem, transformada wavelet, calibração multivariada e reconhecimento de padrões.

DAISY APARECIDA DO NASCIMENTO REBELATTO

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de São Carlos (1984), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo (1992) e doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo (1999). Atualmente é professora associada da Universidade de São Paulo. É a líder do grupo de pesquisa Análise de Desempenho de Sistemas Produtivos (ADESP) e tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Engenharia Econômica, atuando principalmente nos seguintes temas: Energia, Infraestrutura Produtiva, Análise de Eficiência, Análise Envoltória de Dados e Políticas Públicas.

DANIEL BOUZON NAGEM ASSAD

Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2014) e mestrado em Engenharia de Produção pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (2017). Atualmente é pesquisador do Laboratório de Engenharia e Gestão em Saúde (LEGOS/UERJ) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

DENISE CRISTINA DE OLIVEIRA NASCIMENTO

Possui graduação em Administração de Empresas pela Universidade Federal Fluminense (2002), mestrado em Engenharia de Produção (2006) e Doutorado em Engenharia e Ciência dos Materiais (2009) pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Tem experiência na área de Engenharia de Produção e Administração, com ênfase em Processos de Trabalho, atuando principalmente nos seguintes temas: Planejamento e Controle da Produção, Gestão da Cadeia Produtiva, Introdução a Engenharia de Produção, Organização e Métodos, Planejamento Estratégico, Projeto de Produto, Administração Geral, liderança, Empreendedorismo e Sistemas de Informação Gerencial. Professora do Departamento de Administração da Universidade Federal Fluminense em Macaé/RJ.

DÉRCIO SANTIAGO DA SILVA JR.

Engenheiro Mecânico pela Universidade Gama Filho (1989) e Advogado pela Faculdade Moraes Junior-Mackenzie Rio (2009), mestre em Administração pelo COPPE-AD/UFRJ (1996) e Doutor em Saúde Coletiva (ênfase em gestão de saúde) pelo Instituto de Medicina Social/UERJ (2003). Atualmente é Professor Adjunto da Faculdade de Engenharia (FEN) na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Coordenador de Serviços Técnicos no Hospital Universitário Pedro Ernesto da UERJ e Consultor Ad-Hoc.

DEYSIANNE CRISTINA SANTOS DA SILVA

Licenciatura em Pedagogia pela Universidade Federal de Pernambuco no Centro Acadêmico do Agreste em Caruaru. Aluna de pós-graduação em docência no Ensino Superior.

DIEGO SANTOS DA SILVA

Graduando em Engenharia Civil na Faculdade Paraíso do Ceará, sexto período.

DIOGO FERRAZ

Economista e doutorando em Engenharia de Produção na Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo (USP-EESC), com período sanduíche na University of Hohenheim (Stuttgart/Alemanha). Possui experiência em modelos econométricos e Data Envelopment Analysis (DEA). Suas pesquisas abordam assuntos sobre Complexidade Econômica, Desenvolvimento Humano e Bem-Estar Subjetivo, utilizando base de dados internacionais e da PNAD/IBGE. Atualmente faz parte do grupo de pesquisa Análise de Desempenho de Sistemas Produtivos (ADESP).

DJALMA SILVA GUIMARÃES JÚNIOR

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco (2016), Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade de Pernambuco (2010). Possui graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Campina Grande (2008). É Professor Adjunto da Universidade de Pernambuco.

EDELVINO RAZZOLINI FILHO

Administrador, especialista em Marketing, Mestre e Doutor em Engenharia de Produção com ênfase em Logística, professor associado na UFPR, no curso de Gestão da Informação, e no Programa de Pós-Graduação em Gestão da Informação. Também é professor convidado do Programa de Pós Graduação em Administração da Universidad de La Empresa – UDE, de Montevideú-UY. Autor de diversos livros e artigos publicados em revistas e eventos científicos nacionais e internacionais. Com experiência em Administração de Empresas e de Instituições de Ensino, coordenador de cursos de graduação, foi, também, Governante de TI e Pró-Reitor de Administração da Universidade Federal do Paraná.

EDUARDO JOSÉ OENNING SOARES

Engenheiro de Produção Agroindustrial formado pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre e Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Foi professor na graduação e pós-graduação na Faculdade Boa Viagem em Recife, e da Universidade de Cuiabá (UNIC) de Tangará da Serra no curso de Engenharia de Produção. Atualmente é professor Adjunto da UNEMAT no curso de Engenharia de Produção Agroindustrial. Realiza pesquisas na área de Gestão da Produção, Gestão da Qualidade, Desenvolvimento de Produtos e Marketing Industrial.

ELAINE DE OLIVEIRA PINTO

Pós graduada em Alimentação Institucional Hupe/Uerj. Graduada em nutrição pela Universidade Federal Fluminense/UFF. Graduada em Sistemas de Computação pela Universidade Federal Fluminense/UFF. Nutricionista Chefe do Controle de Qualidade da Divisão de Nutrição do Hospital Universitário Pedro Ernesto.

ELIETE SANTANA CHAVES BARROSO

Eliete Chaves- Graduada em Engenharia de Produção pela UEPA (UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ). Atualmente atuo na área da docência na UNIVERSIDADE DA AMAZÔNIA com as disciplinas da Gestão da Qualidade, Álgebra Linear e Tópicos Integradores I e II. Concursada em Engenharia de Produção pelo Estado do Pará, onde atualmente também trabalho.

ERIK FRANCO RABELO FERNANDES

Graduando em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Pará -UEPA

EVANDIR MEGLIORINI

Possui graduação em Ciências Administrativas pela Faculdade de Ciências Econômicas E Administrativas de Osasco (1977), mestrado em Administração pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (1997) e doutorado em Controladoria e Contabilidade pela Universidade de São Paulo (2003). Atualmente é Professor da Universidade Federal do ABC - UFABC. Pesquisa nas áreas de Gestão de Custos e Finanças e, Engenharia Econômica.

EVERSON SCHERRER BORGES

Possui pós graduação em nível mestrado pela Universidade Cândido Mendes em pesquisa Operacional e Inteligência Computacional, graduação em Sistemas de Informação pelo Centro Universitário são Camilo - Campus Espírito Santo (2004). Atualmente é professor do IFES - Instituto Federal do Espírito Santo. Tem experiência na área de informática, em ambiente de servidores Linux e Windows e infraestrutura de redes.

FÁBIA FERNANDA DA COSTA AIRES

Possui graduação em Engenharia de Produção Agroindustrial pela Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT (2011) e especialização em MBA Gestão da Qualidade e Engenharia de Produção - IPOG (2015). Possui experiência em Gestão da Produção na indústria de Beneficiamento e Empacotamento de arroz e feijão. Também possui experiência na área de consultoria em alimentos e bebidas e segmento de vestuário.

FABIO LIMA

Possui graduação em Engenharia Elétrica com ênfase em Acionamentos e Controle pela Universidade Estadual Paulista - UNESP (1998), mestrado pela Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos (2001) e doutorado pela Universidade de São Paulo - Escola Politécnica (2010). Atualmente é professor Adjunto I em tempo integral do Centro Universitário da FEI no departamento de engenharia de produção. Está vinculado ao programa de mestrado em engenharia mecânica do Centro Universitário da FEI (Área de Engenharia de Produção). É assessor científico da FAPESP e membro do IEEE. É um dos coordenadores do laboratório de Manufatura Digital da FEI atuando em temas relacionados a Manufatura Avançada.

FABRICIA SILVA DA ROSA

Possui graduação em Ciências Contábeis pela Universidade Federal de Santa Catarina (1999), mestrado e doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2002), realizou doutorado sanduíche em Contabilidade pela Universitat de València (2011) e pós-doutorado em Contabilidade pela Universidade Federal de Santa Catarina por meio do programa CAPES/PNPD (2012). Atualmente é professora adjunta da Universidade Federal de Santa Catarina. Atua como Editora Adjunta da Revista Contemporânea de Contabilidade da UFSC/Br, e Editora Associada da Revista de Contabilidad y Negócio da PUC/Perú. Tem experiência em Ciências Contábeis, atuando nos seguintes temas: contabilidade pública, contabilidade ambiental de cidades, custos no setor público, transparência e gestão fiscal.

FERNANDO AUGUSTO CUNHA PEREIRA

Graduando em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará - UEPA

FLÁVIO IZO

Possui graduação em Sistemas de Informação (2005) e Pós-Graduação em Docência do Ensino Superior (2007) pelo Centro Universitário São Camilo - Espírito Santo. Possui Mestrado Profissional em Pesquisa Operacional e Inteligência Artificial pela Universidade Cândido Mendes (2015). Autor de dois livros didáticos, atualmente é professor efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) - Campus Cachoeiro de Itapemirim-ES, atuando também como Agente de Inovação e na coordenação do Núcleo Incubador do Campus Cachoeiro de Itapemirim. Tem experiência na área de Sistemas de Informação, com ênfase em Segurança e Auditoria da Informação, Tecnologia da Informação (TI), Sistemas de Informação (SI) e Linguagens de Programação. Também atua como Professor Especialista do curso superior à distância Licenciatura em Informática.

FRANCISCO DAS CHAGAS RODRIGUES OLIVEIRA FILHO

Possui graduação em Engenharia de Produção pela Faculdade Santo Agostinho de Teresina(2012), graduação em Engenharia Civil pela Faculdade Santo Agostinho de Teresina(2015) e especialização em MBA EXECUTIVO pelo INSTITUTO DE ESTUDO EMPRESARIAIS(2016). Atualmente é SUPERVISOR DE LOGÍSTICA E MANUTENÇÃO da REDE MÁQUINAS e Professor do curso de Engenharia de Produção da Faculdade Santo Agostinho de Teresina. Tem experiência na área de Engenharia de Produção.

FRANCISCO FILIPE CUNHA LIMA VIANA

Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Maranhão. Mestrando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco. Pesquisador na área de Pesquisa Operacional com ênfase em Otimização de sistemas e Manufatura Enxuta em processos de Manutenção.

GABRIEL BERBERT MOLINA

Possui graduação em Sistemas Elétricos pelo Instituto Federal Fluminense (2014) e graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Estácio de Sá (2016). Participação no programa Ciência sem Fronteiras cursando Engenharia Elétrica na University of Wisconsin - Platteville. Possui experiência na área de manutenção industrial como estagiário na empresa TechnipFMC - Flexibras. Mestrando em Engenharia Elétrica - Sistemas de Energia Elétrica UFRJ/COPPE

GUILHERME FERNANDES DE SOUZA

Estudante de graduação em Engenharia Elétrica com previsão de formação em 2021, e também aluno de IC (iniciação científica).

GUILHERME HENRIQUE DE ASSUMPÇÃO PORTUGAL

Engenheiro de Produção pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2017). Atualmente, trabalha como analista de Processos e Compliance na Dommo Energia.

GUSTAVO ANDRE CORREA FIGUEIREDO

Graduando em Engenharia de Produção pela UNAMA (UNIVERSIDADE DA AMAZÔNIA). Atuei como monitor na disciplina mecânica dos fluidos e cálculo em 2016 e 2017 pela UNAMA e atualmente faço estágio na área da Gestão Hospitalar no hospital da HAPVIDA em Belém do PARÁ.

IAGO ANDREW DE OLIVEIRA SILVA

Graduando em Design pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e integrante do Laboratório de Experimentação em Design (LED) da Universidade Federal de Alagoas.

IANN CAVALCANTE DOS SANTOS

Graduando em Engenharia de Produção, no 7º semestre pela UNIVERSIDADE DA AMAZÔNIA - UNAMA, com cursos de extensão voltados para a área de Gestão de Projetos e ferramenta Systeme, Anwendungen, Produkte in der datenverarbeitung- SAP . Atualmente atuo como estagiário na empresa Princesa Morena M&L Locadora de veículos e Transporte.

IGOR CARLOS PULINI

Professor Titular do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES - Colatina). Mestrado em Pesquisa Operacional e Inteligência Computacional, Pós-graduação em Tecnologia de desenvolvimento de sistemas, Graduação em Ciência da Computação e Técnico em Processamento de Dados. Com Experiência em desenvolvimento de software nas áreas administrativa, financeira, contábil e produção. Temas de estudo Algoritmos genéticos, Algoritmos evolucionários com múltiplos objetivos, Análise multicritério, Otimização de processos produtivos.

IVAN JUNIO SILVA COSTA

Mestrando em Pesquisa Operacional e Inteligência Computacional pela Universidade Candido Mendes – Campos. Pós graduado em Engenharia Mecatrônica pela Universidade Católica de Petrópolis . Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade Candido Mendes – Campos. Técnico em eletromecânica pela FAETEC /RJ. Atualmente é professor na Universidade Estácio de Sá – Campos. Professor responsável pelos Laboratórios de experiências elétricas e professor responsável pelas atividades de suporte ao ENADE. Possui experiência na área engenharia elétrica. Trabalha na distribuidora de energia ENEL desde 2005, passando por diversas áreas, sendo a atual como engenheiro de projetos elétricos.

JEFFERSON CARLOS DE OLIVEIRA RIBEIRO COSTA

Aluno de Graduação do Curso de Engenharia de Produção na Universidade Federal de Pernambuco no Centro Acadêmico do Agreste em Caruaru.

JESSICA SUÁREZ CAMPOLI

Mestranda em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo (EESC-USP). Possui graduação em Ciências Econômicas (2012) pela Universidade de São Paulo (ESALQ-USP) e especialização em Administração de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas (2014). Durante a graduação realizou intercâmbio na Universidad Autónoma de Madrid (UAM), Espanha. Atualmente faz parte do grupo de pesquisa Análise de Desempenho de Sistemas Produtivos (ADESP) e atua na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Engenharia Econômica, Análise Envoltória de Dados e Economia do Desenvolvimento.

JOCIMAR BENTO LINDOZO JUNIOR

Jocimar Junior graduando em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Maranhão e Técnico em Mecânica pelo Instituto Federal do Maranhão. Habilidades em softwares de controle estatístico e projetos, além de metodologias na área de marketing, qualidade, empreendedorismo e logística. Desenvolveu projetos no ramo da qualidade, segurança e empreendedorismo. Já atuou como estagiário em marketing, monitor em Engenharia de Métodos e Gestão da Informação, atualmente atua na área Logística.

JULIANA DONATO DE ALMEIDA

Professora do Curso de Design, na área de Projeto de Produto na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU) na Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Tem experiência na área de Design, com ênfase em Projeto de Produto. Possui graduação em Desenho Industrial pela Universidade Federal de Campina Grande (2007) e Mestrado em Engenharia da Produção na Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN (2010). Atualmente é doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Materiais da Universidade Federal de Alagoas - UFAL.

JULIO TAKASHI CAVATA

Mestre em Engenharia Mecânica, área de Produção, no Centro Universitário FEI, linha de pesquisa em modelagem e manufatura avançada, graduado em Engenharia Elétrica, modalidade Eletrônica, na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 1987, e atualmente no programa de Pós Graduação em Energia da Universidade Federal do ABC em curso para doutorado em Energia. Experiência de mais de vinte cinco anos em projetos de automação industrial e controle de processos industriais. Atuando na SPI Integração de Sistemas, empresa nacional de tecnologia e inovação situada em São Caetano do Sul, no desenvolvimento de sistemas automáticos robotizados de controle de processos de manufatura, robótica, simulação digital e consultorias em processos de manufatura avançada.

KAROLYNE PEREIRA DE OLIVEIRA

Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Maranhão, experiência de mercado em indústria metalúrgica e empreendedora.

KENNEDY KELVYN RAMALHO BATISTA

Graduado em Gestão em Logística pela Universidade de Pernambuco(2017), possui curso Técnico em Logística pela Uninassau (2015). Atua como Supervisor em Logística no Hospital Universitário Oswaldo Cruz - Recife.

LAYANE NASCIMENTO DE ARAÚJO

Graduanda em Design pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Bolsista do projeto de extensão - A renda filé: design, ergonomia e inovação, do Programa Círculos Comunitários de Atividades Extensionistas (PROCCAEXT) e integrante do Laboratório de Experimentação em Design (LED), ambos da Universidade Federal de Alagoas.

LEONARDO JOSÉ DA SILVA BRITO

Acadêmico de Engenharia de Produção da Universidade do Estado do Pará - UEPA, cursando o 7º semestre.

LEONIDAS CARDOSO

Médico Anestesiologista do Hospital Universitário do Pedro Ernesto (HUPE) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Chefe do Centro Cirúrgico do HUPE. Pós Graduando em Gestão de Projetos pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

LORENNA FERNANDES LEAL

Graduanda em Engenharia de Produção pelo Departamento de Engenharia Industrial da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (DEIN/FEN/UERJ). Tem experiência na área de Gestão de Projetos, Inovação, Marketing e Mapeamento de Processos. Colaboradora no Laboratório de Engenharia e Gestão em Saúde (LEGOS/UERJ).

LOURENÇO COSTA

Possui Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Espírito Santo, Especialização e Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná e Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. É professor titular do Instituto Federal do Espírito Santo, com experiência de atuação nas áreas de Expressão Gráfica, Gestão de Processos de Negócio e Sustentabilidade Corporativa. É autor de diversos livros sobre a ferramenta AutoCAD "Utilizando Totalmente o AutoCAD".

LUANA LAGEDO SANTOS

Aluno de Graduação do Curso de Engenharia de Produção na Universidade Federal de Pernambuco no Centro Acadêmico do Agreste em Caruaru.

LUCIANA LEZIRA PEREIRA DE ALMEIDA

Possui graduação em Curso de Ciências pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras Santa Marcelina (2004), mestrado (2009) e doutorado (2012) em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Tem experiência na área de Engenharia de Materiais e Metalúrgica, com ênfase em Engenharia de Materiais e Metalúrgica, atuando principalmente nos seguintes temas: suporte cerâmico, soldagem unilateral, caracterização de materiais, cordierita, cerâmica vermelha, compósitos diamantados. Experiência em operação de equipamentos de difração de raios x e microscópio eletrônico de Varredura, com certificação SHIMADZU Solutions for Science.

LUCIANO JOSÉ DE OLIVEIRA

Graduado em Ciências e Licenciado em Matemática pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras Santa Marcelina - FAFISM (2001), especialista em Matemática pela FAFISM (2003), Mestre em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF (2005) e Doutor em Engenharia e Ciência dos Materiais pela UENF (2009). Pós-doutorado em Processamento, Caracterização e Testes de Ferramentas à Base dos Materiais de Alta Dureza pela UENF (2012). Experiência em docência, pesquisa e desenvolvimento de projetos. Leciona nas áreas de matemática aplicada, estatística, engenharia de materiais e metalurgia, engenharia de produção, engenharia de petróleo e engenharia mecânica. Professor adjunto do Instituto de Ciências da Sociedade - ICM - da UFF.

LUCIANO LESSA LOR EN ZONI

Possui graduação em Matemática pela Universidade Federal do Espírito Santo (1991), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Espírito Santo (1996) e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Espírito Santo (2003). Atualmente é professor do Instituto Federal do Espírito Santo. Tem experiência na área de Matemática Aplicada com ênfase em Pesquisa Operacional e Modelagem Matemática na Educação Matemática. Também atua no EDUCIMAT - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática do IFES.

MARCILON FONSECA DE LIMA

Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás em 2017. Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Goiás em 1987. Professor na Escola de Engenharia da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, onde ensina Administração e Finanças para Engenharia para os cursos de Engenharia Civil, Engenharia Ambiental, Engenharia de Alimentos, Engenharia Elétrica e Engenharia de Automação e Controle e também ministra Eletricidade e Instalações Elétricas para o curso de Engenharia Civil. Ampla experiência em planejamento, controle e gestão de contratos de engenharia. Especialista em Gestão de Projetos e em Gestão de Turismo.

MARTIUS VICENTE RODRIGUEZ Y RODRIGUEZ

Martius Vicente Rodriguez y Rodriguez é Diretor das Faculdades de Administração e Ciências Contábeis, Empreendedorismo e Gestão; Presidente do Conselho Fiscal da Fundação Euclides da Cunha; Pós-doutor em Gestão do Conhecimento pela UFRJ/Harvard Business School; Master Executive pelo MIT/SLOAN; participou do projeto RITLA/UNCTAD de Inclusão Digital no Brasil e América Latina; é Doutor em Gestão Tecnológica pela COPPE/UFRJ; Mestre em Ciências em Computação de Alto Desempenho pela COPPE/UFRJ; atuou como Presidente da Comissão de Petróleo e Gás da CAERJ ? Câmara de Comércio do Estado do RJ; atuou como Assistente Executivo da área de Gás e Energia da Petrobras, Gerente de Planejamento e Avaliação em RH da PETROBRAS; Gerente de Desenvolvimento Gerencial e da Gestão Empresarial da Universidade PETROBRAS; Professor Associado da UFF/Departamento de Administração; Coordenador do MBA em Logística pela UFF/Administração; Orientou mais de 80 monografias, dissertações de mestrado e teses doutorado; Participou em mais de 200 bancas de final de curso, de mestrado e de doutorado; Fundador do GIGCI - Grupo Interativo de Gestão do Conhecimento e Inovação; Autor e coautor de mais de 120 artigos, publicados no país e exterior. Autor e/ou Organizador dos livros: Gestão do Conhecimento e Inovação nas Empresas, Ed. Qualitymark, 2011; Administração Elementos Essenciais, Ed. Atlas, 2010; Gestão Empresarial, QualityMark, RJ, 2006., Gestão do Conhecimento, IBPI, RJ, 2001; Tecnologia de Informação e Gestão Empresarial, E-Papers/UFF, RJ, 2000; Information Technology in the 21st Century: Managing the Change, editado pelo WIT - Inglaterra, 1996; Tecnologia de Informação e Mudanças Organizacionais, IBPI/COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, 1995.

MATHEUS MAURICIO DE SOUZA ARAUJO

Bacharel em Sistemas de Informação pelo Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Cachoeiro de Itapemirim

MOACYR REIS NETO

Formado em Administração com ênfase em comércio exterior e Especialização em Engenharia de Produção pelo IFES. Mais de uma década de experiência na área de produção, sendo mais da metade anos desenvolvendo melhorias operacionais aplicando os conceitos do Lean Production em empresa global de grande porte.

MOISÉS DUARTE FILHO

Professor de Ensino Superior. Engenheiro de Controle e Automação. CREA-RJ 2012112140/D. Mestre em Engenharia de Produção - UENF (Campos/RJ) Professor de Ensino Superior na Universidade Estácio de Sá, unidade Campos dos Goytacazes/RJ. Área: Engenharia Elétrica. (Fevereiro/15-ATUAL)

MÔNICA FRANK MARSARO

Possui Mestrado e é doutoranda em Engenharia de produção pela Universidade Federal de Pernambuco, professora Assistente 1 da Universidade Estadual do Maranhão. Pesquisadora na área de Pesquisa Operacional, com ênfase em Análise de Decisão Multicritério e Confiabilidade.

NAZIME SALES FILHO

Possui graduação em Licenciatura em Matemática pela Universidade do Estado de Mato Grosso (2009) e mestrado em Matemática Aplicada e Computacional pela UNICAMP (2015). Atualmente é docente da Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT. Principais interesses: pesquisa na área de Matemática Aplicada, Modelagem Matemática, Novas Tecnologias e Ensino.

NICOLE FRANK MACHADO

Nicole Frank Machado é graduanda em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Maranhão. Participou de pesquisa científica na área de Pesquisa Operacional com ênfase no problema do Mix de Produção. Possui habilidades em softwares de gestão de manutenção e de projetos assim como, experiência em Planejamento e Controle da Manutenção.

OSMAR DOMINGUES

Possui Doutorado em Administração (2008) e Mestrado em Administração (2001) pela FEA - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo e Graduação em Ciências Econômicas pelo Instituto Municipal de Ensino Superior de São Caetano do Sul - IMES/USCS (1978). É Professor Doutor Adjunto da Universidade Federal do ABC, vinculado ao Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas - CECS (2009-Atual). Foi Coordenador do Índice de Preços ao Consumidor do ABC, calculado pelo Instituto de Pesquisas da USCS(IMES) no período de dezembro de 1993 a janeiro de 2001 e coordenou o projeto de pesquisa para a elaboração do Índice Regional de Qualidade de Vida Urbana para a Região do ABC no período de setembro/2004 a março de 2008.

OSMAR VERAS ARAUJO

Osmar Veras Araujo, DSc. Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Pernambuco (1994), Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco (2001 e 2008, respectivamente). É Professor do curso de Engenharia de Produção na UFPE. Exerceu cargos de Supervisão e Gerência nas áreas de produção e logística em empresas industriais no Recife-PE e Aracaju-SE. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Gestão da Produção, Logística Integrada e Pesquisa Operacional.

PEDRO GALAXE PIMENTEL

Graduando em Engenharia de Produção na Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), trabalhei 1 ano e 7 meses na empresa júnior de engenharia da UERJ, Hidros Consultoria, 1 ano como consultor de projetos, fazendo projetos, negociando com clientes, mapeando processos e 7 meses como gestor de projetos, liderando uma equipe, atualizando indicadores, fazendo planos de ação, trabalhando com metas, melhorando a proposta comercial e aumentando a carta de serviços da gerência.

PRISCILLA BORGES DE FREITAS RODRIGUES

Mestra em Engenharia de Produção e Sistemas pela PUC Goiás. Especialista em gerenciamento de projetos pelo Instituto de Pós graduação, graduação em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (2008). Atualmente é professora da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Engenharia Civil, atuando principalmente nos seguintes temas: materiais de construção civil e planejamento e controle de obras.

PRISCILLA DE OLIVEIRA SALES

Graduanda em Engenharia Civil na Faculdade Paraíso do Ceará, sexto período.

RAFAEL ROQUE DINIZ

Engenheiro de Materiais e Manufatura na Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo (EESC-USP), com parte da graduação concluída na The University of Texas at El Paso (UTEP) nos Estados Unidos como bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Realizou o trabalho "A EFICIÊNCIA DOS PRINCIPAIS PAÍSES PRODUTORES DE PAPEL E CELULOSE PARA ECONOMIA CIRCULAR" como Trabalho de Conclusão de Curso.

RAPHAEL VASCONCELLOS LUDOVICO DE ALMEIDA

Graduado em Engenharia Civil – Pontifícia Universidade Católica de Goiás concluído em 2017. Estágio na Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos – Departamento de Projetos. Intercâmbio na Universidade Técnica de Kaiserslautern, Alemanha (Ciências sem Fronteiras – CAPES/CNPQ) de julho de 2015 a julho de 2016. Estágio na Pontifícia Universidade Católica de Goiás – Seção de Manutenção e Obras realizando as atividades: fiscalização de obras e serviços, acompanhamentos de serviços de manutenção na universidade, elaboração de escopos de serviços e planejamento.

RICARDO REOLON JORGE

Doutor e mestre em administração de empresas pela Fundação Getúlio Vargas de São Paulo - Departamento de Administração da Produção e de Operações - POI, MBA pela The University of Texas at Austin, engenheiro e técnico eletrônico. Apresentou trabalhos de pesquisa em congressos de operações : POMS (Canadá, 2010), EUROMA (Suécia, 2009) e SIMPOI (Brasil, 2009). Desenvolve pesquisa acadêmica sobre a transmissão de risco de crédito entre empresas no contexto de cadeias de suprimentos e sobre inovações em empresas. Professor da Universidade Federal do ABC - UFABC.

RODOLFO BENEDITO DA SILVA

Possui graduação em Engenharia de Produção Agroindustrial pela Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT (2010), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS (2014), onde atualmente também é doutorando em Engenharia de Produção. Atualmente é professor da Universidade Federal de Mato Grosso. Tem experiências na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Planejamento e Controle da Produção (PCP), Logística, Pesquisa Operacional e métodos quantitativos aplicados à Gestão da Produção.

RODRIGO BOMFIM MADEIRA

Graduando em Engenharia de Produção pelo Departamento de Engenharia Industrial da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (DEIN/FEN/UERJ). Tem experiência na área de Inovação, Mapeamento de Processos e Gestão Financeira.

RODRIGO GODOY DE LIMA

Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Experiência em Engenharia de Processos de Negócio, Gestão da Qualidade e Gestão Estratégica com atuação na Rede Globo de Comunicação.

RODRIGO PROPICIO CARNEIRO FILHO

Graduando em Engenharia Civil pela PUC Goiás. Estagiário de suprimentos e inteligência de mercado com experiência em estudo de viabilidade de incorporações.

ROQUEMAR DE LIMA BALDAM

Doutorado em Engenharia de Produção. Tem experiência prática na implantação em organizações Privadas e Públicas, nas áreas de Pesquisa, Processos, Projetos, Gerenciamento Eletrônico de Informação, Gestão do Conhecimento, Ferramentas para racionalização do trabalho. Certificado PMP (Project Management Professional), CBPP (Certified Business Process Professional) e CDIA+ (Certified Document Imaging Architect+).

ROSETE DE ANDRADE

Rosete de Andrade é mestre em Sistemas de Gestão pela Universidade Federal Fluminense, especialista em Gerenciamento de Projetos (FGV Rio, 2008) e graduada em Ciências Econômicas (UFSC, 1990). Possui larga experiência na área de Gestão de Pessoas. Atua no Colégio Pedro II desde 1990 como gerente de Planejamento da área de Gestão de Pessoas, responsável pela gestão da comunicação, pela formação, capacitação e acompanhamento das equipes de atendimento nas 14 unidades do Colégio, pela Elaboração e coordenação do programa de avaliação de desempenho dos servidores e pela criação e implemento de ferramentas para agilidade dos processos. Atuou na Associação Internacional de Educação Continuada (AIEC) na atividade de tutoria do curso de Graduação em Administração, no polo do Rio de Janeiro (RJ), no período de 2006 a 2016.

RUAN LEAL DOS SANTOS ALVES

Ruan Leal, graduando em Engenharia de produção pela UNIVERSIDADE DA AMAZÔNIA. Passei por atuação no desenvolvimento de planos de cargos de salários e e no desenvolvimento de inventário de estoque em uma empresa localizada na Cidade de Belém do PARÁ.

SAMUEL CORREIA PEREIRA

Graduando em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará - UEPA

SÁVIO DE BRITO FONTENELE

Possui graduação em Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade Regional do Cariri (2006), mestrado (2010) e doutorado (2015) em Engenharia Agrícola, área de concentração: manejo e conservação de água e solo no semiárido, pela Universidade Federal do Ceará. Atualmente é docente da Faculdade Paraíso do Ceará. Tem experiência na área de hidrologia, hidrogeologia, sistema de informações geográficas e modelagem matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: modelagem hidrológica aplicada a gestão de recursos hídricos, sistema de informações geográficas aplicado a gestão pública e gestão ambiental..

SERGIO DE ZEN

Possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade de São Paulo(1991), mestrado em Ciências (Economia Aplicada) pela Universidade de São Paulo(1997) e doutorado em Ciências (Economia Aplicada) pela Universidade de São Paulo(2002). Atualmente é Professor Doutor da Universidade de São Paulo, pesquisador do Cepea/Esalq-USP, revisor de periódico da Revista de Economia e Sociologia Rural (RESR)/Sober e revisor de periódico da Revista Economia e Política Agrícola. Tem experiência na área de Economia, com ênfase em Economias Agrária e dos Recursos Naturais.

SHIRLEY MARTINS MENEZES

Possui Mestrado em Engenharia de Produção, na área de concentração de Gestão de Sistemas Agroindustriais pela Universidade Federal de São Carlos - UFSCar/Brasil, MBA em Gestão Empresarial pelo Instituto de Aperfeiçoamento Tecnológico - IAT/UNICEP/Brasil e Graduação em Processamento de Dados pela Faculdade de Tecnologia Americana, FATEC/Brasil. É pesquisadora do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA, ESALQ/USP e Gestora Operacional da equipe pecuária bovina de corte. Participa da elaboração dos indicadores de preços pecuários e das análises sobre o setor. Desenvolve estudos ligados à gestão da cadeia de suprimentos, englobando questões de tomada de decisão, mercadológicas, tributárias, institucionais, dentre outras.

SIMONE VELOSO SILVA

Atualmente é Bacharelanda em Engenharia de Produção na Faculdade Santo Agostinho. Bolsista na Empresa Júnior da Faculdade Santo Agostinho, participante do PIBIC na Faculdade Santo Agostinho e estagiária na Empresa Rede Máquinas LTDA em Teresina-PI.

STEFFANE LUIZA COSTA NEVES

Graduanda em Design pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Bolsista do projeto de extensão - A renda filé: design, ergonomia e inovação, do Programa Círculos Comunitários de Atividades Extensionistas (PROCCAEXT) e integrante do Laboratório de Experimentação em Design (LED), ambos da Universidade Federal de Alagoas.

TALITA DA CONCEIÇÃO DIAS MARTINS

Talita da Conceição Dias Martins é graduanda em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Maranhão. Atualmente é analista de Gestão da Qualidade em uma fábrica de farinha de trigo.

TAMARA SAMPAIO ALVES DE LIMA

Graduanda em Engenharia de Produção pela Faculdade Paraíso do Ceará - FAP. 2019.1

THAÍS SPIEGEL

Doutora e Mestre em Engenharia de Produção pela COPPE/UFRJ. Graduada em Engenharia de Produção pela Escola Politécnica da UFRJ. Professora Adjunta da Faculdade de Engenharia da UERJ. Pesquisadora e coordenadora do Laboratório de Engenharia e Gestão em Saúde (LEGOS/UERJ). Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Projeto Organizacional, Modelos de Gestão e Referência, Tomada de decisão, Engenharia de Processos de Negócio e Logística e Gestão da Cadeia de Suprimentos.

THALMO DE PAIVA COELHO JUNIOR

Professor Titular do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) e docente permanente no Programa de Pós-Graduação em Gestão Pública da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), é Doutor em Engenharia de Produção pela COPPE/UFRJ'2003 (Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro), Mestre em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela COPPE/UFRJ'1997 e Especialista em Educação Tecnológica pela UFES'1997 (Universidade Federal do Espírito Santo), bem como Especialista em Didática e Pedagogia pela UFES'1993. Graduiu-se em Engenharia Metalúrgica pela UFF'1988 (Universidade Federal Fluminense).

THAYANNE ALVES FERREIRA

Thayanne Alves Ferreira é Engenheira de Produção pela Universidade Federal do Ceará e Mestrado em Logística e Pesquisa Operacional pela Universidade federal do Ceará. Cursando Doutorado em Engenharia de Produção na Universidade Federal de Santa Catarina. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, Logística, com ênfase em melhoria do processo. Atualmente é professora da Universidade Estadual do Maranhão no Curso de Engenharia de Produção.

THIAGO BARRETO DE OLIVEIRA LIMA

Atualmente (Dezembro de 2017), Estudante de Engenharia de Produção na UERJ matriculado em 2014.2 e Estagiário na Agência Estadual de Fomento do Rio de Janeiro, empregado em Novembro de 2016. Experiência como membro de empresa júnior (Hidros Consultoria - UERJ) entre 2015 e 2016.

VICTOR ARAÚJO DOS SANTOS

Graduado em Administração (B.Sc.) pela Universidade Federal Fluminense (2016), cursando Ciências Contábeis (UFF, 2017). Durante a graduação, atuou como estagiário no departamento financeiro e no departamento de compras de diferentes empresas privadas. Tem experiência em Administração, Controladoria, Finanças e Compras/Sourcing. Atuou dois anos na função de monitor da disciplina Métodos e Processos, . Atualmente, exerce a função de Instrutor de cursos de nível técnico nas áreas de Administração e Logística, lecionando as disciplinas de Gestão da Cadeia de Suprimentos, Empreendedorismo, Economia e Mercado e Métodos e Técnicas Administrativas.

YVELYNE BIANCA IUNES SANTOS

Doutora em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia pelo Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará. Mestre em Engenharia Civil, pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro- PUC/RJ. Professora dedicação exclusiva da Universidade do Estado do Pará- UEPA. Pesquisadora nas áreas de sustentabilidade e otimização de processos produtivos. Membro do Grupo de Pesquisa Núcleo de Pesquisa Aplicada ao Desenvolvimento Regional (NUPAD) e do Grupo Gestão de Sistemas Logísticos e de Sistemas Produtivos para o Desenvolvimento Regional.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-93729-54-6

9 788593 729546