



# GESTÃO DA PRODUÇÃO EM FOCO

# 26



Editora Poisson

Editora Poisson

# Gestão da Produção em Foco Volume 26

1ª Edição

Belo Horizonte  
Poisson  
2019

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

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

Ms. Davilson Eduardo Andrade

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

Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G393

**Gestão da Produção em Foco - Volume 26/  
Organização Editora Poisson - Belo  
Horizonte - MG: Poisson, 2019  
230p**

**Formato: PDF**

**ISBN: 978-85-7042-035-0**

**DOI: 10.5935/978-85-7042-035-0**

**Modo de acesso: World Wide Web**

**Inclui bibliografia**

**1. Gestão 2. Produção. 3. I. Título**

CDD-658

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

Baixe outros títulos gratuitamente em [www.poisson.com.br](http://www.poisson.com.br)

[contato@poisson.com.br](mailto:contato@poisson.com.br)

# Sumário

<b>Capítulo 1:</b> Aplicação da metodologia dmaic para a redução de tempos na perfuração de poços.....	7
Lais Gomes Barbosa da Silva, Duan Vilela Ferreira, Luiz Henrique Ramos da Silva Filho, Eliabe Vitória Nascimento, Tereza Raquel Cezar Viana de Andrade	
<b>Capítulo 2:</b> Prevenção de perdas e o uso de novas tecnologias para o ramo supermercadista .....	23
Magnólia Greskoviak, Leandro Dorneles dos Santos	
<b>Capítulo 3:</b> Gestão da manutenção no setor de produção de açúcar em uma indústria sucroalcooleira .....	40
Antonio Leonardo Barbosa de Souza, Daysianne Braga Fernandes, Jaime Soares dos Santos, Jeisiely da Cruz Silva, Júlio Inácio Holanda Tavares Neto	
<b>Capítulo 4:</b> Gestão de estoques: Estudo de caso em um laboratório de análise clínica na cidade de São Luís – MA .....	48
Dandara Lisiane Dourado dos Santos, Eunice Paraguassu Moura, Rita de Cassia Carvalho Mattos Rafael, Carlos Alberto dos Santos Lira	
<b>Capítulo 5:</b> Um estudo bibliométrico e cienciométrico sobre inovação disruptiva no contexto da engenharia de produção .....	56
Ana Carolina Cintra Faria, Sanderson Cesar Macedo Barbalho	
<b>Capítulo 6:</b> Otimização produtiva de setup através de organização e sequenciamento padronizado.....	67
João Pedro Giancoli, João Vitor Oliveira Melo, Joyce Teofilo Martins, Lucas de Bona Fonseca	
<b>Capítulo 7:</b> Modelo matemático para demanda potencial dos portos brasileiros: Um panorama no agronegócio .....	83
Mayumi Pacheco Hamaoka, Silvia Araújo dos Reis	
<b>Capítulo 8:</b> Desenvolvimento de um extensômetro para ensaio mecânico de tração .....	98
Gabriel de Moura Reis, Reinaldo José Tonete, Rodrigo Bíscaro Nogueira	

# Sumário

**Capítulo 9:** Utilização de óleo residual para fabricação de sabão: ênfase na redução de resíduos e análise de estatística da qualidade em um campus universitário. 110

Edinara Adelaide Boss, Matheus Bocalete Millan, Klaus Henrique Soares

**Capítulo 10:** Otimização do sistema de iluminação das salas de aula em uma faculdade de Belém ..... 119

Eduardo Lopes dos Reis, Mateus Silva Ataidés, Elenildo Barros da Silva

**Capítulo 11:** O problema do caminho mais curto aplicado em uma empresa do ramo de jornais ..... 127

Larissa Cristina de Souza, Gabriel Gonçalves Viana, Yudi Matsuguma Yoshida, Lucas Francisco Tellaroli, Stella Jacyszyn Bacheга

**Capítulo 12:** O impacto de uma grande indústria no crescimento e desenvolvimento da cidade de Miraguaí/RS..... 136

Carine Lima Silva, Kassia Dall Asta, Larissa Bonafé, Rafael Rudolfo Kreutz, Pedro Henrique Muller Amorim

**Capítulo 13:** Análise da aplicação da logística reversa de resíduos no serviço de saúde: um estudo de caso em um hospital público de grande porte do Distrito Federal ..... 147

Isabella Rodrigues Oliveira de Sousa, Sílvia Araújo dos Reis

**Capítulo 14:** Mapeamento e avaliação de práticas de desenvolvimento sustentável nos projetos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) Campus Macaé ..... 157

Victória Fernandes da Silva, Isabella Arlochi de Oliveira, Bruno Neves Amado, Luan Santos

**Capítulo 15:** Avaliação da pegada hídrica de importação na gestão de recursos hídricos dos estados da região Nordeste do Brasil ..... 166

Rodolfo José Sabiá, Thais Aparecida Ribeiro Clementino, Luis Gabriel de Alencar Alves, Caio Vinicius de Araujo Ferreira Gomes

**Capítulo 16:** Avaliação da pegada hídrica no consumo da merenda escolar em escolas públicas de Juazeiro do Norte ..... 174

Rodolfo José Sabiá, Mariane Leite de Souza, José Geraldo de Souza Silva, Andresa Dantas de Araújo, Layanne Nara Parente Cardoso

# Sumário

**Capítulo 17:** Avaliação mecânica e microestrutural de ligas do sistema cuaimn passíveis do efeito memória de forma submetidas a tratamento do crescimento anormal de grão ..... 184

Enilson de Sousa Costa, Carlos Cássio de Alcântara, José Joelson de Melo Santiago

**Capítulo 18:** ISO 55000 precursora da qualidade na indústria 4.0 ..... 191

Carolina Aquino Ramponi Sena, Roberta Araújo de Jesus, Fernanda Pereira Lima, Jéssica de Assunção Pereira, Joaquim José Duarte Neto

**Capítulo 19:** Projeto de adequação das condições ergonômicas do setor de corte de uma indústria têxtil do estado da paraíba: uma abordagem baseada nas metodologias RARe E AHP ..... 198

Vinícius Nascimento Araújo, Andresa Dantas de Araújo

**Capítulo 20:** Aplicação do método owas como ferramenta para análise ergonômica no setor de recepção de uma empresa situada em Aracaju ..... 211

João Ricardo Correia Andrade, Luciana Barretto Lima Gusmão, Luyne Lobão da Mota

**Autores:** ..... 219

# Capítulo 1

## APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC PARA A REDUÇÃO DE TEMPOS NA PERFURAÇÃO DE POÇOS

*Lais Gomes Barbosa da Silva*

*Duan Vilela Ferreira*

*Luiz Henrique Ramos da Silva Filho*

*Eliabe Vitória Nascimento*

*Tereza Raquel Cezar Viana de Andrade*

**Resumo:** A busca pela melhoria da qualidade visando a sobrevivência no mercado competitivo tornou-se fator crítico para obter a satisfação dos clientes e das partes interessadas. Assim, o investimento em técnicas de gestão que visam a otimização de processos e redução de custos tornou-se uma necessidade. Neste sentido, o método DMAIC, originado da metodologia seis sigma, é considerado uma ferramenta eficaz ao se tratar de encontrar soluções para os problemas identificados em um processo. O presente trabalho apresenta a aplicação da metodologia DMAIC no processo de perfuração de poços visando comprovar a aplicabilidade do método. O estudo de caso aborda a realidade atual do processo de perfuração de poços com foco na redução de tempos perdidos e no aumento do desempenho operacional. Após a aplicação das ferramentas tem-se como resultado o aumento projetado da eficiência em 11,52%, e como consequência a redução de 50% de custos relacionados à paradas da operação.

**Palavras-chave:** Perfuração, Metodologia DMAIC, Otimização de Processos

## 1. INTRODUÇÃO

Com a grande competitividade do mercado no cenário atual as empresas buscam cada vez mais a melhoria dos processos visando a redução de custos, conseqüentemente o aumento da lucratividade e a satisfação do cliente. Pode-se considerar que a busca pela perfeição nos processos é fator crítico para o sucesso de uma empresa.

Com o objetivo de alcançar os requisitos exigidos pelos consumidores as empresas buscam estratégias e modelos diferenciados. A metodologia Seis Sigma, de acordo com Werkema (2011) é uma estratégia gerencial que tem como objetivo aumentar expressivamente a eficiência e lucratividade das empresas através da melhoria da qualidade dos produtos ou processos, e conseqüentemente maior satisfação dos consumidores.

No Brasil, o interesse pelo Seis Sigma vem aumentando a cada dia. A pioneira na aplicação foi o grupo Brasmotor, que obteve grande retorno a partir dos primeiros projetos concluídos. Atualmente outras empresas estão utilizando o Seis Sigma no país, como a Votorantim, Vale, Brahma, GE Plastics, Grupo Gerdau, ALL, Fiat Automóveis, entre outras.

De acordo com Werkema (2012) o seis sigma utiliza ferramentas estatísticas clássicas por meio de um método de solução de problemas conhecido como o DMAIC, que segue cinco etapas: Definir (D - Define), Medir (M - Measure), Analisar (A - Analyze), Melhorar (I - Improve) e Controlar (C - Control). As etapas são executadas visando seguir uma direção definida.

O processo de perfuração de poços envolve diversos fatores que contribuem para a ocorrência de altos custos e oscilação no desempenho operacional. Visando reduzir a variação do desempenho do processo e cortar o desperdício, a aplicação do modelo DMAIC na perfuração de poços ajudará a reduzir os enormes custos associados a esta atividade, além de aumentar e manter o desempenho.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo a aplicação da metodologia DMAIC e das suas principais ferramentas em uma mineradora em Sergipe, visando a redução de tempos perdidos e o aumento da eficiência operacional do processo.

## 2. BASE CONCEITUAL

### 2.1. CONTROLE DE QUALIDADE

O controle de qualidade moderno iniciou-se em meados de 1930 nos Estados Unidos. No entanto, a aplicação teve maior visibilidade na Segunda Guerra Mundial, sendo possível a produção de suprimentos militares de qualidade, menor preço e grande quantidade, atendendo as necessidades e as condições da guerra. (WERKEMA, 2011)

Definindo o termo "qualidade", werkema (2011) afirma que é um bem ou serviço que atende de forma confiável, acessível e segura as necessidades do cliente. Em confirmação, Porsale (2014) diz que qualidade é o atendimento a todos os requisitos exigidos que tornam um bem ou serviço totalmente adequado para o fim que foi concebido.

De acordo com Werkema (2014), todos os processos de produção apresentam variabilidade (dispersão ou variação) devido a diversos fatores. Ribeiro e Caten (2012) afirmam que essas variações podem ocorrer por pequenas diferenças peça a peça (habilidade do operador/prestador de serviço, diferenças na matéria-prima, entre outros), alterações no processo (desgaste de máquinas e ferramentas, condições climáticas) e alterações bruscas no processo (mudança no procedimento padrão, queda de corrente, setup etc.).

Visto que as variações em um processo são inevitáveis, Marshall Junior et al. (2012) afirmam que o problema não é a variação em si, e sim mantê-las nos limites aceitáveis. A necessidade do controle de processo foi o ponto de partida para o desenvolvimento de técnicas estatísticas e de controle da qualidade.

Nesse contexto, as empresas procuram aplicar uma gestão de qualidade cada vez mais eficiente e visam a melhoria contínua dos processos. Para isso, são aplicados modelos com intuito de oferecer uma qualidade diferenciada, como o seis sigma e o modelo DMAIC.

### 2.2. A METODOLOGIA SEIS SIGMA

Segundo Rodrigues (2013), o objetivo da estratégia seis sigma tem como base agregar valores ao processo ou produto visando a satisfação do cliente, por meio da redução de custos do processo. A aplicação da metodologia é feita a partir da elaboração de

projetos que utilizam técnicas estatísticas para a medição e acompanhamento do desempenho da empresa. Reis (2016) afirma que o seis sigma não propõe uma nova metodologia, e sim estabelece projetos para melhoria e soluções de problemas.

Sigma representa desvio padrão, e é uma medida do nível de qualidade de um processo. Quanto menor o desvio padrão, melhor o processo. A escala sigma é um meio de medir o nível de qualidade, e quanto maior, melhor. Utilizando essa escala, seis sigma significar aceitar como limite máximo 3,4 defeitos por um milhão de oportunidades. (JUNIOR, 2011)

Vale destacar os principais benefícios do Seis Sigma: processo uniforme em relação à saída dos produtos; redução de defeitos e de custos; aumento da produtividade; mudança de cultura de gestão; satisfação do consumidor e conseqüentemente o aumento do volume de vendas. (RODRIGUES, 2013)

A média de nível de qualidade utilizada nas empresas pelo mundo é entre três e quatro sigma. Segue tabela de comparação entre 3,8 sigma e o 6 sigma. As vantagens do foco no Seis Sigma aparecem na tabela 1 que mostra as diferenças entre processos  $3,8\sigma$  (padrão usual das melhores empresas) e  $6\sigma$ , de acordo com Wekerma (2012):

Tabela 1- Comparação entre o padrão atual das boas empresas ( $3,8\sigma$ ) com o Seis  $\sigma$

99% Bom/Conforme ( $3,8\sigma$ )	99,99966% conforme (Seis Sigma)
20.000 artigos perdidos de correio por hora	7 artigos perdidos de correio por hora
2 aterrissagens curtas ou longas nos principais aeroportos todos os dias	1 aterrissagem curta ou longa nos principais aeroportos a cada cinco anos
200.000 prescrições de medicamentos incorretos por ano	68 prescrições de medicamentos incorretos por ano
11,8 milhões de ações indevidamente negociadas na NYSE todo dia	4.021 de ações indevidamente negociadas na NYSE todo dia
7 horas de falta de energia elétrica por mês	1 hora de falta de energia elétrica a cada 34 anos
5.000 operações cirúrgicas incorretas por semana	1,7 operação cirúrgica incorreta por semana
3 pedidos de garantia para cada automóvel novo	1 pedido de garantia para cada 980 automóveis novos
3.000 cartas extraviadas para cada 300.000 cartas postadas	1 carta extraviada para cada 300.000 cartas postadas
48.000 a 96.000 mortes atribuídas a erros hospitalares todo ano	17 a 34 mortes atribuídas a erros hospitalares todo ano
15 minutos de fornecimento de água não potável por dia	1 minuto de fornecimento de água não potável a cada sete meses

Fonte: adaptado de Wekerma (2012)

Dentre as metodologias aplicadas no processo de implantação do Seis Sigma, a mais utilizada é o DMAIC, que é um dos segredos do sucesso do Seis Sigma. O DMAIC se divide nas etapas Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar.

### 2.2.1. O MODELO DMAIC

O seis sigma é uma metodologia que funciona acompanhada de alto comprometimento e disciplina. Para alcançar os resultados desejados utilizam-se ferramentas estatísticas clássicas seguindo o passo a passo do DMAIC, que é um método de solução de problemas de sequência lógica e eficaz.

A seguir tem-se a descrição das etapas, de

acordo com Reis (2005):

- D - Define (Definir): Definir com precisão o escopo do projeto e o que deve ser considerado como defeito, formar a equipe para atuar no projeto além de estimar o impacto econômico;
- M - Measure (Medir): Determinar a localização e o foco do problema por meio da análise dos dados da atual operação e os indicadores de desempenho; definir as variáveis de entrada e de saída, além de mapear e analisar o processo;
- A - Analyze (Analisar): Determinar as causas do problema prioritário, procurando as fontes de variabilidade que interferem no desempenho de forma crítica;

- I - Improve (Melhorar): Propor, avaliar e implementar soluções para o problema prioritário, buscando eliminar os efeitos das principais fontes de variabilidade;
- C - Control (Controlar): Garantir que o alcance da meta seja mantido a longo prazo, por meio do desenvolvimento de mecanismos para manter o nível máximo de desempenho, além de monitorar as novas condições do processo.

Em resumo, o DMAIC tem maior foco na etapa de investigação das causas raízes das variações do processo por permitir a utilização de ferramentas estatísticas. Além disso, proporciona as empresas o desenvolvimento de projetos para aumentar a satisfação do cliente, aumentar a receita, reduzir custos fixos e variáveis.

### 2.3. PROCESSO DE PERFURAÇÃO DE POÇOS

Para que seja possível fazer a exploração de uma reserva que geralmente é encontrada em bolsões profundos (terrestre ou marítimo) é necessário de três macro passos: Prospecção, perfuração e exploração. Inicialmente é feita a prospecção geológica a análise detalhada do solo e subsolo para a localização da jazida. Com as jazidas encontradas segue-se para a etapa de perfuração, e por fim há a exploração para o devido processamento e consumo.

De acordo com Thomas (2011), a perfuração de um poço é realizada através de uma sonda. Na perfuração rotativa as rochas são perfuradas através da rotação de uma broca localizada na extremidade de uma coluna de perfuração. A rotação é transmitida da superfície pelo top drive ou mesa rotativa para a coluna, que gira a broca para a execução da perfuração. Além de girar a broca, a coluna também tem função de aplicar peso sobre a mesma e conduzir o fluido de perfuração no processo.

Ao atingir uma certa profundidade (chamada de primeira fase), a coluna de perfuração é retirada do poço e em seguida é inserida uma coluna de revestimento, que tem diâmetro menor que o da broca. O espaço entre o tubo de revestimento e as paredes do poço é cimentado para que se obtenha a fixação e vedação eficientes. Após a cimentação a coluna de perfuração desce novamente, tendo uma broca de diâmetro menor para a

perfuração da segunda fase, e assim por diante. (THOMAS, 2011)

#### 2.3.1. TEMPOS PERDIDOS NA PERFURAÇÃO DE POÇOS

São classificados como tempos perdidos ou downtime todo o tempo de sonda sem avanço de perfuração do poço, devido a quebra de equipamentos, paradas por condições adversas, paradas para reparo, acidentes de trabalho, falha humana, entre outros. O tempo paralisado acarreta em altos custos, desperdício de tempo, baixa confiabilidade, ineficiência, entre outros fatores indesejáveis. (JÚNIOR, 2008)

Durante o processo de perfuração são coletados dados da operação diariamente por meio de boletins ou sistemas eletrônicos. A partir das informações é possível verificar as principais ocorrências de parada e quantificar o tempo perdido.

O principal impacto se deve nos custos elevados, já que operação parada significa aluguel de sonda e de equipamentos, além dos altos custos de reparo, substituições de peças e equipamentos, e outras manutenções. De acordo com Thomas (2011) os principais tipos de tempos perdidos são:

- Espera por material: Causados por falha de logística, falha de planejamento de materiais necessários, falta de comunicação e falta de controle de materiais e estoque mínimo para peças críticas.
- Quebra de equipamentos: Por estarem sujeitos a condições adversas e por serem de uso constante durante a operação os equipamentos estão sujeitos a ocorrência de falhas. Caso as falhas sejam em equipamentos críticos para a perfuração, é necessário que a operação seja paralisada para o reparo.
- Coluna presa: A prisão da coluna pode ocorrer devido ao diferencial de pressão entre o poço e a formação (geológica) através do mecanismo de sucção. Este problema é mais propício a ocorrer em poços direcionais devido ao contato da coluna com a parede do poço.
- Operações não planejadas: Ocorrem devido a problemas totalmente imprevisíveis como condições do poço (características geológicas) ou perda de fluido para o meio, entre outros.

### 3. METODOLOGIA

De acordo com Gerhardt e Silvera (2009), uma pesquisa exploratória pode ser classificada como estudo de caso. Severino (2013) diz que esta se refere a um estudo que parte de um problema sem solução definida e exige que se analise os dados e evidências, além de desenvolver argumentos e propor soluções para tal. Dessa forma este trabalho apresenta tais características.

As técnicas utilizadas para a seleção da amostra e coleta de dados devem ser corretas e embasadas para que o estudo tenha confiabilidade. O sujeito estudado consiste no processo de perfuração de poços de uma empresa mineradora em Sergipe e como amostra foram utilizados 18 poços perfurados entre 2015 e 2016.

Os dados foram coletados por meio de Boletins Diários de Perfuração (BDP) fornecidos pela equipe de perfuração, e através de observações do processo. As análises das informações recebidas foram feitas baseadas no referencial teórico deste trabalho. Além disso, também foram colhidas informações da equipe envolvida no processo para melhor entendimento e interação da teoria e prática.

Características de métodos e técnicas foram utilizadas para a realização do estudo, fundamentando-se em fontes escritas ou não, fontes primárias (documentos) ou secundárias (livros, revistas, web) para pesquisas bibliográficas e análise prática que seguiram o seguinte planejamento: Pesquisa bibliográfica; Coleta de dados da operação; Compreensão do processo atual; Definição do problema e dos objetivos do projeto; Tratamento dos dados coletados com a aplicação da metodologia DMAIC visando buscar conclusões sobre o problema em estudo.

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este trabalho é baseado em dados reais do processo de perfuração de poços para em uma Mineradora em Sergipe, com retorno futuro projetado. As operações ocorrem 24 horas por dia, 7 dias por semana, e as informações são registradas diariamente pela equipe de perfuração através do boletim diário de perfuração (BDP) e recebidas pela gerência de Planejamento e Controle. Através desses boletins é possível encontrar todas as informações das atividades referentes as

atividades de operação do poço, além de dados técnicos como tipo de fluido, brocas utilizadas, entre outras informações.

Desta forma, à medida que os poços vão sendo perfurados, o acompanhamento é feito por meio do recebimento dos BDPs que são colocados em um banco de dados. Assim, é possível comparar o progresso da operação com o planejado no cronograma pré-estabelecido, onde contém as durações das atividades previstas para a perfuração de cada poço.

Por meio da análise do andamento do projeto notou-se uma grande quantidade de Horas Trabalhadas Não Planejadas (HTNP), que ocorrem devido a diversos fatores, implicando em custos imprevisíveis e atraso na operação.

Aplicando a metodologia, seguem as etapas de construção do trabalho.

#### 4.1. ETAPA DEFINIR

Baseado no histórico da perfuração de 18 poços entre 2015 e 2016, foi observado que a média de tempos perdidos por poço é de 74,6 horas, o que equivale a 17% do tempo gasto para a perfuração completa do poço.

Notou-se a oportunidade de aplicar o modelo DMAIC visando a redução de falhas operacionais e consequentemente a redução de tempos perdidos e custos. Assim, foi definida como meta a redução dos tempos perdidos em 50% no prazo de 1 ano, passando a ser no máximo 37,3 horas por poço, tornando a sonda mais eficiente.

O custo por má qualidade foi definido através do custo fixo do poço, incluindo despesas gerais (aluguel de veículos, ambulância, itens que são cobrados por dia, entre outros), apoio, custo de pessoal, manutenções, etc. O custo por hora parada em média equivale a ~R\$ 5.980,00, e por poço ~R\$ 456.872,00.

#### 4.2. ETAPA MEDIR

Para acompanhar o desempenho da operação é quantificando as horas trabalhadas (HT) e as horas trabalhadas não planejadas (HTNP), e assim calcula-se o Índice de Eficiência Operacional (IEO). Esse indicador permite medir o índice de eficiência da construção de um poço. Os dados são obtidos através do acompanhamento do cronograma de perfuração e pelas informações recebidas do boletim diário de

perfuração.

Faz-se a razão entre a diferença das "Horas trabalhadas" e "Horas trabalhadas não planejadas" em relação as "Horas Trabalhadas", conforme a fórmula. A

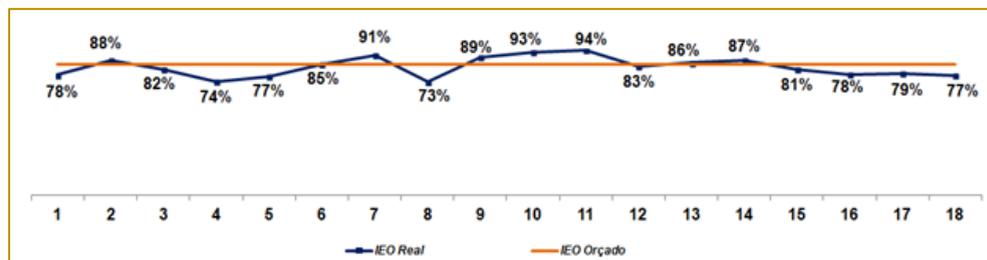
frequência de coleta de dados é no fim da perfuração de cada poço, e considera-se a meta 85% (quanto maior melhor). A meta definida foi baseada em outros projetos que utilizaram o mesmo tipo de sonda que opera no processo atual.

$$IEO = \frac{HT - HTNP}{HT}$$

Nota-se a variação e inconsistência histórica do Índice de Eficiência Operacional dos 18 poços perfurados entre os anos 2015 e 2016,

sendo bastante relevante intervir para que o desempenho acompanhe a meta estabelecida pela equipe.

Gráfico 1 - Comparação IEO real x IEO orçado

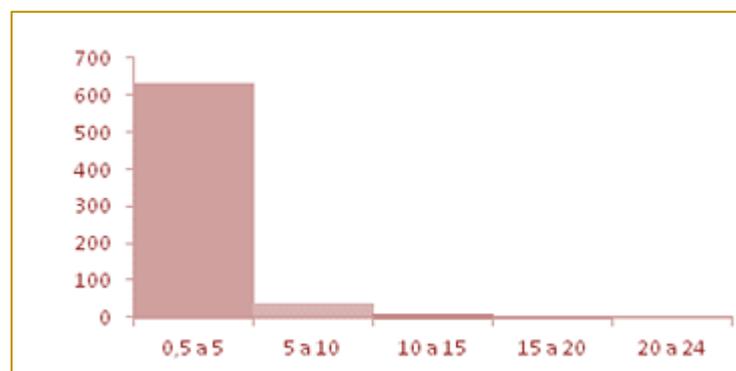


Fonte: Autoria própria (2018)

Além disso, foi possível verificar por meio do histograma que a os problemas que demandam grande tempo para reparo (15 a

24 horas) ocorrem com pouca frequência. Em geral as falhas são reparadas de forma rápida, porém a ocorrência é muito alta.

Gráfico 2 - Histograma de frequência x duração dos reparos



Fonte: Autoria própria (2018)

Visando diminuir a quantidade de paradas da operação, estratificou-se os dados para chegar ao foco das ocorrências, e através do

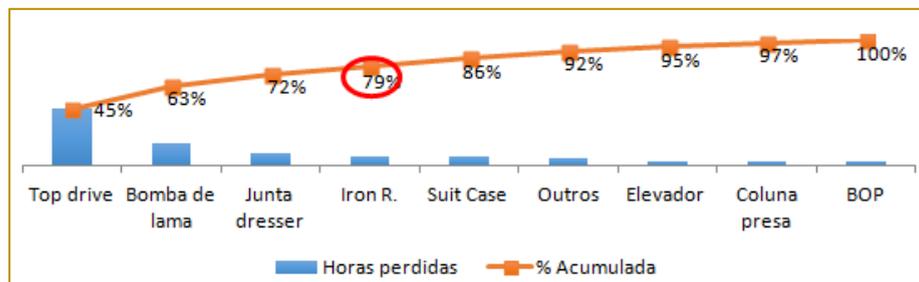
gráfico abaixo foi possível visualizar quais os equipamentos que falham com mais frequência.

Tabela 2 - Estratificação dos dados

Item	%	% Acumulada
Top drive	45%	45%
Bomba de lama	18%	63%
Junta dresser	9%	72%
Iron Roughneck	7%	79%
Suit Case	7%	86%
Outros	6%	92%
Elevador	3%	95%
Coluna presa	3%	97%
BOP	3%	100%

Fonte: Autoria própria (2018)

Gráfico 3 - Diagrama de Pareto para equipamentos que mais falham



Fonte: Autoria própria (2018)

Pode-se observar que os equipamentos que devem ter maior atenção para que a redução de falhas seja significativa são Top drive, Bomba de lama, Junta tipo dresser e Iron Roughneck. Agindo nesses 4 equipamentos é possível reduzir aproximadamente 80% dos tempos perdidos por falhas operacionais e de manutenção.

#### 4.3. ETAPA ANALISAR

Nesta etapa foi feita a análise dos principais equipamentos identificados na etapa "medir" que contribuem para a ocorrência de horas paradas para apontar as possíveis causas, para que seja proposto um plano de ação no sentido de aumentar a eficiência operacional.

Para a identificação das principais causas de falhas foi utilizada a ferramenta de diagrama de causa e efeito para cada equipamento para que sejam identificadas as principais causas raízes. Os diagramas seguem nos anexos 1, 2, 3 e 4.

#### 4.4. ETAPA MELHORAR

Para agir nas causas raízes e obter resultados, serão apresentados planos de ação para a busca da melhoria do processo, para cada equipamento, as quais serão priorizadas por ordem de baixo esforço e alto impacto.

Quadro 1 - Plano de ação para a Bomba de Lama

Bomba de Lama					
O QUE?	POR QUE?	COMO?	ONDE?	QUEM?	QUANDO?
<b>Procedimento operacional</b>	Para padronizar e consequentemente minimizar a ocorrência de desvios na execução das tarefas e assim haver o funcionamento correto do processo.	Elaborar um procedimento operacional das bombas de lama, elaborando um mapa de processo do sistema da qual as bombas são componentes (sistema de circulação) e cumprir cada etapa do processo.	Na empresa	Equipe de Perfuração	A definir
	Tornar a equipe familiarizada com processo e entender a importância de manter o processo funcionando corretamente.	Apresentar o fluxo do processo para toda a equipe de operação para a execução das etapas de acordo com o estabelecido.	Na empresa	Equipe de Perfuração	A definir
<b>Plano de manutenção</b>	Manter atenção nos equipamentos que falham com mais frequência, visando agir preventivamente.	Elaborar uma lista de controle dos itens que necessitam de manutenção com frequência.	Na empresa	Equipe de Perfuração	A definir
		Monitorar o equipamento com periodicidade estabelecida pela Gerência de Perfuração.	Na empresa	Equipe de Perfuração	A definir
		Realizar uma inspeção e manutenção para verificar se há vazamentos nas linhas e se o motor está em condições de operação.	Na empresa	Equipe de Perfuração	A definir
		Determinar o tempo médio entre falhas das válvulas e linhas para acompanhamento e planejamento de ações corretivas em menor tempo.	Na empresa	Equipe de Perfuração	A definir

Fonte: Autoria própria (2018)

Quadro 2 - Plano de ação para Bomba de Lama (continuação)

Bomba de Lama					
O QUE?	POR QUE?	COMO?	ONDE?	QUEM?	QUANDO?
<b>Qualidade e disponibilidade das peças de reposição</b>	Evitar a parada por espera devido a falta de materiais em estoque.	Fazer controle do estoque para manter um estoque mínimo das peças que são substituídas com maior frequência (definidas na lista da etapa de elaboração de procedimento operacional).	Na empresa	Equipe de Perfuração	A definir
	Acompanhar se o atendimento dos fornecedores à empresa está satisfazendo as necessidades.	Criar indicadores de desempenho para os fornecedores para acompanhamento. Verificar o desempenho dos fornecedores das peças (qualidade, prazo de entrega, etc.) e assegurar que as peças sejam originais de acordo com a necessidade.	Na empresa	Equipe de Perfuração	A definir
	Evitar a entrada de cascalhos não desejados no sistema, evitando o entupimento dos filtros, e limpando-os com periodicidade.	Monitorar o controle de sólidos do sistema de circulação.	Na empresa	Equipe de Perfuração	A definir

Fonte: Autoria própria (2018)

Quadro 3 - Plano de ação para a Junta Dresser

Junta tipo Dresser					
O QUE?	POR QUE?	COMO?	ONDE?	QUEM?	QUANDO?
<b>Manutenção Preventiva</b>	Monitorar o equipamento visando agir preventivamente.	Monitorar o equipamento com periodicidade estabelecida pela Gerência de Perfuração.	Na empresa	Equipe de Perfuração	A definir
<b>Qualidade e disponibilidade das peças de reposição</b>	Evitar a parada por espera devido a falta de materiais em estoque.	Fazer controle do estoque para manter um estoque mínimo das peças que são substituídas com maior frequência (definidas na lista da etapa de elaboração de procedimento operacional).	Na empresa	Equipe de Perfuração	A definir
	Acompanhar se o atendimento dos fornecedores à empresa está satisfazendo as necessidades.	Criar indicadores de desempenho para os fornecedores para acompanhamento.	Na empresa	Equipe de Perfuração	A definir
		Verificar o desempenho dos fornecedores das peças (qualidade, prazo de entrega, etc.) e assegurar que as peças sejam originais de acordo com a necessidade.	Na empresa	Equipe de Perfuração	A definir
	Passar para o fornecedor as especificações para o atendimento das necessidades da operação, ou seja, material mais resistente ao fluido utilizado e às condições.	Trabalhar junto com o fornecedor para que as peças adquiridas sejam de melhor qualidade e atenda aos requisitos devido ao tipo de fluido utilizado.	Na empresa	Equipe de Perfuração	A definir
<b>Treinamento</b>	Oferecer conhecimento e habilidade com o equipamento visando evitar alto torque sobre a peça.	Proporcionar um treinamento para os operadores.	Na empresa	Empresa especializada	A definir

Fonte: Autoria própria (2018)

Quadro 4 - Plano de ação para o Iron Roughneck

Iron					
O QUE?	POR QUE?	COMO?	ONDE?	QUEM?	QUANDO?
<b>Manutenção Preventiva</b>	Monitorar o equipamento visando agir preventivamente.	Monitorar o equipamento com periodicidade estabelecida pela Gerência de Perfuração.	Na empresa	Equipe de Perfuração	A definir
<b>Qualidade e disponibilidade das peças de reposição</b>	Evitar a parada por espera devido a falta de materiais em estoque.	Fazer controle do estoque para manter um estoque mínimo das peças que são substituídas com maior frequência (definidas na lista da etapa de elaboração de procedimento operacional).	Na empresa	Equipe de Perfuração	A definir
	Acompanhar se o atendimento dos fornecedores à empresa está satisfazendo as necessidades.	Criar indicadores de desempenho para os fornecedores para acompanhamento.	Na empresa	Equipe de Perfuração	A definir
		Verificar o desempenho dos fornecedores das peças (qualidade, prazo de entrega, etc.) e assegurar que as peças sejam originais de acordo com a necessidade.	Na empresa	Equipe de Perfuração	A definir
<b>Treinamento</b>	Oferecer conhecimento e habilidade com o equipamento visando evitar alto torque sobre a peça.	Proporcionar um treinamento para os operadores.	Na empresa	Empresa especializada	A definir

Fonte: Autoria própria (2018)

#### 4.5. ETAPA CONTROLAR

Após a implementação do projeto deve ser feito o acompanhamento para garantir que o objetivo seja alcançado e que permaneça a longo prazo. Assim, devem ser feitas avaliações em determinado intervalo de tempo, controlando e aplicando novas ações caso seja necessário.

Isso deve ser feito tanto para o acompanhamento dos tempos, quanto para verificar a redução de custos e comparar com o previsto no início do projeto. Como sugestão de controle dos resultados alcançados pode-se utilizar algumas ferramentas como:

- Procedimento padrão: Elaborar e garantir que os procedimentos padrão de manipulação dos equipamentos (sugeridos nos planos de ação na etapa anterior) sejam seguidos a fim de alcançar a execução da tarefa com sucesso.

- Relatórios de anomalias: Registrar as anomalias encontradas no processo com as possíveis causas, plano de ação, sintomas, etc.

- Indicadores de desempenho: Estabelecer métricas para quantificar o desempenho de acordo com os objetivos estabelecidos. Criar e acompanhar indicadores de desempenho para os fornecedores de materiais visando garantir o atendimento às necessidades dos materiais. Criar e acompanhar indicadores de manutenção para controle de frequência de ocorrência de falhas, e acompanhar os indicadores de custo do poço para verificar a redução nos gastos.

Para a projeção dos ganhos econômicos com a aplicação do projeto considera-se o plano de perfuração para o próximo ano, que consiste na conclusão de 20 poços, onde a estimativa de gastos com horas paradas pode chegar a:

$$\text{R\$ } 5.890,00 \times 37,3\text{h/poço} = \text{R\$ } 219.697,00/\text{poço}$$

Em economia, tem-se R\$ 219.967,00 por poço, que representa 6% do valor gasto para a perfuração de 1 unidade. Porém, considerando que para o próximo ano há o

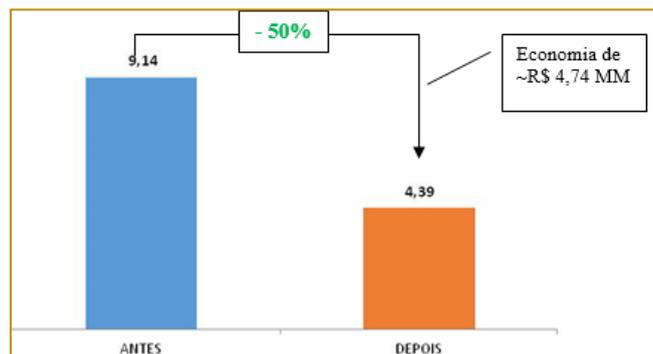
planejamento de perfuração de 20 poços, o valor economizado é bastante significativo. Assim, a economia anual será:

$$\text{R\$ } 219.697,00/\text{poço} \times 20 \text{ poços} = \sim \text{R\$ } 4.393.500,00/\text{ano}$$

A seguir tem-se a comparação do dinheiro desperdiçado projetado para 2017 e no

processo atual, considerando a perfuração de 20 poços, em R\$ MM.

Gráfico 4 - Gastos antes x depois da aplicação do DMAIC em R\$ MM



Fonte: Autoria própria (2018)

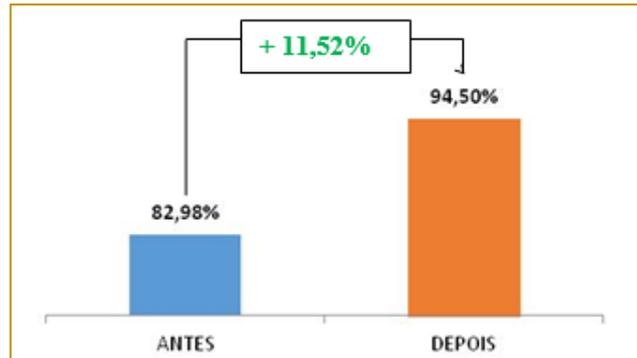
Com a redução dos tempos perdidos há o

aumento do índice de eficiência operacional,

que antes em média era 82,98%, e com a execução da metodologia pode-se chegar à

média de 94,50%.

Gráfico 5 - Eficiência operacional antes x depois da aplicação do DMAIC em %

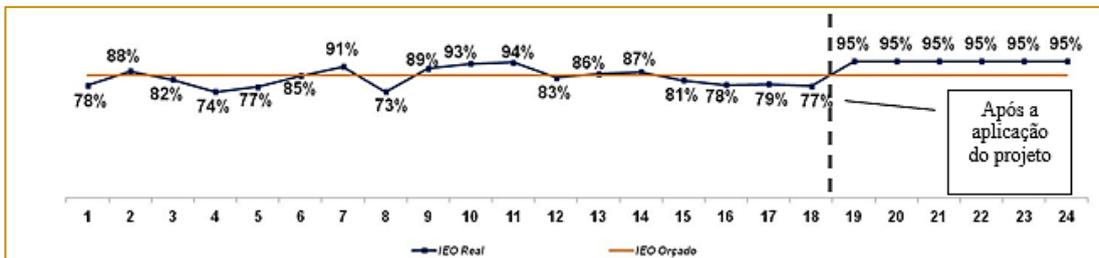


Fonte: Autoria própria (2018)

Levando em consideração que o limite mínimo estabelecido pela equipe de perfuração é 85%, e que quanto maior melhor, após a aplicação do projeto pode-se projetar o

aumento da eficiência para os demais poços planejados no plano de perfuração para o ano seguinte.

Gráfico 6 - Comparação do IEO antes e depois da aplicação do projeto



Fonte: Autoria própria (2018)

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do presente estudo de caso foi possível demonstrar a aplicabilidade da metodologia DMAIC visando aumentar a eficiência operacional da perfuração de poços de uma mineradora em Sergipe por meio da redução de ocorrência de tempos perdidos, tendo o objetivo alcançado.

Através da análise do processo de perfuração foi possível identificar que as paradas por operações não planejadas devem ser reduzidas de acordo com as ações para a diminuição de tempos perdidos. Por meio de uma análise mais profunda pode-se concluir que as principais ocorrências são causadas por falhas de peças e equipamentos como bomba de lama, Top Drive, Iron Roughneck e Junta dresser.

Logo, visando o aumento do desempenho e redução dos tempos perdidos foram

propostos planos de ação para cada equipamento ou peça, podendo-se resumir como principais ações: Elaborar procedimento operacional padrão, oferecer treinamentos para os operadores, elaborar um plano de manutenção preventiva visando agir antes que a parada ocorra, definir plano de monitoramento dos equipamentos, verificar disponibilidade e qualidade das peças utilizadas e criação de indicadores de manutenção.

Colocando o plano em ação foi possível projetar os resultados a serem obtidos em relação ao desempenho e em relação à execução financeira. Quanto ao desempenho é possível alcançar a performance de 11,52% a mais que a média atualmente, atingindo 94,50% de índice de eficiência operacional. Na análise financeira conclui-se que a redução de gastos com as paradas chega a 50%, ou seja, economia da metade do

dinheiro desperdiçado atualmente com tempos perdidos.

Diante do exposto, é possível concluir que a aplicação do estudo na empresa contribuiu para redução de custos, aumento da performance, o maior controle e padrão do

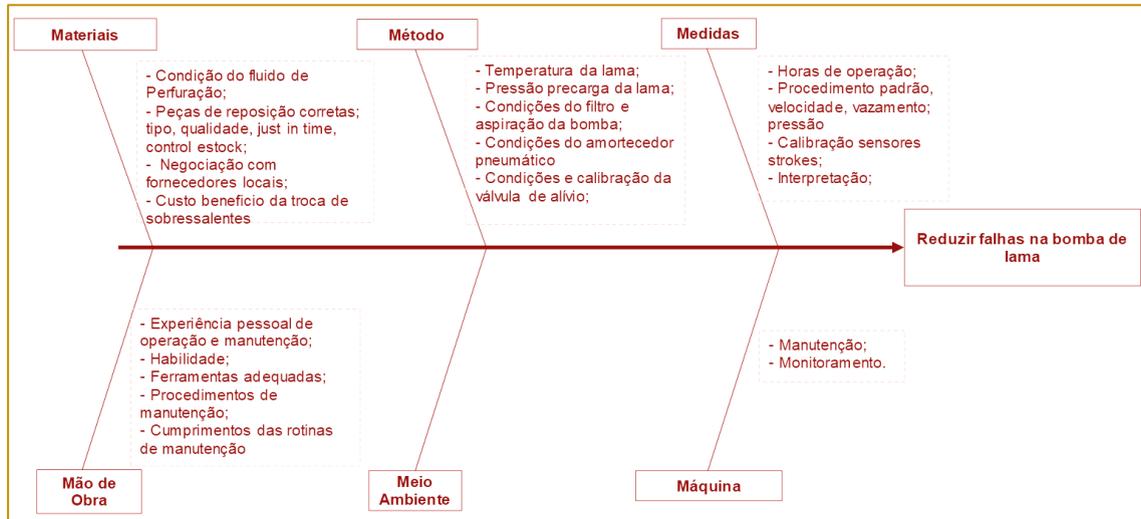
poço perfurado e maior aderência aos tempos e custos planejados para a perfuração. Conclui-se que a metodologia DMAIC é eficiente para a solução de problemas, viabilizando o alcance dos objetivos organizacionais.

## REFERÊNCIAS

- [1] Gerhardt, Tatiana Engel; Silveira, Denise Tolfo (Org.). Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Editora da Ufrgs, 2009;
- [2] Júnior, A. N., Introdução ao Lean Seis Sigma: Coleção Melhoria Contínua - Livro 1 - 2ª ed. - Brasil: Clube de Autores, 2011;
- [3] Marshall Junior, Isnard; Cierco, Agliberto Alves; Varanda, Alexandre. Gestão da qualidade. 10. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2010. (Gestão empresarial);
- [4] Porsale, Roberto. Ferramentas da qualidade. São Paulo: Senais - Sp, 2014.
- [5] Reis, M. S., Estatística: A perspectiva Seis Sigma, Coimbra: Imprensa Universidade de Coimbra, 2016;
- [6] Ribeiro, José Luís Duarte; Caten, Carla Shwengber Ten. Controle Estatístico do Processo. Porto Alegre: Feeng/ufrgs, 2012. (Monográfica Qualidade);
- [7] Rodrigues, M. V., Entendendo, aprendendo e desenvolvendo qualidade no padrão seis sigma. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2013;
- [8] Rotondaro, Roberto G., Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços, 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2002;
- [9] Severino, Antônio Joaquim. Metodologia do trabalho científico. São Paulo: Cortez, 2013;
- [10] Thomas, José Eduardo (Org.). Fundamentos de Engenharia de Petróleo. Rio de Janeiro: Interciência: Petrobrás, 2011;
- [11] Werkema, C., Lean Seis Sigma: Introdução às ferramentas do lean manufacturing - 2ª ed. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2011;
- [12] Werkema, C., Criando a cultura Lean Seis Sigma - 3ª ed. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2012;
- [13] Werkema, Cristina. Ferramentas estatísticas básicas do lean seis sigma integradas ao PDCA e DMAIC. Rio de Janeiro: Campus, 2014;

ANEXO 1

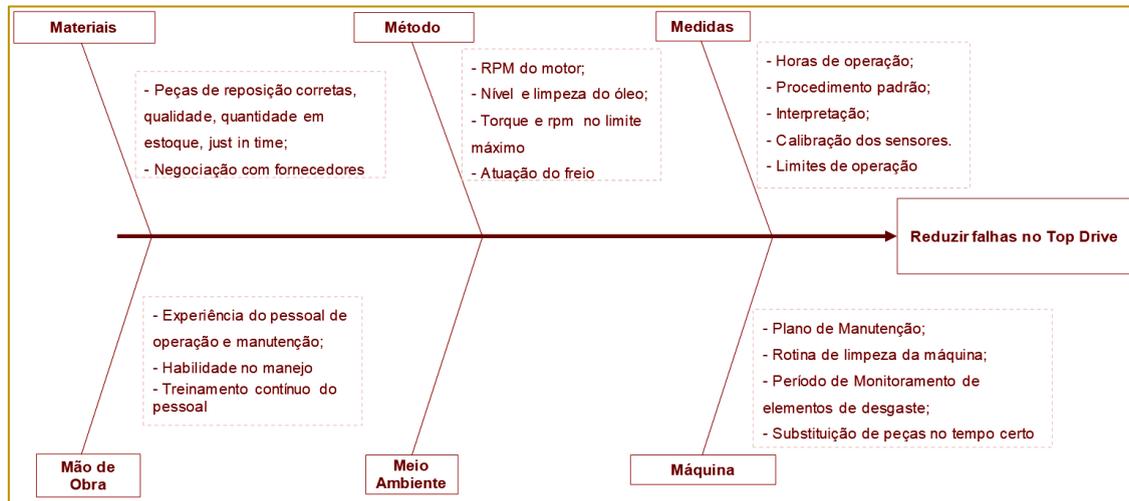
Figura 1 - Diagrama de causa e efeito para a bomba de lama



Fonte: Autoria própria (2018)

ANEXO 2

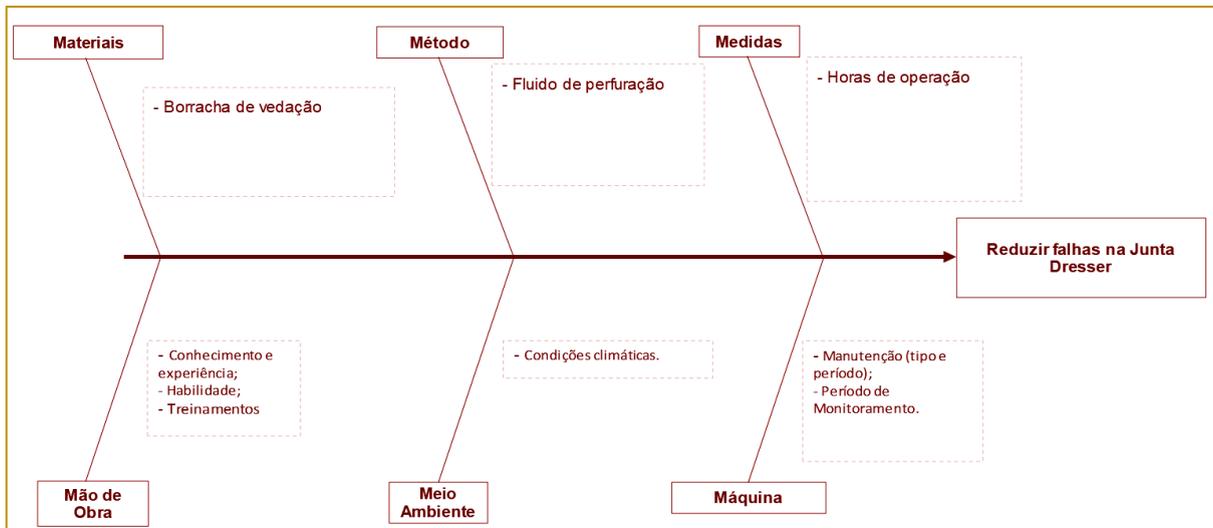
Figura 2 - Diagrama de causa e efeito para o Top Drive



Fonte: Autoria própria (2018)

## ANEXO 3

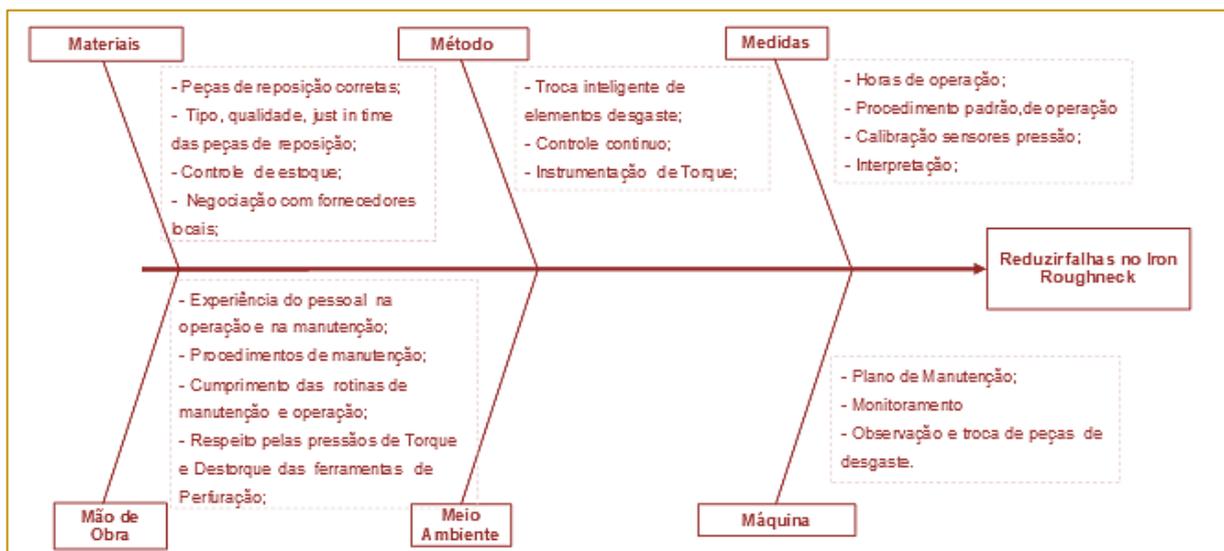
Figura 3 - Diagrama de causa e efeito para a Junta Dresser



Fonte: Autoria própria (2018)

## ANEXO 4

Figura 4 - Diagrama de causa e efeito para o Iron Roughneck



Fonte: Autoria própria (2018)

# Capítulo 2

## PREVENÇÃO DE PERDAS E O USO DE NOVAS TECNOLOGIAS PARA O RAMO SUPERMERCADISTA

*Magnólia Greskoviak*

*Leandro Dorneles dos Santos*

**Resumo:** As perdas são um grande problema que todas as organizações enfrentam, pode-se caracterizar como perdas identificadas e não identificadas. Deste modo o objetivo deste estudo consiste em propor a prevenção de despesas e desperdícios, através da utilização de etiquetas de Radio Frequency Identification (RFID). Como objetivo específicos buscou-se reunir teorias e conceitos a respeito da prevenção de perdas e o uso de novas tecnologias; apurar métodos utilizados pela organização, para o tratamento da prevenção de perdas e desperdícios; verificar o impacto das perdas na organização alvo do estudo; apresentar o uso de etiquetas de RFID como solução tecnológica para a redução das perdas. Para tanto, a pesquisa realizada caracteriza-se como exploratória e de natureza quantitativa e qualitativa, como técnica de coleta de dados realizou-se entrevista semiestruturada com o responsável pelo setor de prevenção de perdas na organização. A análise dos dados foi realizada por meio do conteúdo estudado e índices de perdas na organização. Os resultados do estudo permitem concluir que diante da análise comparativa das informações geradas a partir da coleta dos dados, uma redução de 49,43% das perdas é suficiente para custear este investimento na organização (2,63% - 1,30%), caracterizando-se como viável. Ainda, ressalta-se que a utilização deste tipo de tecnologia, além de melhorar os índices de perdas, reduzindo-os, ainda deverá proporcionar: rastreabilidade de produtos, que influenciam em toda a cadeia de suprimentos, desde o ponto de matéria prima até chegar o produto nas mãos do consumidor final; agilidade nos postos de fiscalização, pois os mesmos podem ser lidos simultaneamente, sem que estejam dentro do campo de visão do ser humano; agregação de valor competitivo para a organização, pois o fluxo de informação em tempo real aumenta a credibilidade com os stakeholders.

**Palavras-chave:** Prevenção de perdas; tecnologias no ramo supermercadista; RFID.

## 1 INTRODUÇÃO

Diante do cenário econômico atual e das necessidades pessoais de segurança, saúde, comunicação, qualidade e, eficiência, os consumidores e a concorrência vêm impondo desafios às empresas. Segundo Mattar (2011) no ramo de varejo, muitos são os desafios enfrentados, pois as atividades que abrangem o ramo desde a da definição do mix de produtos e serviços à localização e o atendimento qualificado para seus clientes, podendo existir diversas atividades intangíveis para a prestação de um serviço qualificado em complemento com o produto, que vem de encontro com os desejos e a necessidade do público alvo promovendo grande impacto sobre o sucesso do negócio. Nesse contexto muitos varejistas deixam a desejar no segmento supermercadista, pois a falha na gestão de prevenção de perdas gera grande impacto não só financeiro como na percepção da imagem da empresa perante seus consumidores.

O Instituto Brasileiro de Executivos de Varejo e Mercado de Consumo (Ibevar) apresentou, no último comitê de prevenção de perdas reunido em 2016, um índice elevado de perdas no varejo brasileiro (SAMBUGARO, 2017). O tema gera preocupação aos executivos quando comparado a outros países, já que este influencia diretamente na lucratividade do negócio, o que caracteriza uma deficiência na gestão de prevenção de perdas, passando a incidir no faturamento e na margem de lucratividade do supermercado (Ibevar, 2016). Sambugaro (2017), especialista em prevenção de perdas no varejo, ressalta que os supermercados apresentam uma expressiva perda de 2,26% sobre seu faturamento. De acordo com Ibevar (2016), o Brasil possui condições tecnológicas, gestão de equipes e processos que podem reduzir as perdas em até 80%.

A Escola Nacional de Supermercados, que faz parte da Associação Brasileira de Supermercado (Abrás), aborda em seu material didático o tema do III Fórum da ABRAS de Prevenção de Perdas ocorrido em 2015, onde se discutiram meios de encontrar soluções para a redução dos índices de perdas do segmento e maior sustentabilidade nas operações, (Abrás,2015). Milan, Vice-Presidente da ABRAS, salienta no mesmo, a importância global do tema, ressalta que a prevenção de perdas e a sustentabilidade são preocupações mundiais e envolvem governos, ministérios, órgãos públicos e não

somente os supermercadista, este mesmo evento, destaca o compromisso que o Brasil assumiu de reduzir pela metade o desperdício de alimentos no país até 2030 (ABRAS, 2015).

De acordo com Sebrae (2015), são consideradas perdas no varejo toda e qualquer influência negativa no resultado da empresa o que pode estabelecer um declínio no lucro. “A perda é o grande vilão do varejo. Considera-se perda, qualquer ocorrência ou anomalia que gera impacto negativo nos resultados financeiros da empresa e provoca diminuição do lucro” (Escola Nacional De Supermercados, 2016, p.2). Assim, a presente pesquisa pretende responder a seguinte questão: como prevenir despesas causadas por perdas de desperdício dos produtos expostos nos supermercados?

Segundo Savioli (2014), os avanços tecnológicos vêm crescendo de forma significativa no segmento de automação, garantindo controle, permuta de dados entre fornecedor e varejista, viabilidade do produto na cadeia logística (aumentando a eficiência e reduzindo os custos através da disponibilidade dos produtos, no tempo certo e no local desejado com o menor custo possível) rastreabilidade e, interação com o consumidor, tornando-se vantajoso para o programa de prevenção de perdas, fortalecendo a qualidade do serviço prestado e a competitividade nos negócios. Ainda para Baltzan (2016), os investimentos tecnológicos tornam as empresas competitivas no mercado.

Assim, para responder a questão da pesquisa, a mesma compreende propor a prevenção de despesas e desperdícios, através da utilização de etiquetas Radio Frequency Identification (RFID), tendo como objetivos específicos, reunir teorias e conceitos a respeito da prevenção de perdas pelo o uso de novas tecnologias, verificar o impacto das perdas na organização alvo do estudo e, apresentar o uso de etiquetas RFID como solução tecnológica para a redução de perdas.

As consequências causadas pela venda dos produtos vencidos também podem causar danos irreversíveis para a imagem da empresa, assim como, responsabilizá-lo judicialmente pela prática indevida, por consequência do risco causado à saúde dos consumidores, além da insatisfação destes em relação ao serviço prestado. Segundo a Agência Nacional de Vigilância

Sanitária (Anvisa), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e, o Departamento de Proteção e Defesa do Consumidor (Dpdc), foi criado em 2008, o Centro da Qualidade de Alimentos (Cquali) com objetivo de coordenar as atividades desses atores e, fornecer medidas preventivas e de controle.

Assim, entende-se a importância de intensificar a prevenção de perdas do ponto de vista do empregador, fomentando a implantação de novas tecnologias no segmento da qualidade do serviço prestado, torna a empresa mais atenta as inovações tecnológicas, mais competitivas no mercado, reduz riscos e consequências que pode haver por não implementar um programa de prevenção, além de elevar a credibilidade e atrair novos clientes e fornecedores.

Portanto, justifica-se este estudo, para a pesquisadora, uma vez que, a partir de seu desenvolvimento será possível obter conhecimento sobre perdas no ramo supermercadista e a influência tecnológica envolvida na sua prevenção. O estudo irá propor a empresa mensurar o quanto perde-se em valores, comparando este resultado com investimentos na área de tecnologia em identificação de produtos, prevenindo perdas e aumentando, com isso, a credibilidade com clientes e fornecedores.

Na administração, a pesquisa tem relevância como um todo, pois: auxilia na gestão otimizando despesas, e desperdícios; influencia na lucratividade do negócio; eleva a credibilidade com seus stakeholders consolidando a marca no mercado, agregando valor e tornando-a competitiva no segmento supermercadista; influencia na cadeia de suprimentos desde o ponto de distribuição até a entrega do produto final ao consumidor. Para a Faculdade Integrada de Santa Maria (FISMA), o estudo tem relevância uma vez que, e estará disponível para pesquisa de outros acadêmicos, os quais poderão utilizar a mesma para consultas e novos trabalhos, dando sequência ao tema tratado.

## 1. OBJETIVO

O objetivo geral da pesquisa compreende propor a prevenção de despesas e desperdícios, através da utilização de etiquetas de Radio Frequency Identification (RFID).

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos, indispensáveis para o alcance do objetivo geral, são os seguintes:

- a) Reunir teorias e conceitos a respeito da prevenção de perdas e o uso de novas tecnologias;
- b) Apurar métodos utilizados pela organização, para o tratamento da prevenção de perdas desperdícios;
- c) Verificar o impacto das perdas na organização alvo do estudo;
- d) Apresentar o uso de etiquetas RFID como solução tecnológica para a redução de perdas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta etapa do projeto de pesquisa, são apresentadas as teorias e os conceitos estudados, os quais servirão de base para a realização da pesquisa, compreendendo a logística, a gestão de estoques, os avanços tecnológicos em identificação de produtos, o RFID e, sobre o varejo e o ramo supermercadista, conforme segue.

### 2.1 LOGÍSTICA

Inicialmente a logística foi utilizada na área militar, a fim de otimizar tempo, recurso, custo e facilitar o deslocamento das tropas, fornecendo armamento, munição e alimentação durante o trajeto, permitindo o mínimo possível, a exposição da tropa aos inimigos. Desde então vem contribuindo significativamente para o desenvolvimento econômico e social, pois atua diretamente na distribuição, tanto de matéria-prima, como de produto acabado.

Ballou (2006), conceitua logística como a atividade que movimenta não só o produto, mas também todo o fluxo de informações que coloca o produto em movimento, gerando níveis de serviço a um valor acessível e o menor custo possível, desde o ponto de aquisição da matéria prima até o consumo final, no tempo certo e nas condições desejadas.

Segundo Carvalho (2004), logística é um processo que permite criar vantagem competitiva, implementando e controle de fluxos de materiais, produtos, serviços e informação relacionada a este, desde o ponto

de origem ao ponto de consumo, conforme a necessidade dos consumidores.

De acordo com Ayres (2009), logística compreende o fluxo de atividades, informações e materiais no decorrer do ciclo do pedido, desde a pré-venda até seu completo atendimento, abrangendo toda a cadeia de suprimento. Assim, a disponibilidade de matérias-primas, produtos semiacabados e estoque de produtos acabados, esta diretamente relacionada a logística.

É importante, ainda, citar as atividades primárias da logística, as quais compreendem o processamento de pedido, o transporte e, a manutenção de estoques (Gomes; Ribeiro, 2004). Para Magalhães et al, (2015), o processamento de pedido, tem grande relevância na logística, pois otimiza o tempo, agiliza o atendimento criando vantagem competitiva, aumentando com isso o nível de serviço global da empresa. Entende-se que durante o processamento de pedido, o sistema armazena dados para contato com os clientes, o que pode gerar uma carteira de clientes, permitindo que a empresa possa realizar um pós venda, ou até mesmo vir fidelizar os mesmos, o que agrega valor ao serviço prestado.

O transporte influencia diretamente no desenvolvimento econômico e social, toda a empresa, indústria ou até mesmo pessoa física, necessita de uma forma de transporte, tanto para movimentação de produtos, como para si próprio. Segundo Ballou (2001), a seleção do modal de transporte, influencia como vantagem competitiva, do serviço. No entanto para Alvarenga e Novaes (2000), o sistema de transporte engloba planejamento e visão sistêmica, porém é fundamental ter conhecimento, do perfil da carga transportada, o nível de serviço atual, o nível de serviço desejado, tipos de equipamentos disponíveis, suas características (identificação do produto, fabricante, etc.).

Para Ballou (2006), manter um certo nível de estoque, satisfaz as expectativas dos clientes, em relação a disponibilidade dos produtos, o que eleva o nível de serviço, embora a manutenção de estoque implique em custos adicionais, ter um estoque resulta em redução de custos operacionais o que compensa os custos de manutenção destes.

## 2.2 GESTÃO DE ESTOQUES

Ballou (2006) conceitua estoque, como acúmulo de matéria prima ou produtos acabados, encontrados no decorrer do canal de produção e na logística da empresa. Slack et al (2002), consideram estoque como elevado nível de insumos armazenados em um canal de produção.

A atividade de gerir um estoque compreende habilidades que abrange técnicas de previsão de demanda de curto prazo, principalmente em relação a certos produtos, voltados, especificamente para o segmento do varejo. Com isso é primordial controlar a entrada e saída de produtos no estoque, esta prática vai auxiliar na previsão de demanda, para assim o gestor elaborar um novo pedido ao fornecedor, planejando as compras, controle de custos, previsão dos prazos de entrega, otimizando despesas, desperdícios. Comprando mais a um menor custo (LUSTOSA, 2008; BALLOU, 2007; ACCIOLY; AYRES, 2008; Levi; KAMINSKY; LEVI, 2010).

Segundo Rodrigues, Gomes (2014), os principais métodos de controle de estoque são: PEPS refere-se a toda a mercadoria que dá entrada no estoque, será a primeira a ser vendida. Assim como no método UEPS, neste caso as últimas mercadorias a dar entrada no estoque são as primeiras mercadorias a sair do estoque, estes métodos vão influenciar no custo de mercadorias vendidas o que conseqüentemente interfere no custo de estoque, isso acontece devido à flutuação dos preços.

A necessidade de manter um estoque se justifica pela disponibilidade de produtos ao cliente, superando suas expectativas, agregando valor ao nível de serviço prestado. No entanto Ballou (2006) salienta a importância de uma boa gestão de estoque já que o seu custo de manutenção pode representar de 30% a 40% do seu valor por ano. Além disso, manter um estoque razoável pode reduzir os custos operacionais, o que compensa os custos de manutenção, auxilia na estabilidade da linha de produção, apoia as variáveis de produção e demanda, como se fosse um pulmão.

Existem duas conseqüências significativas, quando não há uma gestão de estoque eficiente, a obsolescência e a ruptura de estoque. Para Almeida e Schiuster (2012), quando o produto permanece no estoque por mais tempo que o esperado, o estoque torna-se obsoleto, podendo gerar custo de

obsolescência de produtos. De acordo com Bowersox (2001), estende-se a definição de obsolescência a produtos em desuso. Já para, ruptura de estoque segundo Accioly, Aires e Sucupira (2008), ocorre quando a procura pelo produto não pode ser atendida devido a falta deste em estoque.

A existência de um estoque permite que a empresa compre em maior quantidade, pagando menos, o que compensa o custo de manutenção de estoque, da mesma forma que reduz os custos de transporte, o que faz que adquirindo produtos em grande quantidade, reduz o manuseio por unidade, diminuindo os riscos de perdas, ou avaria (BALLOU, 2006).

Segundo a ABRAS, é considerado perda qualquer irregularidade, que gera impacto negativo nos resultados financeiros da empresa, causando declínio nos lucros. Para Bernardino et al., (2015) é necessário quantificar o índice de perdas, pois isto impacta diretamente na lucratividade do negócio. Quem não controla, não sabe o que perde, (produtos, valores, tempo, dinheiro,

etc.), para organizar um programa de prevenção de perdas, devemos observar algumas variáveis, como: índice inicial de perdas, objetivo almejado, utilizar um instrumento para registro das perdas conhecidas visando apontar as causas, desenvolver procedimentos a fim de reduzir as causas das perdas.

Para Santos (2010), as perdas podem ser classificadas: perdas identificadas ou quebras operacionais, as quais não podem ser negociadas por um motivo conhecido, perdas ocasionadas pelos clientes, avarias, ruptura, data de validade, mal uso de equipamentos, erro nos procedimentos e perdas não identificadas, conhecidas através da diferença de estoque físico e contábil, as quais desaparecem da loja, ou que nem entraram no estoque. São elas: fraudes de fornecedores - ocorre quando em nota fiscal discrimina-se uma quantidade ou peso e entrega-se outro; falta de processos e de conferência no recebimento das mercadorias; furtos internos e externos. Veja os diferentes conceitos de perdas representados no Quadro 1.

Quadro 1 – Diferentes conceitos de perda

Item	Conceito	Causas
Perda comercial	Quando o cliente deseja comprar um produtos, mas sai da loja sem ele.	Não encontra o produto na gôndola; Embalagens dos produtos não apropriadas; Tem dificuldade de encontrar o produto por causa do layout da loja ou falta de organização; O departamento de compras não observou o prazo para reposição; O fornecedor dor não cumpriu o prazo de entrega; A equipe de reposição está lenta e desorganizada.
Perda de produtividade	Há perda de produtividade quando o trabalho diário é lento burocrático demais, mal planejado e não há adoção de um processo inteligente e lógico para o trabalho.	Demora no atendimento geral; Perda de produtividade; perda de tempo; retrabalho
Perdas financeiras	São perdas oriundas de operações financeiras da empresa com base nos pagamentos e concessões de crédito aos clientes nos pontos de venda, assim como: a própria gestão do dinheiro no armazenamento. *	Assaltos, furtos internos e externos; Inadimplência de crédito; Cheques devolvidos; Fraudes de cartões; Fraudes de operações eletrônicas; pagamento em duplicidade, juros indevidos; Variações da margem de lucro por promoções ou remarcações
Perdas administrativas	As perdas administrativas resultam da falta de gerenciamento e atenção aos processos administrativos.	Erros nos preços dos produtos; erros no cadastro dos produtos nos sistemas de controle da loja; Desperdícios de suprimentos (água, energia, telefone, manutenção por mau uso); Dimensionamento incorreto dos recursos humanos para operação da loja.
Perdas nas operações	Enquadram-se as perdas que ocorrem durante a operação da loja, como por exemplo as avarias causadas nas mercadorias.	Acondicionamento e/ou movimentação inadequados; Falhas no recebimento; Falhas na gestão do estoque, especialmente dos prazos de validade dos produtos; Deterioração dos produtos, com redução do valor comercial; Degustação; falhas na operação do check-out; E muitas outras.

Fonte: adaptado de Escola Nacional de Supermercados (2016).

\*Costa, Adenilda Almeida da (2010).

De acordo com Oliveira (2008), a falta de controle na entrada e saída de mercadorias, ausência de metodologia para a realização consistentes de inventários e a padronização de procedimentos operacionais, são motivos de alto índice relevante nas perdas e resultados financeiros expressivos na empresa, o que causa grande receio nos gestores, pois deixando de identificar tais perdas, perdem oportunidade de maximização dos lucros impactando nos resultados finais.

### 2.3 AVANÇOS TECNOLÓGICOS EM IDENTIFICAÇÃO DE PRODUTOS

A tecnologia sempre esteve ligada ao processo produtivo, foi devido a dificuldade no desenvolvimento das tarefas de produção que o homem sentiu a necessidade de inovar, criando máquinas, equipamentos e artefatos, para otimizar tempo e recuso, entre essas inovações, o surgimento da tecnologia agregou de forma significativa, não só no sistema produtivo, como na sociedade e no desenvolvimento econômico (Paletta; Marin, 2014).

Segundo Baltzan (2016), empresas de todos os tipos e tamanhos fazem uso da tecnologia para a gestão dos negócios, devido a vários avanços, é permitido monitorar, veículos, cargas valiosas, otimizar a logística e todas as suas operações, reduzir roubos e danos. Nesse contexto podemos considerar tais avanços, para a prevenção de perdas e desperdícios quais são ocasionados por produtos vencidos.

Dentro das organizações são inúmeros os sistemas tecnológicos desenvolvidos para

controle e gestão, os mesmos vêm favorecendo de forma significativa a etapa de preparação do pedido, por meio de ferramentas que auxiliam na identificação dos produtos, (características, dimensões, cor, espessura, peso, data de fabricação, data de validade), auxiliando na logística determinando meio de transporte adequado, na gestão de estoques otimizando tempo e recurso, na hora de identificar entradas, saídas, perdas, desperdício ou quebras operacionais, assim como o produto pode ser rastreado, buscando reduzir desvios, permitindo a permuta de dados entre fornecedores e clientes (VIEIRA, 2009).

Segundo Lirani (2001), os programas de rastreabilidade auxiliam na gestão, pois podem ter grande influência na tomada de decisão, são inúmeros os métodos e sistemas utilizados nas empresas para a identificação de produtos: Código de Barras, Qrcode, Rfid, entre outros. O código de barras é o modo de identificação mais comum e utilizado hoje em dia.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002), código universal de produtos, mais conhecido como código de barras, são muito utilizados para agilizar o processo de venda, bem como, para manter o controle dos produtos que estão em processo de manufatura e armazenamento. Porém, este tipo de identificação possui desvantagens, pois além de ser lido por unidade, existe a dificuldade em alinhar o item de forma que o scanner consiga ler o código corretamente, extravios no código os quais podem dificultar a leitura. No Quadro 2 podemos ver alguns tipos de códigos de barras.

Quadro 2 – Tipos de código de barras

 <p>7 89835 7410015</p>	<p><b>EAN/UPC</b> Código desenvolvido especificamente para leitura no PDV (ponto de venda), devido à agilidade propiciada na captura da informação.</p>
 <p>(01)07898357410015</p>	<p><b>GS1 DataBar</b> Compreende uma família de códigos que podem ser escaneados no PDV, podem ser muito menores do que os códigos EAN/UPC e ainda codificar informações adicionais como número serial, número de lote e/ou data de validade. É uma tendência global utilizar esse código no setor de frutas, verduras e legumes (FLV) e outros produtos perecíveis.</p>
 <p>(01)17898357410036(17)1743624(10)ABC123</p>	<p><b>GS1-128</b> Código de barras que permite codificar todas as chaves GS1. Utilizado na gestão de logística e de rastreabilidade por meio da codificação de informações adicionais como número serial, número de lote, data de validade, quantidades, número de pedido do cliente etc.</p>
 <p>17898357410043</p>	<p><b>ITF-14</b> Código de barras desenvolvido para codificar apenas GTINs, pode ser impresso diretamente em substrato corrugado (caixa de papelão) oferecendo um bom desempenho de leitura. Não pode ser utilizado para identificar itens comerciais que passarão pelo PDV.</p>

Fonte: adaptado de Gs1Brasil ([2015?]).

Segundo Gazolla (2012), QR- Code (código de resposta rápida), procede do inglês, é um código bidimensional, pode ser escaneado por câmera de equipamento móvel ou scanners 2D. Com a combinação das duas dimensões é possível realizar a leitura do código, a qual permite acesso à Websites, SMS, texto e números.

Para Martins; Laugeni (2015), QR- Code ou Quick Response Codes, permite a transmissão rápida de informações, por meio

de um enigma, em 1994 foi desenvolvido por uma empresa de origem japonesa, com o objetivo de identificar peças na indústria automobilística, porém a partir de 2003, vem sido utilizados em revistas, games, campanhas publicitárias etc. Este código se destaca pelo motivo que tem a capacidade de armazenar 7.089 números ou 4.296 alfanuméricos (letras e números), além de textos, endereços, etc. CATIGLIONI, 2013. O Quadro 3 demonstra os dois tipos de QR-Code.

Quadro 3 – Tipos de QR-Code

 <p>(01)07898357410015 (713)3210987654321 (21)1234567890123 (10)123ABC (17)161231</p>	<p><b>GS1 Data Matrix</b> Símbolo bidimensional para aplicações especiais que permite codificar informações em espaços menores que os códigos lineares e agregar informações adicionais como código do produto, lote e validade. Principal código do segmento hospitalar, por permitir identificação de itens muito pequenos e possibilitando a sua rastreabilidade.</p>
 <p>(01)07898357410015(020)www.gs1br.org</p>	<p><b>GS1 QR Code</b> QR Codes são módulos pretos densos distribuídos em um formato padrão de caixa em um fundo branco, um primo mais sofisticado do código de barras que pode conter 100 vezes mais informações.</p>

Fonte: adaptado de Gs1Brasil ([2015?]).

A leitura do QR-code é feita por meio de câmeras, softwares, deve ser legível, após escanear, será decodificado e permitirá

acesso a um determinado link o qual apresentará o conteúdo pesquisado, no

entanto torna-se imprescindível o uso da internet, para esse acesso. Lowertte, 2012.

## 2.4 RFID

Radio Frequency Identification, ou identificação por radio frequência, são etiquetas eletrônica fixadas nos produtos, as quais possuem um micro chip e uma antena, que permite armazenar informações minuciosas a respeito do produto, a leitura das etiquetas eletrônicas, dá-se por leitores de RFID, antenas, software de aplicação de RFID e servidor, os leitores podem ser móvel, ou integrado as impressoras, para facilitar o auto atendimento. No momento que as etiquetas recebem sinal vindo dos leitores sem fio, estas respondem com a transmissão dos dados armazenados (informações sobre o produto) dentro da área em que foram programadas, estes leitores decifram as informações recebidas, enviando-as para o servidor, esta circulação de informações acontece por meio das antenas que os leitores e as etiquetas possuem (Baltzan, 2016).

Para Razzolini (2012), a inovação tecnológica das etiquetas inteligentes permite a integridade dos dados armazenados, uma leitura precisa e isso pode complementar o código de barras. No entanto Baltzan (2016,

p.233), “afirma que a tecnologia RFID promete substituir outras tecnologias de identificação existentes, tais como código de barras” pela capacidade de informações que estas podem armazenar.

São muitas as vantagens que o sistema de RFID oferecem, suas energias são alimentadas pelo leitor de RFID, por meio de transmissão de ondas eletromagnéticas e recebem correntes em suas antenas, isso ocorre nas etiquetas passivas, o que pode-se salientar, quanto as etiquetas ativas, possuem sua fonte de alimentação própria, (bateria), a qual ativa o seu microchip, este se comunica com o leitor, como uma “estação base”, no entanto as etiquetas semi-passivas, comunicam-se pela energia retirada do leitor de RFID, embora possuem uma bateria que alimentam seu microchip (BALTAZN, 2016).

Segundo Razzolini (2012), a vantagem da tecnologia RFID, vai muito além, pois permitem carregar toda a informação sobre o produto, isso agiliza o processo de verificação de mercadoria no posto fiscal, no momento em que o veículo passa pelo leitor (antenas), o mesmo consegue identificar todo o conteúdo, reduzindo o tempo de carga e descarga, separação de mercadoria, assim como o envio das mesmas. No quadro 4 esta discriminado algumas características do RFID, assim como seus benefícios.

Quadro 4 – Características e benefícios do RFID

Características do rfid	Potencial operacional	Benefícios
Não requer campo de visão	Processos automatizados	Redução dos custos de mão-de-obra para leituras manuais.
Evitar que um item não seja lido	A rede de leitores consegue identificar cada um dos itens automaticamente.	Maiores níveis de precisão de inventário. Possibilita a rastreabilidade, o que é difícil com códigos de barras normais
Capacidade de dados	Permite informações adicionais sobre um item (lote, validade...)	Menor necessidade de integração de sistemas internos. Melhor granularidade dos dados. Maiores níveis de rastreabilidade e visibilidade dos produtos
Capacidade de regravação	As etiquetas podem ser utilizadas como banco de dados portáteis	Menor integração de sistemas. Redução no armazenamento de dados
Velocidade de leitura	Maiores velocidades de leitura, dado pelo fato de que itens são lidos simultaneamente	Eliminação de processos manuais e trabalho devido a leituras repetitivas.
Durabilidade	Etiquete ativos ou itens retornáveis permanentemente	Elimina tempo envolvido nos processos de reetiquetagem

Fonte: adaptado de Gs1Brasil ([2015?]).

Para Santaella (2014), o desenvolvimento das etiquetas RFID e de redes de sensores sem fio, amplia a capacidade de comunicação entre os objetos, pois são vários os segmentos em que as etiquetas RFID estão sendo implantadas, esportes, saúde e segurança pessoal, o potencial de rastreabilidade disponibilizará uma gama de informações necessária e útil, desde o preço, até os resquícios que do produto e seus males na natureza, desta forma, caracteriza-se um grande desenvolvimento mercadológico que aproxima o consumidor do produto que esta adquirindo.

Com isso, Baltzan (2016), afirma a viabilidade de utilização das etiquetas RFID, no segmento de medicina veterinária, na logística, em hospitais e empresas farmacêuticas, bibliotecas públicas, fabricantes de automóveis, varejo o qual utilizam para monitoramento de estoque, agilizar o atendimento no caixa e impedir furtos.

## 2.5 VAREJO E O RAMO SUPERMERCADISTA

A partir de 1912, no Sul da Califórnia, surgiu o auto serviço, numa mercearia com seus produtos precificados, onde o cliente poderia escolher sua mercadoria e direcionar-se ao caixa, sem a intervenção do dono ou o funcionário. Após a Grande Depressão, este acontecimento serviu em grande relevância para o varejo o qual estava em um ritmo reduzido devido aos altos custos e a pouca eficiência operacional, em consequência de queda nas demandas (MATTAR, 2011).

Segundo Pinto, Lemos (2015), com o passar dos anos o varejo sofreu muitas modificações, o que tempos atrás era importante, preço, volume e prazo, hoje torna-se funções essenciais para o ramo devido o crescimento da concorrência que busca oferecer não só o produto, mas também o serviço a ser prestado ao consumidor.

De acordo com Mattar (2011) o ramo varejista é composto por um conjunto de atividades comerciais que agrega valor a produtos e serviços ofertados ao cliente final. Segundo Parente (2000), conceitua varejo como prática comercial de produtos e serviços que atende a necessidade pessoal do consumidor final, de uma cadeia de distribuição. Porém Mattar (2011) ressalta que as adaptações culturais, demográficas, sociais, tecnológicas e de globalização, tem uma grande influência na forma de como o segmento de varejo, atual

tem sido desenvolvido, o que inclui prestação de inúmeros serviços e atividades.

Caracteriza-se como missão (atividade) do varejo comprar, receber e estocar produtos, para ofertar uma variedade de mercadorias em tempo e lugar para compra (Parente, 2000). Para Kasper (1991), o varejista consegue detectar a necessidade do consumidor, definir a demanda dos produtos, influenciando na cadeia de produção, para assim atender as expectativas de mercado. Saliencia ainda que o varejo é a última fase do processo de distribuição, exerce função de intermediário entre produção, atacado e consumo.

O comércio varejista abrange uma ampla rede de segmentação, como por exemplo, lojas pequenas, médias e grandes, podendo ser específicas, em vestuário, brinquedos, farmácias, ou no segmento supermercadista, englobando varias sessões, diversificando em produtos, marcas e preços, influenciando no público alvo (ABRAS, 2015, p.5).

Devido às atividades de auto serviço, facilidade e acessibilidade dos consumidores, às mercadorias e a utilização de cestas ou carrinhos, podemos definir como uma loja de supermercado (Parente, 2014). Porém, atualmente, devido gama de atividades que as pessoas desenvolvem no decorrer do dia a dia, a simples tarefa de ir ao supermercado, torna-se estressante e isso desafia a concorrência (PALETTA; MARIN, 2014).

Segundo Las Casas (2013), os supermercados apareceram no Brasil a partir da década de 50, sua natureza de venda é de produtos alimentícios, embora abranjam outros setores de vendas como: artigos esportivos, artigos para o lar o que os caracteriza como hipermercados.

Neto, presidente da Abras (2017), afirma que o setor supermercadista esta sempre buscando desenvolvimento e, embora a economia brasileira estivesse vulnerável em 2016, o setor supermercadista brasileiro alcançou os R\$338,7 bilhões de faturamento no ano, um crescimento nominal de 7,1%, em relação a 2015, e 5,4% do Produto Interno Bruto (PIB). Neste sentido, entende-se a importância do setor supermercadista, para a economia brasileira.

### 3 MÉTODO

Quanto ao objetivo geral caracteriza-se este estudo como exploratório e descritiva. Segundo Gil (2002), as pesquisas podem ser classificadas como: descritivas, explicativas e exploratórias, sendo que as pesquisas exploratórias possibilitam descobertas ou o alinhamento de ideias de forma flexível, explícita e rápida quanto aos fatos estudados. A presente pesquisa se enquadra nesta tipologia uma vez que buscará conhecer mais a respeito das etiquetas eletrônicas no ramo supermercadista.

Quanto aos delineamentos utilizados na pesquisa, Gil (2010, p. 29), afirma que pode ser:

1. Pesquisa bibliográfica; 2. Pesquisa documental; 3. Pesquisa experimental; 4. Ensaio clínico; 5. Estudo de caso-controle; 6. Estudo de coorte; 7. Levantamento de corpo (survey); 8. estudo de caso; 9. pesquisa etnográfica; 10. pesquisa fenomenológica; 11. Teoria fundamentada nos dados (groundedtheory); 12. Pesquisa-ação; 13. E pesquisa participante.

No caso da presente pesquisa, serão utilizadas técnicas de pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e, estudo de caso. Assim, a pesquisa está sendo desenvolvida com referências bibliográficas extraídas de livros, artigos e monografias publicadas com assunto relacionado ao tema, bem como publicações nos sites Gs1 Brasil, ABRAS e estudos realizados pelo Sebrae. Para Gil (2002), a principal vantagem de uma pesquisa bibliográfica é consentir que o pesquisador adquira um nível de conhecimento maior do que teria se fosse de uma forma direta, também caracterizada como documental, o que difere da pesquisa bibliográfica, pela natureza das fontes, de modo que na bibliográfica as fontes estão disponíveis em bibliotecas, na documental as fontes são variadas e espalhadas.

Quanto à pesquisa documental, os documentos podem ser classificados como primários quando não passaram por nenhum tipo de análise, ou secundários, quando já sofreram algum processo analítico, tais como relatório de pesquisa, relatórios de empresas, tabelas, etc. Esta pesquisa caracteriza-se como documental, pois serão analisados inventários e relatórios de perdas.

Segundo Yin (2001), o estudo de caso, é encontrado em várias áreas de estudo, desta

forma consiste em um caso único, com uma visão de um todo em relação à pesquisa desenvolvida, envolve processos organizacionais, comportamentos de pequenos grupos, desenvolvimento escolar e a maturação nas indústrias, o estudo de caso também é considerado como mais adequado para a investigação de um fenômeno contemporâneo, quando não são identificados de forma direta. Desta forma podemos identificar a pesquisa como um estudo de caso, visto que será desenvolvida em uma determinada organização.

Quanto à coleta dos dados, Kauark, Manhães e Medeiros (2010, p. 53), afirmam que podem ser “entrevistas, questionamentos, testes, técnicas de agrupamento de dados, elaboração de tabelas, descrição e codificação”.

Para Marconi e Lakatos (2010), a entrevista se dá pelo diálogo entre duas pessoas, com o objetivo de uma obter informações a respeito de um determinado assunto, sendo que estas serão utilizadas para colaborar no diagnóstico e tratamento de um problema distinto. Há diferentes tipos de entrevistas: despadronizada ou não estruturada, a qual divide-se em entrevista focalizada, entrevista clínica e, entrevista não dirigida; existe também painel e padronizada ou estruturada, que se adapta a forma de coleta de dados da pesquisa em questão, pois o roteiro de entrevista é previamente estabelecido, as perguntas são predeterminadas, realizadas por um formulário aplicado a pessoas adequadas, não permitindo ao pesquisador alterar ou adaptar perguntas.

Desta forma, os dados serão coletados através de entrevistas semiestruturada, junto aos responsáveis pelo setor, (conforme apresentado no apêndice A), segundo Vieira (2009, p. 11), “neste tipo de entrevista, o entrevistador e entrevistado podem explorar mais longamente os pontos que considerarem importantes, mas o entrevistador precisa ser sensível à linguagem do entrevistado”.

Quanto a análise dos dados o estudo vai apresentar-se como qualitativa sendo que será realizada uma entrevista com o gestor da empresa, em relação a prevenção de perdas, índices de perdas no supermercado em questão e o uso da ferramenta de RFID para auxiliar na gestão de prevenção de perdas. Para Kauark, Manhães e Medeiros (2010), a pesquisa qualitativa não utiliza de recursos estatísticos para coleta de dados pois, o

assunto abordado com o entrevistado, juntamente com suas respostas, será analisado e interpretados, afim de chegar a uma conclusão viável, com o objetivo de resolver a problemática do assunto, considera o pesquisador elemento chave para o desenvolvimento da coleta direta.

Em um determinado momento a coleta de dados, se apresentará como quantitativa, conforme a análise dos dados perante os relatórios dos índices de perdas e inventários da empresa, bem como, na comparação do índice representativo do investimento no sistema RFID em relação as perdas no mesmo período. A pesquisa quantitativa utiliza de procedimentos estatísticos (percentagem, média, moda, desvio padrão, etc.), possibilita a análise dos dados de forma quantificada, representatividade em números, lida com fatos e possibilita uma melhor mensuração dos resultados (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta etapa, são demonstrados os resultados alcançados com a pesquisa, no que tange a identificação da empresa alvo do estudo, como: comportamento das perdas; tratamento das perdas; prevenção das perdas; dados sobre perdas; sugestão de utilização do RFID;

##### 4.1 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA ALVO DA PESQUISA

A empresa analisada trata-se de uma rede de supermercados, que por questões de confidencialidade, será denominada nesta pesquisa como supermercado X. Localizada no estado do RS, atuante no ramo supermercadista a mais de 20 anos, possui 21 lojas no estado e mais de 1.800 colaboradores neste segmento. Destaca-se que para o desenvolvimento desta pesquisa foram analisados os dados de uma única loja.

Conforme entrevista realizada no dia 16 de setembro deste ano, com o fiscal de prevenção de perdas, líder de um grupo de 10 pessoas dentro da empresa, o mesmo possui formação acadêmica em Administração, pela Universidade Federal de Santa Maria, ano 2012. Iniciando a entrevista, ressalta-se que o colaborador foi questionado quanto ao acontecimento de fatos relacionados a vendas de produtos vencidos e como isso é tratado na empresa e, segundo

o entrevistado, isso não acontece pois, normalmente, se o produto não está em boas condições, depois que o produto sai da loja, mediante a apresentação da nota fiscal da compra, é realizada troca deste. No caso de o produto estar vencido, também é realizada troca.

Na mesma ocasião, foi questionado ao entrevistado a respeito de quanto é o prejuízo quando um cliente adquire um produto vencido, de acordo com o entrevistado é sempre ruim, encontram produtos vencidos, por isso é realizado uma campanha interna, para que não sejam encontrados produtos vencidos, tanto para os clientes, como para os avaliadores pois, é importante não vender nada fora do prazo de validade e nem impróprio pra consumo, mofado ou alguma coisa assim. Na época de setembro e outubro é muito comum, pão industrializado, embalado, por não esperar o pão esfriar pra embalar, às vezes acontece de mofar antes de vender, essa época que é mais úmida, esta mais propensa a isso, então a atenção é voltada não só para o prazo de validade, mas para o aspecto do produto, pra ver se esta em condições de consumo.

##### 4.2 COMPORTAMENTO DAS PERDAS

De acordo com Santos (2010), as perdas ocasionadas pelos clientes, avarias, rupturas, data de validade, mal uso de equipamento, erro no procedimento, ou ocorridas por manipulação dos produtos, caracteriza-se como perdas identificadas, assim como as diferenças de estoque físico e contábil, produtos que desaparecem da loja, ou que nem se quer entram no estoque, ocorridas por fraudes de fornecedores, falta no processo de conferência, furtos internos e externos, que caracterizam-se como perdas não identificadas.

A organização apresenta vários tipos de perdas, quebras operacionais, produtos vencidos, danificados, em todos os setores, embalagens rompidas. Ainda, quando falta alguma mercadoria em algum pedido, tem que fazer a conferência pela lista, por meio do checklist tem que informar que não veio se não a loja tem que assumir a perda, ou o erro, são vários tipos de perdas e varias coisas que podem ocorrer.

Segundo ele, o sorvete, por ser um produto com demanda sazonal, normalmente no inverno não vende muito, se sobrou dos lotes

compras dos no verão muitos deles vão para a quebra, no entanto a maioria deles tem troca, o que acaba reduzindo o que chama-se de perda real, tendo a troca, consegue solucionar em partes essas perdas, dependendo do que compram muitas vezes é muita quantidade e não vale a pena a troca, mesmo trocando terá de novo muito produto, e acaba virando um ciclo, compra de mais, acaba não vendendo, vence tem que trocar de novo ainda permanece em excesso, vai vence de novo, além do sorvete, iogurte, leite dependendo de quantos lotes são comprados e da venda, embora seja uma das coisas que mais vende, todo dia esta no “top dez”, gera vencimento também e perda.

#### 4.3 TRATAMENTO DAS PERDAS

Os principais métodos utilizados pelas organizações para o tratamento das perdas é o PEPS (Primeiro que Entra, Primeiro que Sai), UEPS (Último que Entra, Primeiro que Sai), conforme custo de mercadoria e flutuação de preços (RODRIGUES; GOMES, 2014).

Sobre a perda conhecida no estabelecimento alvo do trabalho, existe uma estimativa, pelos processos de descarte da loja, onde é avaliado tudo que vence, colocando-se em um relatório e, a partir deste, acabam calculando o valor em reais do que foi perdido. No entanto, segundo o entrevistado, existe também uma parcela de situações desconhecidas que não estão no registro e são consideradas perdas. O registro é feito pela falta de estoque, onde se tem o controle das saídas das mercadorias, do que foi para quebra. Mas, segundo o entrevistado, pode dar divergência no inventário, pois algumas vezes não se tem no registro o que exatamente foi perdido, mas sabe-se que é o que esta faltando, sem ser possível identificar para onde foi. Muitas vezes acontecem trocas. “Acontecia muito de o cliente vir até a loja, comprar um produto, querer trocar por outro e não apresentar a nota fiscal, aí não tem como lançar no sistema a nota pra devolver o produto para o estoque e dar saída do outro”, comentou o entrevistado, explicando ainda que às vezes, acontecia um erro em função desta situação, causando divergência de estoque por não informar a entrada e a saída de um produto de maneira correta.

As perdas são analisadas diariamente, todas as manhãs, em todas as áreas do mercado, tanto na padaria, quanto na fiabreria, no

hortifrutigrangeiros, na loja em si e, também no depósito, sendo que todos eles tem um processo de quebras e um processo de perdas. Aqueles fatos que acontecem durante a tarde, são lançados no outro dia com a contagem pela manhã. O sistema utilizado para registro das perdas na empresa é o SAP, porém todos os dados, primeiro são coletados manualmente e, depois são registrados no sistema e, então, se consegue ter uma noção geral do que aconteceu no final do dia.

#### 4.4 PREVENÇÃO DAS PERDAS

Para Vieira (2009), o desenvolvimento tecnológico esta agregando de forma significativa para controle e gestão, desde a preparação do pedido, como entradas e saídas, perdas, desperdícios e, quebras operacionais, assim como, o rastreamento dos produtos busca reduzir os desvios através da troca de dados entre fornecedores e clientes.

A empresa utiliza, além do controle manual, um aplicativo, que foi desenvolvido na empresa, onde são lançados produtos que vão vencer em 30 dias. Neste aplicativo, se coloca quantas unidades vão vencer e qual é o dia de vencimento. Segundo o entrevistado, todos os produtos da loja estão nesse aplicativo, e dois dias antes do vencimento, o produto é retirado das prateleiras do mercado, então já se sabe o que vai vencer, quando vai vencer e quantas unidades estão nesta condição. Toda a vez que os avaliadores vão até a loja que são duas vezes por mês, isso é cobrado e, se acharem algum produto vencido na loja, a mesma perde pontuação. Destaca-se que essa loja é a primeira de todas as filiais da região (são 22 lojas) e serve como modelo para as outras. Nesta loja, as notas estão acima de 80%, e referente a avaliação que a empresa faz nas outras lojas, a maioria alcança em torno de 60% a 70% na avaliação.

Assim, de acordo com o entrevistado, já foram sugeridas melhorias para o processo de prevenção de perdas, que vão desde etiquetas magnéticas, antenas antifurto, ou algum sistema que, ao invés de fazer o controle manual, integrasse tudo, por meio de automação. Conforme informações do entrevistado, o monitoramento vinte e quatro horas é uma solução já adotada, mas não existe os desativadores dos acopladores dos produtos de etiquetas. Ainda, existe o monitoramento de gestão de PDV, que é dos

caixas da frente, mas não existem antenas antifurto. Existe controle de fluxo de pessoas, cadeados eletrônicos também, mas não tem as etiquetas antifurto rígidas, nem as etiquetas especiais e, por fim, existe monitoramento de acesso às áreas restritas, CFTV, mas não tem o protetor de policarbonato pra itens pequenos.

Os principais pontos que se busca na avaliação da loja são:

- A precificação do produto estar sempre com o preço certo, atualizado;
- A validade dos produtos matinais enlatados, massas e biscoitos;
- Na padaria, todos os dias, pães e produção própria;
- Fiambreria com vácuo e salames com etiquetas ou validade;
- Nos hortifrutigranjeiros, se esta sendo colocado na etiqueta o peso da embalagem (tara), para que seja descontado do valor do produto e, as informações de rastreio, pra saber de onde é que vieram;
- No açougue, são analisadas as medidas, a atenção é maior por causa de duplo código e dupla validade, normalmente os embalados a vácuo já vem com uma validade e um código, e quando se imprime uma etiqueta na loja, aparece uma nova validade e o produto não pode ter dupla validade, no entanto o cuidado é redobrado para que não aconteça.

O setor de perdas, de acordo com o entrevistado, é responsável pelas trocas e, quando um produto precisa ir para descarte, tem que passar pelo setor. Todos os produtos são colocados em um determinado local e deste, são selecionados, sendo que os que vão pra troca com o fornecedor são colocados em uma caixa de papelão e enviados uma vez por mês. Existe também a troca “mano a mano”, quando os produtos são colocados em caixas pretas e, assim que o fornecedor vem até a loja, ele já leva e já troca na mesma hora. Tem, ainda, as trocas CD, que são compras feitas pela matriz, onde tudo o que vence ou precisa de troca, tem

que voltar pra lá. No entanto, trabalha-se também com o descarte, pois existe uma relação de produtos que não tem troca e, então, precisam ser descartados, sendo esta perda a que mais necessita ser reduzida, porque se acontecer frequentemente, é uma perda considerada grave para loja.

Como forma de verificar os produtos refrigerados, o controle da temperatura de todos os freezers são analisados a cada duas horas desde a abertura das lojas as 08:00 até o fechamento as 22:00 e, toda vez que um freezer apresenta oscilações de temperatura, é acionada a manutenção para verificar e evitar perda maior.

Todas as mercadorias recebidas no mercado tem que passar pela equipe de prevenção de perdas, sendo que, para certas mercadorias, existem os conferentes de loja que vão fazer a análise em cem por cento dos itens, já na descarga do produto, para ver se todos os pallets vieram e, se tem algum item que veio na nota e não veio no físico, ou ao contrário. Em casos de empréstimo de produtos para outras lojas, precisa-se do aval do responsável na equipe. Percebeu-se, pela entrevista, que o controle sobre estes casos de recebimento e empréstimo de produtos é rigoroso, pra evitar maiores perdas.

#### 4.5 DADOS SOBRE PERDAS

Por meio da análise dos relatórios da empresa pesquisada, foram disponibilizados os índices de perdas em relação ao faturamento bruto no ano de 2016 dos seguintes setores: hortifrutigranjeiros 6,12%, padaria 3,95%, fimbriaria 1,53%, congelados 0,90%, açougue 0,75%, refrigerados 0,27%, mercearia líquida 0,22%, outros negócios 0,22%, comodites 0,10%, complementar 0,08%, pet shop 0,06%, mercearia básica 0,03%. No entanto para o desenvolvimento deste estudo foram excluídos os produtos dos seguimentos de: hortifrutigranjeiros, padaria e fimbriaria pois, por serem produtos comercializados a granel, torna-se inviável a aplicação do uso de RFID. Com isso pode-se analisar os índices de perdas representados na Tabela 1.

Tabela1 – Relatório de quebras ocorridas entre 01/01/16 e 31/12/16

Setores	%
Congelados	0,90
Açougue	0,75
Refrigerados	0,27
Mercearia liq	0,22
Outros negócios	0,22
Comodites	0,10
Complementares	0,08
Pet shop	0,06
Mercearia basica	0,03
<b>Total</b>	<b>2,63</b>

Fonte: dados da pesquisa (2017).

Assim o índice de perdas do setor de congelados está representado por 0,90% do faturamento bruto de 2016, açougue apresenta um índice de 0,75%, refrigerados apresenta um índice de 0,27%, mercearia liquida apresenta um índice de 0,22%, outros negócios apresenta um índice de 0,22%, comodites apresenta um índice de 0,10%, complementares o índice apresentado é de 0,08%, pet shop o índice de perdas apresentado é de 0,06% e mercearia básica o índice de perdas é de 0,03%. Totalizando um índice de perdas de 2,63% ao ano nestes seguimentos.

#### 4.6 PERDAS VERSUS IMPLANTAÇÃO DO RFID

De acordo com Razzolini (2012), as etiquetas inteligentes agregam significativamente, vindo de encontro ao código de barras. Todavia, Baltzan (2016) salienta a substituição do código de barras pela tecnologia RFID, devido a capacidade de informação que elas podem armazenar.

A tecnologia de RFID vai muito além de transportar informações do produto, pois permite que estes sejam lidos através de antenas, sem que estejam dentro do campo de visão do ser humano, assim consegue-se identificar o conteúdo do produto desde sua matéria prima até seus efeitos na natureza (Razzolini, 2012).

Desta forma, entende-se que as perdas nas organizações impactam nos resultados financeiros da empresa e, em alguns cenários econômicos, torna-se mais viável otimizar a redução de perdas e desperdícios do que traçar metas que talvez a organização não consiga alcançar.

Assim, entendendo como é o processo de controle efetuado na empresa, verificou-se como as perdas de comportavam em relação ao faturamento da empresa. Assim, por meio dos relatórios, foram analisados os índices de perdas em relação ao faturamento bruto no ano de 2016, separados por setores da empresa. O setor de congelados apresentou perdas 0,90% do faturamento; o açougue um índice de 0,75%; os refrigerados 0,27%; a mercearia liquida 0,22%; e outros negócios apresentaram um índice de perdas de 0,22%. Ainda, os commodities apresentaram um índice de 0,10%; os produtos, complementares 0,08%; petshop 0,06%; e mercearia básica 0,03%. Assim, o total de perdas representou 2,63% do faturamento bruto no ano de 2016.

Da mesma forma, foram pesquisados os valores orçamentários para aquisição de um sistema de controle de produtos por meio de etiquetas de rádio frequência. Foram solicitados três orçamentos para diferentes empresas, sendo que apenas uma delas retornou, denominada “empresa X”, com os valores demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2 – Orçamentos dos equipamentos

Empresa	Equipamento	Valor US\$
X	1 leitor uhf	1.245,00
	2 antenas uhf circular 9	636,00
	3 milhões de unidades de acutag uhf squiglette inflay he (etiquetas)	115.500,00
Total em dólares		117.381,00

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Destaca-se que a empresa X repassou seus orçamentos dos materiais para a instalação dos equipamentos de rastreabilidade, bem como das quantidades suficientes para um ano de atividades na empresa.

## 5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados, o presente trabalho possibilitou analisar o índice de perdas na organização, que corresponde a um total de 2,63% em relação ao faturamento no ano de 2016. Ainda, foi possível calcular que o investimento em um sistema de etiquetas RFID representa aproximadamente 1,30% do faturamento bruto de 2016. Destaca-se que a empresa realizou investimentos em recursos para a prevenção de perdas no primeiro trimestre do ano vigente (circuito interno de câmeras de vídeo), o qual representou 0,088% do faturamento bruto e, que o mesmo não foi suficiente para sanar os problemas com perdas e desperdícios.

Pode-se concluir que, diante da análise comparativa das informações geradas a partir destes dados, uma redução de 49,43% das perdas é suficiente para custear este investimento na organização (2,63% - 1,30%). Ainda, ressalta-se que a utilização deste tipo de tecnologia, além de melhorar os índices de perdas, reduzindo-os, ainda deverá proporcionar: rastreabilidade de produtos, que influenciam em toda a cadeia de suprimentos, desde o ponto de matéria prima até chegar o produto nas mãos do consumidor final; agilidade nos postos de fiscalização, pois os mesmos podem ser lidos simultaneamente, sem que estejam dentro do campo de visão do ser humano; agregação de valor competitivo para a organização, pois o fluxo de informação em tempo real aumenta a credibilidade com os stakeholders.

Desta forma, conclui-se que o uso das etiquetas RFID é uma resposta para a questão destacada na introdução: como prevenir despesas causadas por perdas de desperdício dos produtos expostos nos supermercados? Pois comparando a outros investimentos já realizados, entende-se que as chances de obter sucesso nessa redução são maiores. Conseqüentemente, acredita-se ter alcançado o objetivo geral da pesquisa

que era propor a prevenção de despesas e desperdícios, através da utilização de etiquetas RFID, já que a utilização desta tecnologia corrobora na redução das perdas, bem como, em toda a cadeia de suprimentos, gerando valor competitivo para a empresa, otimizando custos na gestão de estoque e, ampliando a credibilidade entre fornecedor, varejista e cliente.

Portanto, acredita-se que os objetivos específicos foram atingidos, já que no desenvolvimento do referencial teórico, foi possível reunir teorias e conceitos a respeito de prevenção de perdas e o uso de novas tecnologias. Do item 4 ao 4.4, onde descreveram-se as discussões e resultados, pode-se identificar os métodos utilizados pela organização, para o tratamento da prevenção de perdas e desperdícios. No item 4.5, relatou-se o impacto das perdas na organização alvo do estudo e, no item 4.6, foi apresentado como viável, o uso da etiqueta RFID como solução tecnológica para a redução das perdas no ramo supermercadista.

Ainda, acredita-se que o estudo teve grande relevância para o desenvolvimento da pesquisadora, ampliando seus conhecimentos em relação ao incremento da automação e tecnologia e, servindo como auxílio para os gestores da empresa otimizando tempo, recursos, agregando para a organização em valor competitivo, credibilidade, otimizando as perdas e desperdícios, melhorando e facilitando o trabalho dos gestor e toda a equipe envolvida na prevenção de perdas.

Por fim, entende-se que o investimento neste sistema trará grandes vantagens para a organização, pois poderá servir de base para futuras mudanças estruturais, podendo incrementar as gôndolas inteligentes, reposição automática, inclusive novo modelo de atendimento aos clientes, já que a leitura dos produtos poderá ser feita em um processo simultâneo, eliminando assim, o trabalho dos caixas em ler item a item na finalização da compra dos mesmos. Como sugestão de novos estudos, então, deixa-se a possibilidade par pesquisa destas outras tecnologias, com o foco no setor supermercadista.

## REFERÊNCIAS

- [1] Abras. Prevenção de perdas em supermercado. Escola nacional de supermercados. Disponível em: <<http://www.escolaabras.com.br/lms/cursos/perdas>>. Acesso em: 22 abr. 2017.
- [2] Accioly Felipe; Ayres Antônio de Pádua Salmeron; Sucupira Cezar. Gestão de estoque. Rio de Janeiro: FGV, 2008.
- [3] Almeida, Celio Mauro Placer Rodrigues de; Schluter, Mauro Roberto. Estratégia logística. Curitiba, Iesde, 2012.
- [4] Alvarenga, A. C, Novaes, A. G. N. Logística aplicada: suprimento e distribuição física. São Paulo: Edgard Blucher, 2000.
- [5] Anvisa, Agência nacional de vigilância sanitária. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 1 abr. 2017.
- [6] Ayres, Antônio de Pádua Salmeron. Gestão de logística e operações. Curitiba: Iesde Brasil S.A., 2009.
- [7] Ballou, Ronald H.. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- [8] Ballou, Ronald H.. Gerenciando a cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- [9] Baltzan Paige. Tecnologia orientada para a gestão São Paulo: Amgh Editora LTDA 2016.
- [10] Bernardino Eliane de Castro; et al. Marketing de varejo. Rio de Janeiro: FGV, 2015.
- [11] Bowersox, D. J. Logística empresarial: O processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo: Atlas, 2001.
- [12] Carvalho, J Crespo; A lógica da logística. Lisboa: Edições Sílabo, 2004.
- [13] Castiglioni, José Antonio de Mattos. Logística operacional. São Paulo: Érica, 2013.
- [14] Costa, Adenilda Almeida. Prevenção de perdas: Analisar o gerenciamento da prevenção de perdas em organizações supermercadistas de varejo no DF. 2010. Monografia (Graduação em Administração), Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2010.
- [15] Escola Nacional De Supermercados. Prevenção de perdas em supermercados. In.: Cursos on-line. 2016. Disponível em: <<http://www.escolaabras.com.br>>. Acesso em: 28 mar. 2017.
- [16] Gazolla Netto, Alexandre, et al. Rastreabilidade aplicada à produção de sementes de soja. Informativo Abrates. v 22, n2. Londrina: Abrates, 2012.
- [17] Gil, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo, Atlas, 2002.
- [18] Gil, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo, Atlas, 2010.
- [19] Gomes, Carlos Francisco Simões, Ribeiro, Priscila Cristina Cabral. Gestão da cadeia de suprimentos integrada a tecnologia da informação. São Paulo: Tomson, 2004.
- [20] Gs1, Brasil. Liguagem global dos negócios. Epc/Rfid. Disponível em: <<https://www.gs1br.org/codigos-e-padroes/epc-rfid/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 29 maio 2017.
- [21] Gs1, Brasil. Linguagem global dos negócios. Código de barras. Disponível em: <<https://www.gs1br.org/codigos-e-padroes/codigo-de-barras>>. Acesso em: 29 maio 2017.
- [22] Ibevar. Fórum de prevenção de perdas no varejo. 16ª avaliação de perdas no varejo brasileiro. Disponível em: <<http://www.ibevar.org.br/single-postrum-de-Preven-de-Perdas-no-Varejo-foi-apresentada-a-16C2BA-Avalia-Perdas-no-Varejo-Brasileiro>>. Acesso em: 20 mar. 2017.
- [23] Kauark, Fabiana da Silva; Manhães, Fernanda Castro; Medeiros, Carlos Henrique. Metodologia da pesquisa. um guia prático. Bahia: Via Luterarum, 2010.
- [24] Las Casas, Alexandre Luzzi; Marketing de varejo. São Paulo: Atlas, 2013.
- [25] Levi-David Simchi; Kaminsky Philip; Levi Edith Simchi. Cadeia de suprimento projeto e gestão: conceitos, estratégias e estudos de caso. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- [26] Lirani, A. C. Rastreabilidade da carne bovina: uma proposta de implementação. Disponível em: <<http://www.anep.org.br>> Acesso em 30 de maio, 2001.
- [27] Lowertte, T. Mobile marketing and QR: It's all in the promise. Bélgica: Grid Publishing. 2012.
- [28] Magalhães, Eduardo et al. Gestão da cadeia de suprimentos. Rio de Janeiro: FGV, 2013.
- [29] Marconi, Marina de Andrade, Lakatos, Eva Maria. Fundamentos de metodologia científica. São Paulo: Atlas, 2010.
- [30] Martins, Petronio Garcia; Fernando P Laugení. Administração da produção. São Paulo: Saraiva, 2015.
- [31] Mattar, Fauze Najib. Administração de varejo. São Paulo: Elsevier, 2011.
- [32] Neto, João Sanzovo. Superhiper. Disponível em: <<http://www.abrasnet.com.br/superhiper/superhiper/ultima-edicao/ultima-edicao>>. Acesso em: 25 maio, 2017.

- [33] Oliveira Sobrinho, Osvaldo Américo de. Programa de Prevenção de perdas: em sua empresa possui um projeto diretor para prevenir as perdas? Disponível em: <<http://prevenirperdas.com.br>>. Acesso em: 15 maio 2017.
- [34] Paletta Daniel Bento; Marin Sergio Sanches. Do armazém ao supermercado. São Paulo: Paulus, 2014.
- [35] Pinto, Fatima Regina de Toledo; Lemos, Paulo Mattos de. Marketing de varejo. Rio de Janeiro: FGV, 2015.
- [36] Razzolini Filho, Edelvino. Logística empresarial no Brasil. Curitiba: Intersaberes, 2012.
- [37] Reis, Felix. Layout de loja. São Paulo: Baraúna, 2014.
- [38] Rodrigues, Adriano; GOMES, Josir Simeone. Contabilidade empresarial. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- [39] Salack, N; Chambers, S; Johnston, R. Administração de produção. São Paulo: Atlas, 2002.
- [40] Salazar, José Nicolas Azamburja; Benedicto, Gideon Carvalho de. Contabilidade financeira. São Paulo: Thomson, 2004.
- [41] Sambugaro Luiz Fernando. Citações e referência a documentos eletrônicos. Disponível em: <<http://www.revistadistribuicao.com.br/noticias/negocios/2017/01/27/perdas-no-varejo-continuam-grandes-no-brasil.html>>. Acesso em: 7 abr. 2017.
- [42] Santaella, Lucia. Comunicação ubíqua: repercussão na cultura e na educação. São Paulo: Paulus, 2014.
- [43] Santos; Carlos Eduardo. A importância do controle de estoque no mercado varejista. Disponível em: <<http://www.prevenirperdas.com.br>>. Acesso em: 18 maio 2017.
- [44] Savioli Sabrina Costa .Tecnologia para o varejo: estudo sobre como evitar perdas no varejo supermercadista por meio da automação comercial.2014. Monografia (MBA Marketing), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2014.
- [45] Sebrae. Produtos codificados melhoram a gestão do estoque. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/produtos-codificados-melhoram-a-gestao-do-estoque,cc92438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD>>. Acesso em: 14 mar. 2017.
- [46] Vieira, Helio Flavio, Gestão de estoque e operações industriais. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2009.
- [47] Vieira, Sônia. Como elaborar questionário. São Paulo: Atlas, 2009.
- [48] Yin, Robert K. Estudo de caso: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2001.

# Capítulo 3

## GESTÃO DA MANUTENÇÃO NO SETOR DE PRODUÇÃO DE AÇÚCAR EM UMA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA

*Antonio Leonardo Barbosa de Souza*

*Daysianne Braga Fernandes*

*Jaime Soares dos Santos*

*Jeisiely da Cruz Silva*

*Júlio Inácio Holanda Tavares Neto*

**Resumo:** Em um ambiente extremamente competitivo, as usinas sucroalcooleiras precisam investir cada vez mais na manutenção do processo de beneficiamento da cana-de-açúcar. Uma vez que uma interrupção inesperada comprometeria todo o fluxo do processo, comprometendo também prazos e orçamentos, o que impacta diretamente no preço final do produto e fragilizaria a credibilidade da empresa no mercado. Assim, através das técnicas de gestão da manutenção, as organizações brasileiras garantem a otimização do processo produtivo, em termos de custos, tempo de produção e vida útil dos equipamentos, igualando-se às organizações que já implementam essas práticas em países de primeiro mundo. É nesse contexto que o presente artigo tem como objetivo analisar as ferramentas de gestão da manutenção e afim de aplicar de forma estratégica aquela que mais se adequa às particularidades de uma indústria sucroalcooleira. A metodologia utilizada foi de natureza aplicada e qualitativa, através de entrevistas e dados disponibilizados pela empresa. Em seguida, o estudo foi aplicado no setor de produção de açúcar, onde através da confecção da Ordem de Serviço (O.S.), foram analisados e documentados os seguintes critérios a respeito da manutenção; identificação do equipamento, identificação do mantenedor que irá realizar o serviço; tempo de serviço e peças utilizadas. Assim concluiu-se que a ferramenta de gestão de manutenção ideal para a usina em questão é a corretiva programada, além disso foram feitas algumas sugestões de melhoria como; mais investimento no setor e em mão de obra qualificada, um melhor planejamento de estoque de peças, cessar a prática do “remendo” de equipamentos e por fim seguir à risca os procedimentos de manutenção presentes neste trabalho para cada equipamento, dessa forma a indústria garantirá maior tempo de vida e melhor desempenho dos equipamentos aumentando assim o grau de eficiência de sua produção.

**Palavras-chave:** Gestão da manutenção, Ordem de serviço, Otimização do processo produtivo.

## 1. INTRODUÇÃO

As indústrias sucroalcooleiras são responsáveis pela produção de açúcar e álcool, esse setor é de extrema importância para economia brasileira pois, além de sua produção ser suficiente para atender toda demanda nacional, há disponibilidade de excedente para exportação, o que contribui positivamente na balança comercial do Brasil. Por outra parte, açúcar e álcool são commodities, o que significa que investir em fatores geradores de competitividade é fundamental para a sobrevivência e crescimento de determinada indústria. Nesse contexto a gestão da manutenção dos ativos de uma indústria sucroalcooleira desempenha papel estratégico na busca por competitividade do setor.

Observa-se nas indústrias sucroalcooleiras brasileiras a característica sazonal de suas atividades, no Brasil a produção de cana-de-açúcar ocorre durante todo o ano, isso devido à temporada de safra que no Norte-Nordeste ocorre no período oposto à safra Sul-Sudeste, possibilitando assim a colheita de cana ao longo do ano, quando uma região entra na entressafra a outra produz e nesse caso a recíproca também se aplica.

Para Kardec e Nascif (2001), a importância da manutenção dentro das empresas vem tornando essa área em um fator decisivo na tomada de decisões, pois seus objetivos estão quase sempre ligados às estratégias competitivas adotadas pelas organizações. De acordo com Kardec e Nascif (2009), “a atividade de manutenção precisa deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; ou seja, não basta, apenas, reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas, principalmente, é preciso manter a função do equipamento disponível para a operação, evitar a falha do equipamento e reduzir os riscos de uma parada de produção não planejada”.

Conceitualmente a manutenção de operação divide-se em diversas formas, entretanto as quatro mais usuais são; Manutenção corretiva, que pode ser de duas formas, corretiva planejada ou não planejada. Manutenção preventiva, manutenção preditiva que também divide-se em de duas formas, termografia e a análise de vibração e por fim manutenção detectiva.

Tradicionalmente, as indústrias sucroalcooleiras no Brasil priorizam em seus programas de manutenção, a manutenção corretiva planejada, isso se deve à característica de sazonalidade de sua operação, uma vez que existe grande disponibilidade de tempo no período da entressafra, que normalmente é de seis meses.

Segundo Mouta (2011), os objetivos da manutenção industrial têm que ser ligados aos objetivos globais da empresa, já que a manutenção afeta a rentabilidade do processo produtivo em função do seu impacto, tanto no custo de manutenção quanto na continuidade operacional da instalação industrial.

Dentro desse contexto este trabalho visa analisar os tipos de manutenção e a forma como aplicá-los a uma usina sucroalcooleira no setor de produção de açúcar localizada na cidade de Penedo-Alagoas levando em consideração suas peculiaridades, uma vez que com a manutenção adequada dos equipamentos industriais, tem-se a redução dos custos com reparos futuros, evita-se; imprevistos durante o decorrer da moagem e perdas de matéria prima devido a uma possível parada não programada.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com Monchy (1991), a manutenção se caracteriza pelo ato de conservar, sustentar, manter ou consertar algum tipo de sistema que necessite estar sempre em um estado ótimo de operação. Segundo o autor o surgimento da manutenção se deu nos períodos das guerras mundiais, onde era necessário preservar os equipamentos necessários para os combates, deixando-os sempre prontos para o uso e prevenindo o desgaste a curto prazo.

Em um mercado com constante modificação e que há todo momento surgem novas metas a serem alcançadas, torna-se necessário que as empresas invistam em ferramentas que propiciem um melhor gerenciamento de controle da manutenção, alcançando mais qualidade e um aumento da vida útil dos equipamentos, além de melhorar a capacidade de produzir ou prestar um serviço com eficiência, (KARDEC e NASCIF, 2004).

Segundo Britto e Pereira (2003), a globalização da economia mundial leva a um constante aumento na competitividade organizacional, assim as organizações precisam atentar-se a todos os fatores internos que geram um diferencial competitivo a fim de sobressair-se em meio a um mercado com muitos concorrentes e que não admite falhas nem atrasos.

Para Mirshawka (1993), o termo “classe mundial” significa para um fabricante ter as condições para competir em qualquer lugar do mundo oferecendo produtos com qualidade e com preços atrativos, prazos de entrega e ser reconhecido como um fornecedor confiável. Logo as indústrias sucroalcooleiras brasileiras devem aproveitar esse momento em que o setor sucroenergético apresenta boas expectativas de crescimento para aumentar sua capacidade produtiva e competir em tom de igualdade no mercado internacional.

## 2.1. CLASSIFICAÇÃO DA MANUTENÇÃO

De acordo com Gonçalves (2005), o modelo de manutenção a ser implantado deve ser em função das características da instalação industrial, devendo ser coerente com os equipamentos existentes e com a sua exploração, assim conclui-se que cada indústria deve ter seus critérios específicos de manutenção. Existem diversos tipos de classificação de manutenção, assim entender suas diferenças é fundamental para que o procedimento seja aplicado de forma correta evitando assim desperdício com manutenções desnecessárias e paradas não programadas do processo produtivo.

### 2.1.1. MANUTENÇÃO CORRETIVA

Moro e Auras (2007), a manutenção corretiva tem como característica principal, uma metodologia que apresenta ações imediatas de curto prazo, objetivando a devolução do pleno funcionamento de uma máquina que está fora de sua operação normal. A manutenção corretiva pode ser dividida de duas formas:

Manutenção corretiva não planejada – Ocorre sem previsão, apresenta elevados custos de manutenção, os danos ao equipamento são maiores, provoca paradas inesperadas do processo produtivo e perda de materiais.

Manutenção corretiva planejada – A ocorrência já é esperada, programada estatisticamente, esse tipo de manutenção evita a parada inesperada, maiores gastos e perdas.

### 2.1.2. MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Segundo Moro e Auras (2007), a manutenção preventiva pode ser definida como a primeira etapa de um plano de manutenção programado, determinando as inspeções que devem ser realizadas em períodos já definidos, com o objetivo de evitar manutenções corretivas.

De acordo com Xavier (2003), um dos segredos de uma boa preventiva está na determinação dos intervalos de tempo. Dessa forma o tempo de manutenção deve ser estabelecido de forma a equilibrar a necessidade de reparo de determinado equipamento, evitando trocas desnecessárias, resultante de um pequeno intervalo de tempo para reparo ou um tempo muito longo o que causaria maiores danos.

Pereira (2009), afirma que o histórico de frequência de quebras dos equipamentos e os tipos mais comuns de falhas, ajudam no mapeamento para elaboração de um plano eficiente de manutenção preventiva. Assim pode-se elaborar o cronograma de manutenção, juntamente com as indicações de reparo dos fabricantes, dessa forma o processo fica padronizado, resultando em mais qualidade na operação.

### 2.1.3. MANUTENÇÃO PREDITIVA

Segundo Pereira (2009), a manutenção preditiva se caracteriza pelo acompanhamento do desempenho dos equipamentos, através de métodos com análises de dados que são fornecidos nos monitoramentos e inspeções realizados em períodos pré-determinados. Pereira (2009), ainda expõe que existem duas principais técnicas para esse tipo de manutenção, a termografia e a análise de vibração.

Na termografia, analisa-se a temperatura da superfície do equipamento que geralmente é exposto a tensões, por fim na análise de vibração são identificados defeitos em rolamentos ou desalinhamentos, o acompanhamento é feito através de sensores presentes no interior dos equipamentos que detectam possíveis falhas e desgastes.

### 2.1.4. MANUTENÇÃO DETECTIVA

A manutenção detectiva caracteriza-se por investigar e detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção. Um exemplo clássico é o circuito que comanda a entrada de um gerador em um hospital. Se houver falta de energia e o circuito tiver uma falha o gerador não entra. A medida que aumenta a utilização de sistemas automatizados nas operações, mais importante e mais utilizado será, garantindo a confiabilidade dos sistemas (Xavier, 2003).

Embora existam diversas classificações de manutenção, para Xavier (2003), Engenharia de Manutenção - “é o conjunto de atividades que permite que a confiabilidade seja aumentada e a disponibilidade garantida”. Ou seja, é deixar de ficar consertando — convivendo com problemas crônicos —, mas melhorar padrões e sistemáticas, desenvolvendo a manutenibilidade, dar feedback ao projeto e interferir tecnicamente nas compras. Quem só faz a manutenção corretiva continua “apagando incêndio”, e alcançando péssimos resultados. Desta

forma, a organização que utilizar a manutenção corretiva, mas incorporando a preventiva e a preditiva, rapidamente estará executando a engenharia de manutenção.

### 2.2. TENDÊNCIAS DOS TIPOS DE MANUTENÇÃO E CUSTOS POR TIPO DE MANUTENÇÃO

A partir do conhecimento das técnicas de manutenção é possível implementar aquela que mais de adequa à organização, levando em consideração fatores específicos da mesma como por exemplo; tipo de equipamentos, ocorrência de defeitos e taxa de utilização dos equipamentos. Assim a manutenção passa a ser uma ferramenta de cunho estratégico que garante não só a sobrevivência da organização como também aumento de receitas e de produtividade.

Na Tabela 1 a seguir é possível observar que no Brasil a manutenção corretiva é bastante utilizada, mais especificamente a corretiva não planejada, juntamente com a manutenção preventiva que é utilizada de forma excessiva.

Tabela 1 – Nível de atuação dos tipos de manutenção no Brasil

Item	Percentual
Manutenção Corretiva	28%
Manutenção Preventiva	36%
Manutenção Preditiva	19%
Engenharia da Manutenção	17%

Fonte: Abraman (2003)

Na Tabela 2 a seguir pode-se notar o custo médio por tipo de manutenção/ ano, levando em consideração o preço de mercado para tais serviços. Comparando-se a manutenção

preditiva com a corretiva não planejada é possível perceber que a o valor praticamente dobra, da primeira para a segunda.

Tabela 2 – Custo médio de manutenção

Tipo de manutenção	Custo US\$/ HP/ Ano	Relação
Corretiva não planejada	17,00 ~ 18,00	2
Preventiva	11,00 ~ 13,00	1,5
Preditiva	7,00 ~ 9,00	1

Fonte: Xavier (2005)

Através da análise das Tabelas 1 e 2 acima, é possível concluir que no Brasil a manutenção preditiva não é tão difundida, em números ela apresenta o menor custo de operação, entretanto para escolher o tipo de manutenção que deve-se implementar em

uma organização é necessário um estudo mais detalhado e aprofundado.

### 3. METODOLOGIA

O presente estudo utiliza uma abordagem exploratória de caráter qualitativo onde por meio de entrevistas com os responsáveis pela área de manutenção e através de consultas a dados históricos e manuais pode-se documentar os procedimentos, peças utilizadas e tempo de reparo adotados para cada equipamento no beneficiamento da cana para produzir o açúcar e assim entender os critérios de escolha para a utilização de determinado método de manutenção.

Este trabalho é caracterizado como uma pesquisa exploratória; descritiva e explicativa. Exploratória por constituir-se na busca de conhecimentos na área de estudo sobre a gestão da manutenção industrial, pesquisa, observação, análise, classificação e interpretação dos dados coletados e, ainda é descritiva porque se pretendeu expor uma das características das metodologias da gestão da manutenção industrial (Vergara, 2005).

No que diz respeito aos meios, Vergara (2005), cita a pesquisa como documental, bibliográfica e de campo. Bibliográfica, porque para a fundamentação teórico-metodológica do trabalho realizou-se uma investigação com base nas publicações dos artigos, livros, apostilas, sites relacionados à gestão da manutenção.

### 4. ESTUDO DE CASO

O estudo foi realizado em uma usina sucroalcooleira no setor de produção de açúcar, localizada na cidade de Penedo, no estado de Alagoas. Os dados e as observações coletadas foram através de um acompanhamento na indústria durante o

período de entressafra, no setor de manutenção, respeitando as limitações e determinações da entidade.

Antes de qualquer serviço de manutenção de máquinas ou de equipamentos é necessária a confecção da Ordem de Serviço (O.S.). Nela contém as informações necessárias sobre descrição do serviço de manutenção, tais como:

1. Identificação do equipamento;
2. Identificação do mantenedor que irá realizar o serviço;
3. Tempo de serviço;
4. Peças utilizadas.

#### 4.1. MANUTENÇÃO DA CENTRÍFUGA DE AÇÚCAR

No período de entressafra a usina realiza a desmontagem e montagem de suas centrífugas para realizar alguns reparos, geralmente o tempo do serviço de manutenção desse equipamento é de uma semana.

A manutenção desse equipamento pode ser realizada de maneira preventiva ou corretiva, a manutenção em centrífugas de açúcar é uma medida que visa assegurar que a indústria terá seu equipamento em ótimo estado funcional, além de aumentar consideravelmente a vida útil do mesmo.

Cuidadosamente e seguindo o manual do fabricante são colocadas todas as peças e instalações pneumáticas, posteriormente é acionada a equipe da manutenção elétrica para realizar as instalações elétricas do equipamento e juntamente com a equipe de mecânica, realizam os testes necessários para o funcionamento do equipamento.

Figura 1- Centrífuga de açúcar em funcionamento



Fonte: <http://www.centripac.com.br/portfolio>

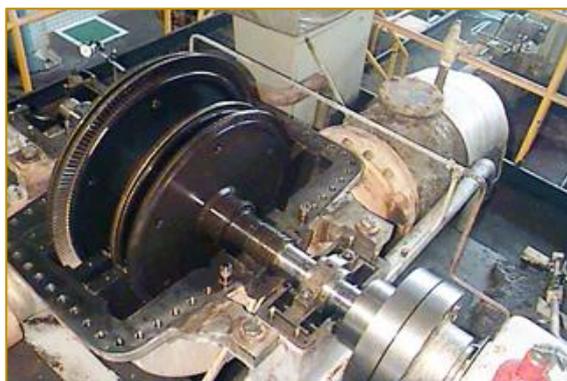
#### 4.2. REPAROS NA TURBINA À VAPOR DE ACIONAMENTO DAS MOENDAS

Com o auxílio de uma O.S. na área de moendas, é realizado alguns reparos importantes na turbina a vapor. Essas turbinas são acionadas por vapor superaquecido direto das caldeiras. É o principal equipamento do sistema de acionamento da moenda, porque é responsável pela transformação da energia térmica do vapor que vem das caldeiras em energia mecânica.

Normalmente uma turbina aciona dois ternos de moendas, havendo uma redução de velocidade até a faixa usual de 3 a 7 rpm, que é a faixa usual de rotação das moendas.

Para garantir o bom funcionamento da turbina mostrada na Figura 2 abaixo, é necessária a lubrificação adequada e substituição de algumas vedações do corpo da turbina, o tempo do serviço de reparo na turbina à vapor é cerca de três dias.

Figura 2 – Turbina a vapor aberta



Fonte: Covre (2010)

#### 4.3. AJUSTE DA CORREIA DO COMPRESSOR DE AR

Os compressores têm a função de fornecer ar para todo sistema pneumático da usina, como por exemplo, as válvulas comandadas por instrumentos automáticos. Durante uma visita rotineira, foi constatado um ruído anormal na máquina, logo foi notado que a correia estava precisando ser ajustada. A correia não pode ficar apertada de mais nem folgada, ela deve sempre estar regulada, pois pode causar desgaste ou deslizamento da correia.

Outro ponto importante é o alinhamento da correia. Ao realizar algum serviço no compressor deve-se sempre alinhar a correia para evitar prejuízos como desgaste ou rompimento da correia, ruído anormal e trepidações, o tempo do serviço de ajuste da correia de compressor de ar é cerca de metade de um dia.

#### 4.4. MANUTENÇÃO DE VÁLVULAS BORBOLETA

Os tipos de válvulas dentro de uma usina de açúcar e álcool são diversos. Ainda é muito comum o uso de válvulas do tipo borboleta dentro das indústrias, pois seu custo é baixo e sua eficiência é satisfatória.

A válvula borboleta é utilizada especialmente para gases e líquidos em baixa pressão, pois possui baixa queda de pressão e ação rápida. A válvula borboleta consiste em um anel do mesmo diâmetro da tubulação, com um disco que gira dentro do anel em torno de um eixo, abrindo ou obstruindo a passagem do fluido.

Muitas válvulas tipo borboleta como mostra a Figura 3 abaixo tem um mecanismo do atuador para segurar a válvula na posição desejada. Quando o fluido é corrosivo ou erosivo, o corpo e disco podem ser revestidos com materiais mais resistentes.

Em bitolas pequenas, o mais comum é com alavanca, em bitolas maiores, a válvula é fornecida com volante e caixa de engrenagem, pode ser, também, com acionamento automático por sistema hidráulico ou elétrico. Esse tipo de válvula

difícilmente apresenta defeitos, mas quando apresenta quase sempre precisam ser substituídas, pois seu corpo contém poucas

peças, o tempo do serviço de manutenção da válvula borboleta é cerca de metade de um dia.

Figura 3 – Válvula borboleta



Fonte: Autores (2018)

#### 4.5. MANUTENÇÃO DE VÁLVULAS GAVETA

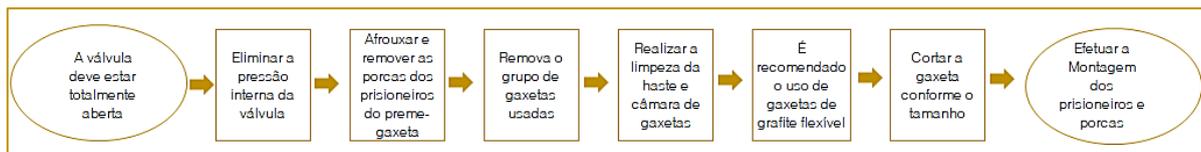
As válvulas dentro da indústria são em grande número, geralmente ficam expostas ao tempo, com isso podem apresentar vazamentos pela haste e outros problemas.

O tipo de válvula gaveta é frequente em uma usina de açúcar e álcool. Elas possuem características próprias, com diversas formas construtivas, destinadas para uso em diversas situações e para diferentes objetivos. Projetadas para uso em instalações industriais, as válvulas gavetas operam

totalmente fechada ou totalmente aberta de acordo com a precisão de uso.

A utilização contínua ou prolongada de uma válvula com vazamento da haste causa danos às gaxetas e a própria válvula. Para realizar a substituição dessas gaxetas foram utilizados os passos do diagrama como mostra a Figura 4 a seguir, o tempo do serviço de manutenção desse equipamento é cerca de metade de um dia.

Figura 4- Diagrama com os procedimentos para troca de gaxeta



Fonte: Autores (2018)

#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estipular que todas as organizações devem adotar o mesmo método de manutenção, como por exemplo a preditiva, por apresentar menor custo, não seria o ideal, uma vez que cada organização apresenta suas particularidades como recursos, tempo de parada, custo, equipamentos, o ideal seria o investimento nesse setor por parte da empresa, uma vez que para minimizar as chances de erro é essencial mão de obra qualificada, dessa forma a mesma terá sucesso no momento de escolha e aplicação do método.

A partir da análise do referencial teórico juntamente com o que foi constatado na pesquisa de campo na usina, pode-se concluir que de fato o método de manutenção corretiva planejada é o mais utilizado, em alguns casos, erros fazem com que ocorra a manutenção corretiva não planejada, que é a mais prejudicial e custosa.

O método de manutenção corretiva planejada pode não ser o mais barato em números, entretanto analisando as particularidades da organização em relação ao custo/ benefício, a aplicação desse método é o mais vantajoso levando em consideração as especificações da empresa como sazonalidade,

equipamentos, custos de manutenção e disponibilidade de recursos.

Durante o processo de manutenção, foram propostas algumas melhorias como por exemplo; documentar as manutenções feitas principalmente durante o período de safra, muitas vezes por conta de urgência acabam por não serem documentadas, além disso foi proposto também um melhor planejamento de reposição de peças, para que um setor não

utilize a peça de outro setor, foi sugerido também cessar a prática do “remendo”, a princípio esse tipo de reparo pode parecer mais vantajoso, entretanto a longo prazo pode-se ter maiores prejuízos ao maquinário, e por fim os procedimentos de manutenção presentes neste trabalho devem ser seguidos para garantir um maior tempo de vida e melhor desempenho dos equipamentos no setor de produção de açúcar.

## REFERÊNCIAS

- [1] Britto, R. de; Pereira, M. A. (2003) - Manutenção autônoma: estudo de caso em empresa de porte médio do setor de bebidas. In: VII Semead, Seminário de Estudos de Administração da USP – Universidade de São Paulo.
- [2] Covre, Caio. (2010). Projeto instalações industriais: Moenda X Difusor. Apostila do Curso Técnico de Açúcar e Álcool- Centro Pula Souza. São Paulo.
- [3] Gonçalves, César Duarte Freitas. Gestão da Manutenção de um Sistema de Cozedura na Indústria Cimenteira, 2005, 219 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Universidade de Nova Lisboa, Lisboa, 2005.
- [4] Mirshawka, V.; Olmedo, N.L. Manutenção - Combate aos Custos da Não-Eficácia: A Vez do Brasil. São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda., 1993.
- [5] Monchy, F. (1991). A função manutenção. São Paulo: Durban Ltda.
- [6] Mouta, Carla Sofia Pereira. Gestão da manutenção, 2011, 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Electromecânica) – Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2011.
- [7] Moro, N., & Auras, A.P. (2007). Introdução a Gestão da Manutenção. Apostila do Curso Técnico de Mecânica Industrial –Cefet/SC. Florianópolis. Disponível em: <[http://docente.ifb.edu.br/paulobaltazar/lib/exe/fetch.php?media=apostila\\_manutencao.pdf](http://docente.ifb.edu.br/paulobaltazar/lib/exe/fetch.php?media=apostila_manutencao.pdf)>. Acesso em: 2 de maio de 2018.
- [8] Pereira, M. J. (2009). Engenharia de manutenção – teoria e prática. Rio de Janeiro: Ciência Moderna.
- [9] Kardec, A., & Nascif, J. (2001). Manutenção: função estratégica (2a ed.). Rio de Janeiro: Qualitymark.
- [10] Kardec, A., & Nascif, J. (2004). Manutenção: função estratégica (2a ed.). Rio de Janeiro: Qualitymark.
- [11] Kardec, A., & Nascif, J. (2009). Manutenção: função estratégica. (3a ed.). Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás.
- [12] Vergara, Sylvia Constant. Projetos e relatórios de pesquisa científica em administração. 6ª ed. São Paulo: Ed. Atlas, 2005.
- [13] Xavier, Julio Nascif. Manutenção Preditiva Caminho para a excelência. Disponível em: <[http://www.engeman.com.br/site/ptb/artigostecnicos.asp/manutencaopreditiva\\_Nascif.zip](http://www.engeman.com.br/site/ptb/artigostecnicos.asp/manutencaopreditiva_Nascif.zip)>, 2005. Acesso em 3 de maio de 2018.
- [14] Xavier, Júlio Nascif. Manutenção – Tipos e Tendências. Disponível em: < [www.manter.com](http://www.manter.com)>. 2003. Acesso em: 3 de maio de 2018.

# Capítulo 4

## *GESTÃO DE ESTOQUES: ESTUDO DE CASO EM UM LABORATÓRIO DE ANÁLISE CLÍNICA NA CIDADE DE SÃO LUÍS – MA*

*Dandara Lisiane Dourado dos Santos*

*Eunice Paraguassu Moura*

*Rita de Cassia Carvalho Mattos Rafael*

*Carlos Alberto dos Santos Lira*

**Resumo:** A gestão de estoque é uma das áreas que mais recebe atenção na Administração de Materiais por estudar o nível adequado de material, que garante a operacionalidade da organização sem comprometer o nível de serviço oferecido aos clientes e por impactar de forma substancial o recurso financeiro da empresa. Saber identificar o momento certo de colocar um novo pedido, a quantidade ideal, o que deve permanecer em estoque e como controlar são algumas das tarefas do gestor de materiais. Visando analisar as práticas da gestão de estoque de um laboratório de análise clínica na cidade de São Luís no estado do Maranhão, este estudo teve como problema de pesquisa: como é realizada a gestão de estoque em uma empresa de análise clínica situada na cidade de São Luís – MA? Seus objetivos consistiram em fazer a revisão da literatura sobre o tema, identificar e descrever a gestão de estoque em operação na empresa e propor eventuais melhorias para a organização. A pesquisa caracterizou-se como qualitativa e descritiva, pois buscou expor como a empresa realiza sua gestão de estoque, em especial, como lida com o dimensionamento e controle em suas operações de rotina. Para o levantamento dos dados foram utilizadas visitas in loco e entrevista estruturada com o gestor de materiais. Diante das análises, constatou-se que o descompromisso da empresa com o registro das informações referentes a movimentações de materiais, a ausência de classificação que trate os itens conforme seu valor monetário, a ausência de método quantitativo para previsão de consumo e a falta de um sistema de informação que auxilie o gestor nas tomadas de decisões têm dificultado o controle e gestão eficiente dos recursos materiais.

**Palavras - Chave:** Estoque; Controle; Gestão de estoque.

## 1. INTRODUÇÃO

Administrar materiais é uma das áreas mais importantes da organização. A competitividade da empresa no mercado depende de como os materiais são geridos, os quais devem possuir níveis adequados com as suas demandas sem comprometer a saúde financeira da organização.

A existência de material aguardando utilização futura é justificada por diversos motivos, que compreende desde o descompasso entre oferta e demanda até a economia na compra de uma quantidade maior do produto. Em contrapartida, existem motivos para que as empresas não os possuam. Investir em estoques onera o capital que poderia ser investido em outras áreas da empresa. Essas duas vertentes têm exigido do administrador habilidades para conciliar da melhor maneira possível essa questão.

Nesse contexto, a gestão de estoques ganha destaque como a atividade que busca equilibrar a necessidade de materiais e os custos com a satisfação dos clientes de forma que os produtos sejam dispostos no momento, na quantidade e no tempo certos. Com isso, ela busca apresentar alternativas viáveis e métodos eficientes de gestão, haja vista que uma eficiente gestão de estoque possibilita à organização obter melhorias significativas na sua administração como um todo, uma vez que repercute na eficiência da produção planejada, traz maior segurança nas tomadas de decisões, além de prevenir possíveis atrasos na entrega de pedidos.

Considerando o tema apresentado, o presente artigo tem como problema de pesquisa: como é realizada a gestão de estoque em uma empresa de análise clínica situada na cidade de São Luís – MA? Tal questionamento requer tanto uma revisão bibliográfica quanto a utilização de métodos de coleta de dados capazes de permitir que a temática pesquisada alcance o objetivo geral que é estudar as práticas de gestão de estoques utilizadas em uma empresa de análise clínica situada em São Luís – MA, com objetivos específicos de: fazer a revisão da literatura sobre o tema; identificar e descrever a gestão de estoque em operação na empresa; e propor eventuais melhorias para a organização.

No presente estudo buscam-se essencialmente propostas que tornem o gerenciamento de estoque, para a empresa pesquisada, mais eficiente, tornando-a assim

mais competitiva. Dessa forma, espera-se que o resultado da pesquisa científica contribua para que os gestores tomem decisões mais assertivas no que se refere à gestão de estoques.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para que o presente artigo atinja seus propósitos, torna-se necessário um estudo das teorias que abordam o assunto. Nesse sentido, é indispensável uma abordagem aos seguintes temas: importância da gestão de estoque; dimensionamento de estoques; e sistemas de controle de estoque.

### 2.1. IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE ESTOQUES

Martins e Alt (2009) definem gestão de estoques como um conjunto de ações que possibilita ao gestor identificar se os estoques estão sendo consumidos de maneira eficiente e eficaz. Já Slack et al. (2013) conceituam gestão de estoques como uma atividade que planeja e controla os acúmulos de recursos transformados conforme sua movimentação pelas cadeias de suprimentos, operações e processos.

Definida então gestão de estoque, o estudo passa a focar o que de fato pode ser considerado como estoque e a sua função. De acordo com Moreira (2012), estoque pode ser qualquer quantidade de qualquer material sob aguardo de utilização futura. Em relação ao tipo de material que é mantido estocado, existem quatro classificações dos estoques: estoque de matérias primas, estoque de componentes, estoque de produtos em processo e estoque de produtos acabados. Ballou (1993) enumera seis razões pelas quais uma empresa deve manter estoques: melhoria no nível de serviço oferecido aos clientes; economia de escala nas compras de lotes maiores; proteção contra alteração de preços; imprevistos como greves, incêndios e inundações; incentivo à economia na produção; prevenção da empresa às incertezas na demanda e no tempo de ressuprimento, o que justifica a necessidade dos estoques.

Para Nogueira (2012), a formação de estoques baseia-se em causas fundamentais que são incertezas, flutuações da oferta, erros nas previsões e expectativas, falta de conhecimento dos conceitos e técnicas de gestão de estoques, políticas ultrapassadas,

falta de informações ocasionadas por sistemas precários e falta de confiabilidade nos dados.

Suzano (2013) apresenta uma lista de requisitos básicos para uma gestão de estoque eficiente e eficaz, sendo eles estimativas razoáveis de manutenção de pedido e de falta de estoque, previsão de demanda que seja confiável, um sistema de classificação para os itens em estoque, um sistema para acompanhar o estoque disponível e o encomendado. Estes requisitos serão apresentados nos próximos tópicos.

## 2.2. DIMENSIONAMENTO DE ESTOQUES

O dimensionamento dos estoques, na concepção de Rios (2011), trata das questões relativas à quantidade de estoque que deve ser mantida e a maneira como isso deve ser feito. Para tal, deve-se levar em consideração os custos envolvidos na manutenção deste estoque, bem como questões referentes à previsão de consumo.

Do ponto de vista de Garcia et al. (2006), uma das finalidades da gestão de estoque é determinar os custos envolvidos na manutenção ou não de produtos estocados. Desse modo, os autores desmembram os custos em três categorias: custos de pedido, custos de manutenção e custo de falta.

Para Pozo (2015) a previsão das quantidades que o mercado irá necessitar é uma tarefa importantíssima no planejamento empresarial, e, em função disso, o administrador deve alocar métodos e esforços adequados em seu diagnóstico. Slack, Chambers e Johnston (2015) apresentam as séries temporais como modelos matemáticos que preveem o futuro baseado em dados passados.

As organizações de modo geral, de acordo com Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), mantêm em estoque milhares de produtos, mas apenas um pequeno percentual deles merece atenção mais cuidadosa e controle mais firme por parte do gestor. A classificação ABC é o processo de dividir o produto em três categorias, de acordo com o valor agregado de tal forma que a atenção do gestor seja direcionada para os itens que apresentam maior valor financeiro.

Para Moraes (2015) a informação sobre a quantidade de material estocado deve apresentar alto nível de confiabilidade. Assim, um dos principais objetivos da gestão de estoque é garantir a precisão das

movimentações de entrada e saída desses itens. Para isso, é necessário adotar uma ferramenta que garanta a informação sobre o volume existente e uma análise constante do comportamento do estoque. Neste contexto, ganha destaque o inventário do estoque.

Para o bom funcionamento da gestão de estoque, é de grande relevância o cálculo do giro do estoque ou de sua rotatividade. Dias (2011) apresenta o giro de estoque como a relação existente entre o consumo anual e o estoque médio do produto, ou seja, é o número de vezes que o estoque é totalmente renovado em um período de tempo.

## 2.3. SISTEMAS DE CONTROLE DE ESTOQUES

Corrêa e Corrêa (2012) afirmam que a implantação de um sistema de controle de estoques elimina uma das razões para o surgimento dos mesmos, a falta de coordenação informacional entre as fases de um processo de transformação. Uma das principais razões de ser dos sistemas de gestão é exatamente propiciar esta coordenação.

De acordo com Tubino (2009), o sistema de revisão contínua consiste em estabelecer uma quantidade de itens em estoque, chamada de ponto de pedido ou de reposição, que, quando atingida, dá início ao processo de reposição do item em uma quantidade preestabelecida. O estoque fica separado em duas partes pelo ponto de pedido.

Para Bertaglia (2016), o sistema de revisão periódica consiste na revisão periódica, fixa e regular dos estoques. Um novo pedido é colocado no final de cada período, o número de períodos entre os pedidos é previamente estabelecido. A demanda não é constante, ou seja, a demanda total entre as revisões varia, variando também o tamanho do lote. Contudo, o período de revisão se mantém fixo.

Izidoro (2016) conceitua o MRP (Material Requirement Planning), ou Planejamento das Necessidades de Materiais, como um sistema de administração de materiais que busca quais produtos constam na previsão de vendas, identifica quais materiais serão utilizados na sua fabricação, calcula sua necessidade total e subtrai o que já existe no estoque. A meta mais importante do MRP é manter o estoque em baixo nível. De acordo com Dias (2015) assim como o MRP, o sistema MRP II (Manufacturing Resources

Planning) baseia-se na lógica do cálculo de necessidades. Na visão de Zorzo (2015) o ERP (Enterprise Resource Planning), ou Planejamento dos Recursos do Negócio, é um sistema de planejamento integrado capaz de controlar todos os recursos materiais, pessoais, financeiros e processuais que uma empresa possui.

Como caracteriza Silva (2013), um sistema de controle de estoque projetado para reduzir as quantidades armazenadas, pela coordenação das entregas de suprimento com a produção, é o just-in-time (JIT). O sistema envolve reduzir custos e melhorar o fluxo de trabalho pela programação de materiais que chegam a uma estação de trabalho no momento exato de ser utilizado.

### 3. METODOLOGIA DA PESQUISA

Para a classificação do presente estudo, tomou-se como base a taxonomia apresentada por Vergara (2016) que classifica a pesquisa científica em relação a dois aspectos: quanto aos fins e quanto aos meios. A pesquisa caracterizou-se, quanto aos fins, como descritiva, pois buscou expor como a empresa realiza sua gestão de estoque em especial, como lida com o dimensionamento e controle de estoque em suas operações de rotina.

Quanto aos meios, a pesquisa foi bibliográfica e de estudo de caso. De acordo com Gil (2012) a pesquisa bibliográfica é elaborada com base em material anteriormente publicado. O estudo de caso consistiu no estudo profundo e exaustivo das práticas de gestão de estoque, de maneira que permitiu seu amplo e detalhado conhecimento.

Quanto aos procedimentos técnicos, o estudo utilizou visitas in loco e a entrevista estruturada, que Marconi e Lakatos (2005) caracterizam como aquela em que o entrevistador segue um roteiro previamente estabelecido. Aplicou-se ao responsável pela área de materiais da empresa um roteiro de entrevista com 19 questões subjetivas com o objetivo de identificar as práticas de gestão de estoque em operação na empresa. Com as informações levantadas e analisadas foi possível propor melhorias na gestão de materiais para atender as expectativas dos clientes, respeitando a capacidade da organização.

## 4. ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO

Nesta seção serão apresentados os resultados e discussão da pesquisa. Com o propósito de manter a discrição da empresa em estudo a pedido do seu gestor, optou-se por denominá-la de “empresa Beta”.

### 4.1. QUANTO À IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE ESTOQUES

A administração de materiais da empresa analisada não dispõe de um setor específico no seu organograma, é realizada por um profissional da área da saúde que dedica algumas horas semanais à rotina do almoxarifado. Esse profissional concentra todas as decisões acerca do planejamento e controle dos materiais necessários para operação de serviços.

O estoque de materiais da empresa Beta é composto por aproximadamente 500 itens entre reagentes químicos, materiais descartáveis, limpeza e de escritório. Ao questionar o gestor sobre as razões pelas quais os estoques são mantidos, sua resposta foi a seguinte:

[Sic] Olha...a razão de termos estoques é... na verdade são as razões. A primeira delas é que a produção não pode parar por conta da falta de algum material. A outra razão é que as vezes compramos material de um fornecedor de São Paulo, então para compensar o frete pedimos uma maior quantidade de coisas. Outro motivo é que os nossos fornecedores de São Luís também dependem de outros e as vezes acontece atraso na entrega. Então essas são basicamente as razões porque mantemos estoques.

Paralelamente às razões apresentadas pelo gestor, pôde-se identificar que outras causas contribuem para a formação de estoques e, se manipuladas de forma adequada, é possível chegar a níveis mais próximos possíveis do consumo real. Falta de conhecimento dos conceitos e técnicas de gestão de estoque, falta de informações ocasionadas por sistemas precários e falta de confiabilidade nos dados são alguns dos motivos que poderão levar à empresa a baixa liquidez financeira, previsões de consumo superestimadas, necessidade de espaço maior para armazenamento de materiais e maior despesa administrativa.

#### 4.2. QUANTO AO DIMENSIONAMENTO DE ESTOQUE

Na empresa em estudo, a previsão de consumo é feita com base na experiência do gestor. Segundo o gestor, semanalmente pedidos de materiais são feitos ao fornecedor com base no que ele julga ser a quantidade ideal para o consumo em determinado período.

Quando questionado a respeito de que tipo de custo a empresa depositava mais atenção na perspectiva de minimizá-lo, sua resposta deixou claro que o custo de falta era o mais importante na visão da empresa. Entregar laudos laboratoriais após o período previsto representa grandes perdas para o laboratório, pois impacta na percepção de confiança que o cliente tem acerca do serviço.

[Sic] A minha função basicamente é não deixar faltar material. As atividades do laboratório não podem parar por falta de um reagente por exemplo. O que eu faço é sempre observar pelo menos uma vez na semana se tem algum material com baixo estoque. Não é comum nós atrasarmos a entrega de um resultado de exame por falta de material. Já aconteceu... claro. Mas, isso é uma exceção. Até porque não dar para perder cliente por falta de material, isso abala a relação do cliente com a empresa. A possibilidade desse cliente fazer exames conosco da próxima vez diminui bastante.

Segmentar materiais é análogo a classificá-lo de acordo com um critério. Na literatura dispõe-se de vários modelos que auxiliam o gestor a estabelecer essa segmentação. Ao indagá-lo se é adotada uma classificação que considere os itens mais e menos importantes do estoque, sua resposta foi negativa. A indagação seguinte foi a respeito de quanto, em termos percentuais, o item mais caro do estoque representa em relação ao total. Sua resposta foi:

[Sic] Olha...eu não sei te dar essa resposta com precisão. Mas, eu diria que é algo em torno de uns 15% talvez...O item mais caro é a vitamina D que custa em torno de uns 1.600 reais. Mas te responder quanto isso significa em relação a tudo que temos no almoxarifado realmente...eu não sei.

As organizações, de modo geral, de acordo com Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), mantêm em estoque milhares de produtos, mas apenas um pequeno percentual deles merece atenção mais cuidadosa e controle mais firme por parte do gestor. A classificação ABC é o processo de dividir o produto em três categorias, de acordo com o valor agregado

de tal forma que a atenção do gestor seja direcionada para os itens que possuem maior valor financeiro.

#### 4.3. QUANTO AO SISTEMA DE CONTROLE DE ESTOQUE

O sistema utilizado para identificar o momento certo de fazer um novo pedido e a quantidade para determinado item usual na empresa obedece a uma periodicidade semanal. Embora se tenham notado alguns procedimentos condizentes com o sistema de revisão periódica, não se pode afirmar que ele esteja sendo utilizado pela empresa, tendo em vista que as ações são claramente amadoras e insuficientes em termos das práticas requeridas pelo referido sistema.

A utilização do sistema de revisões periódicas exige certos cuidados para que sua utilização obtenha um nível satisfatório de eficiência. A determinação dos períodos de reposição deve ser examinada de tal forma que não cause rupturas ou excesso de material em estoque. Para minimizar os riscos, o ideal é que sejam calculadas revisões para cada item ou classe, considerando o estoque físico existente, o consumo no período e o tempo de reposição.

A adoção desse sistema pela organização precisa ser reconsiderada, pois a utilização do sistema apenas pelo critério da periodicidade não explora o potencial efetivo do sistema. Os pedidos são feitos uma vez por semana para todos os itens do estoque e, devido à quantidade, é comum alguns serem esquecidos, o que ocasiona frequentes compras de emergência. Além desse fato, não é realizado cálculo prévio da quantidade ideal para a semana seguinte, o que leva à compra de quantidade superior à demanda ou faltas que são resolvidas com mais compras em caráter emergencial.

A cada semestre é realizado o inventário para controle dos itens armazenados. Não costumam ocorrer perdas significativas por obsolescência ou vencimento do prazo de validade. Este fato é apontado pelo gestor como a principal qualidade da gestão de estoques do laboratório. Em contrapartida, a principal deficiência citada por ele é a ausência de um sistema de informação que subsidie as decisões relacionadas ao gerenciamento de estoque.

Os dados coletados durante o estudo definem as práticas da gestão de estoque da empresa Beta, conforme o quadro 1:

Quadro 1- Práticas da gestão de estoque da empresa Beta

Práticas da gestão de estoque	Consequência
Descompromisso com o registro das informações referente a movimentação de materiais	Falta de informação fidedigna em relação ao controle de estoque
Ausência de classificação que trate os itens conforme seu valor monetário ou nível de importância relativa	Todos os itens são tratados da mesma forma, tirando do foco os itens que merecem maior controle
Ausência de método quantitativo para previsão de consumo	Previsão de consumo baseado apenas na experiência
Ausência de sistema de informação que entregue resposta em tempo real com alto nível de confiabilidade	Perda de informações relevantes para o planejamento, controle e retroalimentação do planejamento do estoque
Ausência da aplicação integral dos conceitos referente ao sistema de revisão periódica	Baixa efetividade no uso desse sistema

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

As práticas em atividade na empresa estudada precisam ser confrontadas com dados quantitativos para que os gestores tenham a dimensão de quão eficiente e eficaz são os métodos adotados. A princípio, a empresa ainda não se deu conta da dimensão que é administrar estoques e de quanto isso representa para a saúde financeira da empresa. Revisar suas atividades diárias e buscar novas formas de gerir seus recursos auxiliará na posição futura da empresa no mercado.

Recomenda-se à organização o controle e registro rígido de todas as atividades realizadas no estoque. Por meio da disciplina e compromisso com a informação, a empresa poderá estudar e adotar o método mais adequado de acordo com seus objetivos operacionais. Dimensionar estoques não é uma tarefa fácil, mas a partir da combinação de ferramentas e da experiência do cotidiano é possível obter bons resultados entregando ao cliente bom nível de serviço.

Diante da análise da conjuntura atual da empresa, o caminho que se sugere para que alcance resultados mais competitivos é a adoção da classificação ABC, previsão de consumo baseada em modelos matemáticos e a adoção de um sistema de informação. A classificação ABC permite o controle mais rígido nos itens da categoria A, com menor estoque de segurança por reter maior investimento financeiro, e controle mais brando aos itens da categoria C.

A previsão de consumo, baseada em modelo matemático, utiliza dados passados para prospectar o consumo futuro. Nesse processo é de vital importância a confiabilidade dos dados no que tange a movimentação dos itens do estoque, caso contrário a estimativa não se aproximará do consumo real, o que poderá levar a excesso ou escassez de

materiais. A implantação de um sistema de informação auxiliará os gestores a tomar decisões em menor tempo e com maior qualidade.

O sistema de informação mais adequado a situação atual da empresa é aquele que dispõe de dados como : identificação padronizada de cada produto; quantidade que foi comprada e o custo unitário; quantidade de saída, para saber a quantidade exata que tem no estoque; estoque mínimo; identificação da classificação ABC; localização física do produto no estoque; controle de prazo de validade; giro de estoque, para verificar o tempo que estes materiais levam para serem completamente consumidos; cadastro de fornecedores, dentre outros.

## 5. CONCLUSÃO

A gestão de estoque constitui um desafio aos administradores por envolver vários elementos e causar impacto em todas as áreas da empresa. Por meio da utilização de ferramentas, métodos e o acúmulo de experiências cotidianas é completamente possível alcançar o equilíbrio entre oferta e demanda. A visão empresarial voltada para a oportunidade desafia a empresa a deixar sua zona de conforto e buscar sempre os melhores resultados operacionais.

Este estudo de caso teve como objetivo estudar as práticas de gestão de estoque da Empresa Beta, atuante há 38 anos no mercado de análise clínica no Estado do Maranhão. Os objetivos traçados e os resultados apontam o descompromisso com os registros das informações referentes a movimentação de materiais, ausência de classificação que trate os itens conforme seu impacto financeiro ou nível de importância

relativa, ausência de um método matemático para previsão de consumo, ausência de sistema de informação que entregue resposta em tempo real com alto grau de confiabilidade e ausência da aplicação integral dos conceitos referente ao sistema de revisão periódica.

Os sistemas informatizados têm a finalidade de oferecer aos tomadores de decisões informações em tempo real, modernização dos procedimentos e evita erros. Tendo em vista que a empresa não dispõe de nenhum sistema com essas características, sua implantação permitirá o controle seguro sobre os 500 itens, aproximadamente. Para o bom funcionamento do sistema, o treinamento e conscientização dos funcionários e proprietários da empresa sobre os benefícios do sistema também serão necessários, pois toda mudança gera resistência e, se os colaboradores envolvidos na organização não encararem as benfeitorias trazidas por esse

sistema como benéficas, a eficiência do sistema será comprometida.

A implantação da classificação ABC dará ao gestor de materiais a oportunidade de tratamento diferenciado aos itens do estoque, de tal forma que os prioritários receberão maior controle e, portanto, o risco de reter capital desnecessário para estes materiais diminuirá. A escolha do modelo matemático que melhor se ajusta às necessidades da empresa e a revisão dos conceitos relacionados ao sistema de revisões periódicas compõem as sugestões apresentadas nesta pesquisa.

As sugestões propostas são aplicáveis apenas ao caso tratado neste estudo, ressaltando-se, porém, que elas não esgotam a lista de possibilidades. O diagnóstico feito por este estudo poderá contribuir para que a organização trace novas estratégias para uma gestão eficiente e eficaz dos seus recursos materiais.

## REFERÊNCIAS

- [1] Ballou, Ronald H. Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 1993.
- [2] Bertaglia, Paulo Roberto. Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2016.
- [3] Corrêa, Henrique L., Corrêa Carlos A. Administração da produção e operações manufaturas e serviços: uma abordagem estratégica. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- [4] Dias, Marcos Aurélio P. Administração de materiais: princípios, -conceitos e gestão. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- [5] \_\_\_\_\_. Administração de Materiais: uma abordagem logística. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- [6] Garcia, Eduardo Saggiore et al. Gestão de estoques: otimizando a logística e a cadeia de suprimentos. Rio de Janeiro: E-Papers Serviços Editoriais, 2006.
- [7] Gil, Antonio Carlos. Como elaborar projeto de pesquisa. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- [8] Izidoro, Cleyton. Gestão de tecnologia e informação em logística. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.
- [9] Krajewski, Lee J.; Ritzman Larry; Malhotra Manoj. Administração de produção e operações. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- [10] Martins, Petrônio Garcia; ALT, Paulo Renato C. Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2009.
- [11] Marconi, Marina de Andrade; Lakatos, Eva Maria. Fundamentos de metodologia científica. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2005.
- [12] Moraes, Roberto Ramos de. Logística empresarial. Curitiba: InterSaberes, 2015.
- [13] Moreira, Daniel. Administração da produção e operações. São Paulo: Saraiva, 2012.
- [14] Nogueira, Amarildo de Sousa. Logística empresarial: uma visão local com pensamento globalizado. São Paulo: Atlas S.A, 2012.
- [15] Pozo, Hamilton. Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- [16] Rios, Fernanda Polonia. Práticas de gestão de estoques em hospitais: um estudo de casos em unidades do Rio de Janeiro e de São Paulo. Rio de Janeiro, 2011.
- [17] Silva, Reinaldo Oliveira. Teorias da administração. 3 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.
- [18] Slack, Nigel et al. Gerenciamento de operações e de processos: princípios e práticas de impacto estratégico. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- [19] \_\_\_\_\_.; Chambers, Stuart; Johnston Robert. Administração da Produção. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2015.

[20] Suzano, Márcio Alves. Administração da Produção e operações com ênfase em Logística. Rio de Janeiro: Interciência, 2013.

[21] Tubino, Dalvio Ferrari. Planejamento e controle da produção: teoria e prática. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

[22] Vergara, Sylvia Constant. Projetos e relatórios de pesquisa em Administração. 16 ed. São Paulo: Atlas, 2016.

[23] Zorzo, Adalberto. Gestão de produtos e operações. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

# Capítulo 5

## UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO E CIENCIOMÉTRICO SOBRE INOVAÇÃO DISRUPTIVA NO CONTEXTO DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

*Ana Carolina Cintra Faria*

*Sanderson Cesar Macedo Barbalho*

**Resumo:** A inovação disruptiva tornou-se a principal competência para as organizações modernas que operam em mercados competitivos e globalizados. As mudanças radicais relacionadas aos conceitos ou as tecnologias envolvidas no desenvolvimento de produtos e processos que visam a qualidade ou ergonomia do produto estão sendo cada vez mais estudadas e implementadas pelas empresas que não só pretendem alcançar novos mercados, como pretendem também, manter os já conquistados. Com a intenção de estabelecer um escopo teórico dos estudos recentes realizados na engenharia de produção cujos aspectos de inovação disruptiva tenham se destacado, este artigo realizou uma análise bibliométrica e cienciométrica das publicações científicas disponíveis, no ISI Web Of Knowledge, entre os anos de 2000 a 2017, sobre a associação do conceito de inovação disruptiva na engenharia de produção, com os termos desenvolvimento de produto, gestão de operações e gestão de produção. A pesquisa revelou que a temática escolhida para esta análise é pouco abordada quando associamos o termo inovação disruptiva ao desenvolvimento de produtos, gestão de processos e gestão da produção. E a classificação e estratificação do método escolhido permitiram identificar detalhes operacionais das pesquisas, bem como os pontos de convergência para utilização de inovação associada ao tema.

**Palavras-chave:** Inovação Disruptiva; Engenharia de Produção; Gestão de Operações; Gestão de Produção, Análise Bibliométrica e Cienciométrica.

## 1. INTRODUÇÃO

O termo literatura científica é empregado para designar o conjunto de publicações resultantes da comunicação científica. Usualmente o emprego desse termo caracteriza as publicações que contêm os estudos e trabalhos produzidos pelos cientistas em suas pesquisas. (VANS; CAREGNATO, 2003)

Inovação é um conceito técnico empregado muitas das vezes de maneira equivocada. Para Christensen (2001), uma das maiores autoridades em inovação no mundo, o uso do termo inovação é generalizado e não descritivo e por isso, a necessidade de se especificar com clareza e objetividade o que está sendo denominado inovação.

Um dos tipos de inovação, a chamada disruptiva, tornou-se a principal competência para as organizações modernas que operam em mercados competitivos e globalizados. As mudanças radicais relacionadas aos conceitos ou as tecnologias envolvidas no desenvolvimento de produtos e processos que visam a qualidade ou ergonomia do produto estão sendo cada vez mais estudadas e implementadas pelas empresas que não só pretendem alcançar novos mercados, como pretendem também, manter os já conquistados. (JUNIOR; YU 2007).

Com a intenção de estabelecer um escopo teórico dos estudos recentes realizados na engenharia de produção cujos aspectos de inovação disruptiva tenham se destacado, o objetivo deste artigo é realizar uma análise bibliométrica e cienciométrica das publicações científicas disponíveis no ISI Web Of Knowledge, entre os anos de 2000 a 2017, sobre a associação do conceito de inovação disruptiva na engenharia de produção, com os termos desenvolvimento de produto, gestão de operações e gestão de produção.

Este trabalho está estruturado em 4 seções. A seção 2 apresenta a abordagem metodológica utilizada no estudo, a seção 3 as análises bibliométricas e cienciométricas que constituem o conjunto de resultados da pesquisa e na seção 4 estão discutidas as considerações científicas e diretrizes de ordem de conteúdo relacionadas a amostra.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 MÉTODOS: BIBLIOMETRIA E CIENCIOMETRIA

Os estudos bibliométricos constituem um método quantitativo de investigação da ciência e caracterizam-se por: i) medir a produtividade dos autores, a partir de um modelo de distribuição tamanho-freqüência de diversos pesquisadores em um conjunto pré definido de documentos, ii) medir a freqüência do aparecimento das palavras-chave a fim de obter uma relação de termos de determinada disciplina ou assunto, e por fim iii) medir a produtividade das revistas, estabelecendo o núcleo e as áreas de dispersão sobre um determinado assunto em um mesmo conjunto de revistas. (VANZ; CAREGNATO, 2003)

A amostra objeto desta análise foi submetida aos critérios da análise bibliométrica descritos no item 3.1. A seção descreve os principais resultados encontrados quanto às principais revistas, países de origem dos trabalhos, autores e artigos.

Já o termo cienciométrica é originalmente definido como “a disciplina do conhecimento que estuda a estrutura e as propriedades da informação científica e as leis do processo de comunicação”. (MIKHILOV et al. APUD SPINAK, 1996)

A cienciométrica tem a ver com produtividade e utilidade científica, uma vez que envolve estudos quantitativos das atividades científicas. McGrath (1989) define como objetos de estudo da cienciométrica: disciplinas, assuntos, áreas, campos e as variáveis como sendo: fatores que diferenciam as disciplinas e subdisciplinas, revistas, autores, documentos e como os cientistas se comunicam.

A partir do reconhecimento de relações e aplicações similares de um conjunto de palavras-chave utilizadas por diferentes autores, pode-se afirmar, a partir dos estudos já realizados na literatura, que a estrutura cognitiva da área de pesquisa estudada deve ser investigada com cuidado (SALTON, MCGILL, 1983; BARKI et al., 1993; REIS, BARBALHO, ZANETTE, 2017).

### 2.2 PROTOCOLO DE CLASSIFICAÇÃO

Os periódicos acadêmico-científicos são os meios mais utilizados para disseminar o conhecimento científico em decorrência dos

rigorosos procedimentos para efetivar a comunicação, valendo-se da avaliação por pares às cegas, do rigor teórico metodológico e auxiliando a produção de novos conhecimentos. (MARCHIORI et al., 2006).

Por isso o protocolo desta pesquisa é constituído de periódicos científico disponíveis em texto completo e de acesso aberto na base do ISI Web of Knowledge.

Os bancos de dados utilizados para reunir os índices bibliométricos foram o índice SCImago e o Journal Citation Reports (JCR). O SCImago é o método mais recente, porém internacionalmente conhecido, pois avalia periódicos científicos e os ranqueia a partir da quantidade de citações por eles recebidas nos três anos que se seguem à publicação das edições (The Institute For Scientific Information, 1994).

Já a base estatística Journal Citation Reports (JCR) da editora Thomson Reuters é um recurso que permite avaliar e comparar publicações científicas utilizando dados de citações extraídos de revistas acadêmicas e técnicas e o impacto destas na comunidade científica indexadas pela coleção principal da Web of Science. Por meio da JCR é possível verificar os periódicos mais citados em uma determinada área e a relevância da publicação para a comunidade científica por meio do Fator de Impacto (Journal Citation Reports, 2009).

Ao contrário do fator de impacto, o SCImago Journal Rank leva em consideração a origem das citações (se provêm de periódicos de ponta ou periódicos medianos) e também a lógica de citações própria a cada subárea, uma vez que em determinadas áreas utiliza-se tradicionalmente mais itens de referência que em outras. Assim sendo, o índice SCImago tem um caráter mais qualitativo e contextual que o fator de impacto, utilizando um algoritmo que adota uma lógica de funcionamento semelhante à do algoritmo PageRank do Google (SCIMAGO, 2017).

Foram selecionadas as publicações científicas, no ISI Web of Knowledge, serviço de banco de dados oferecido pelo Institut for Scientific Information (ISI) entre os anos de 2000 a 2017, na engenharia de produção, que continham em qualquer parte do texto a associação do conceito de inovação disruptiva com os termos desenvolvimento de produtos, gestão de operações e gestão de produção.

A busca resultou em 45 publicações, das quais 40 possuíam texto completo. Excluindo os trabalhos cujo acesso aberto às publicações não era permitido, restaram 38 artigos, que compõem objeto desta análise.

Para tabulação dos artigos foi construída uma planilha que levou em consideração a disposição das informações principais e necessárias para realização das análises bibliométricas e cientométricas, a partir da qual os autores analisaram o conteúdo dos artigos para que os mesmos pudessem então ser classificados e distribuídos.

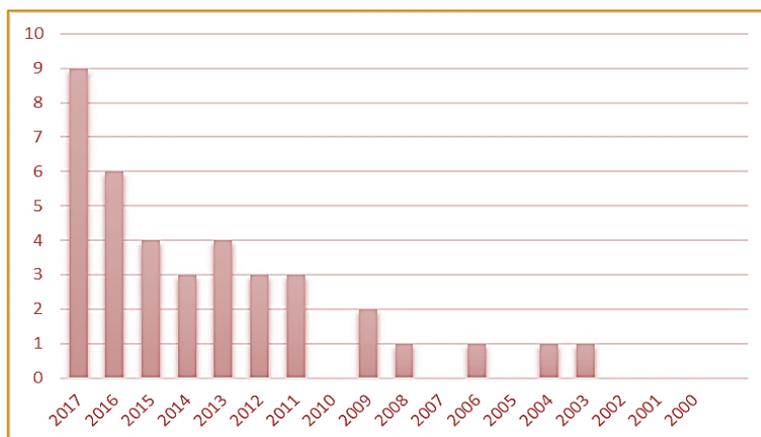
### 3. RESULTADOS

#### 3.1 EVOLUÇÃO DAS PUBLICAÇÕES POR ANO

O recorte temporal escolhido para este estudo compreende os últimos 17 anos e os resultados de publicações apontam apenas 38 trabalhos a partir de 2003, ou seja, na maior base de dados do mundo, considerada uma das melhores fontes para este tipo de pesquisa, o número de publicações com o assunto definido é pequeno.

O gráfico 1 mostra que a quantidade de artigos publicados por ano é pequena, média de dois a três trabalhos no máximo, só nos últimos dois anos 2016 e 2017 que o número de artigos publicados aumentou, 6 e 9 respectivamente.

Gráfico 1 – Quantidade de publicações 1986 – 2016 por ano



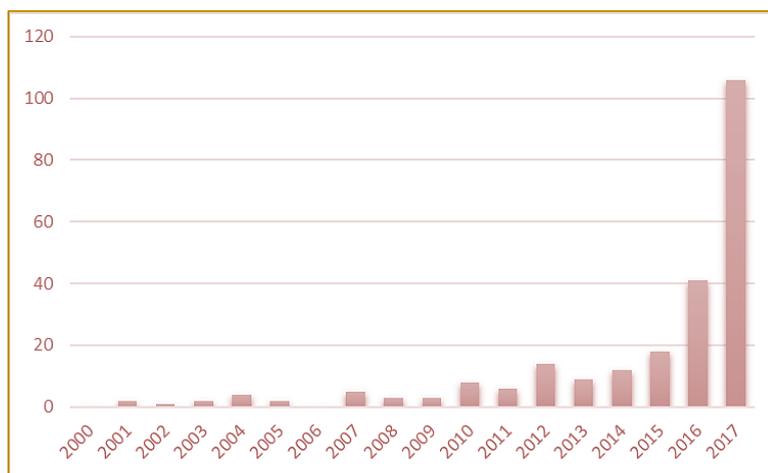
Fonte: Autoria própria (2018)

O Gráfico 2 apresenta o número de citações por ano registradas na ISI Web of Science.

Não há um padrão regular na evolução quanto ao número de citações, em 2016 ocorreu um aumento significativo, chegando a mais de 100 citações em 2017. Observa-se

também que os trabalhos veiculados em revistas com alto fator de impacto receberam maior número de citações, como os trabalhos de Patanakul, Chen e Lynn (2012); Bergeek et. al, (2013) e Reinhardt e Gurtner (2015).

Gráfico 2 - Quantidade de citações 2000 – 2017 registradas no ISI Web Of Science

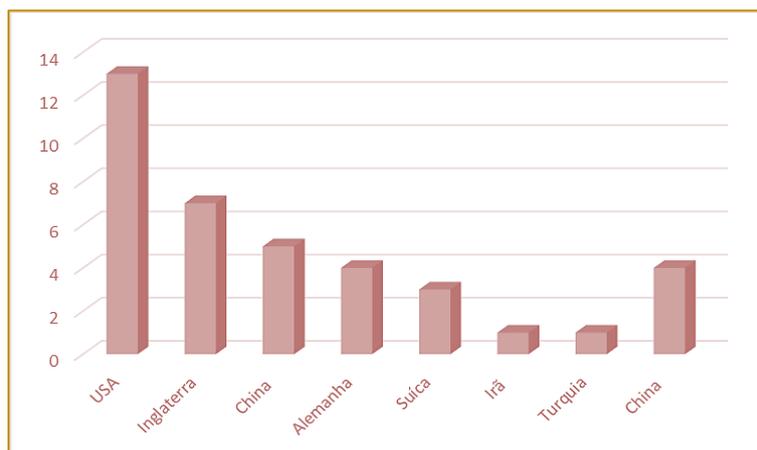


Fonte: Autoria própria (2018)

O Gráfico 3 mostra os 8 países que originaram as 38 publicações. A maioria dos artigos vem dos EUA, 13 no total, seguido de

Inglaterra, China e Alemanha. Não há registro de nenhum artigo brasileiro.

Gráfico 3 - Distribuição de artigos por país



Fonte: Autoria própria (2018)

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) divulgou em 2017 o resultado final da avaliação quadrienal dos programas de pós-graduação strictu sensu. Na relação existem 50 programas com 72 cursos entre mestrado e doutorado acadêmico em engenharia de produção. Dos 72 cursos pelo menos 28 possuem linhas voltadas para estudos de desenvolvimento de produtos, gestão de operações ou gestão de produção, número considerado significativo tendo em vista a não representatividade do país no que se refere a produção na área (PLATAFORMA SUCUPIRA, 2017). É possível afirmar que as oportunidades para o desenvolvimento de estudos brasileiros nessa área são grandes, a julgar pela quantidade de artigos resultantes de um período de 17 anos e a quantidade de programas de pós-graduação do país.

### 3.2 ANÁLISE DOS PERIÓDICOS

As revistas que apresentaram pelo menos 2 artigos publicados foram analisadas quanto a representatividade do fator de impacto e quantidade de citações.

Segundo o JCR, o periódico com o maior fator de impacto na área de interesse deste estudo,

foi o *Journal of product innovation management*, onde foram publicados 6 dos artigos analisados. No banco de dados SCImago, o *Journal of product innovation management* também apresenta o maior indicador de classificação do diário para as revistas analisadas, 3,08. A diferença pode estar relacionada aos indicadores dos bancos de dados, que são calculados de formas diferentes. Não é foco deste estudo aprofundar a discussão no motivo da divergência, portanto, uma análise mais profunda deve ser realizada para apurar e assim levantar conclusões consistentes sobre as divergências.

Os 38 artigos foram veiculados em 22 periódicos, sendo que 8 apresentaram mais de uma publicação no período e estão dispostos na Tabela 1. Os resultados foram assim classificados com base em estudos recentes, como o de Reis, Barbalho e Zanette (2017). A tabela tem por objetivo fornecer além da identificação dos periódicos, quantidade de publicações e porcentagem em relação às publicações totais, um comparativo do impacto das citações totais e média das revistas analisadas verso as citações e o impacto destes periódicos com um todo.

Tabela 1 - Relação publicação x Revistas (revistas com a maioria das publicações)

Título do Periódico	Número de Documentos	Porcentagem	Journal Impact Factor (Índice JCR)	Citações	Média de Citações
Journal of product innovation management	6	15,78%	3,759	5,577	112
IEEE Transactions On Engineering Management	4	10,52%	1,188	1,310	45
International Journal Of Operations Production Management	3	7,89%	3,339	4,911	94
Journal Of Business Research	3	7,89%	3,354	4,890	36
Advanced engineering informatics	2	5,26%	2,680	1,708	60
Production And Operations Management	2	5,26%	1,850	6,592	93
Journal of engineering and technology management	2	5,26%	2,419	1,062	52
International journal of computer integrated manufacturing	2	5,26%	1,949	1,482	41

Fonte: Autoria própria (2018)

A primeira revista Journal of product innovation management, onde 6 artigos (a maioria) foram publicados, possui o maior fator de impacto 3,759, maior número de citações (5,577) e a maior média de citações (112). O número total de citações recebidas pelos 38 artigos é de 236 e a revista mais citada Journal of product innovation management representa 15,78% do total de citações.

O número de citações por revista, o ano de publicação dos artigos e o impacto das revistas para investigação científica devem ser observados, para entender sua representação. O índice JCR reforça a pesquisa feita pelos cientistas na identificação dos artigos veiculados em revistas com maior fator de impacto, demonstrando um círculo virtuoso: quanto maior o JCR, maior a busca de artigos nesses periódicos, resultando em

maior número de citações e conseqüente aumento de seu índice no JCR. (REIS, BARBALHO, ZANETTE; 2017)

A análise de autores foi realizada, no entanto, nenhum dos pesquisadores da amostra escreveu sobre o tema mais de uma vez no recorte temporal da pesquisa.

### 3.3 ANÁLISE DE PALAVRAS-CHAVE

Ao todo foram identificadas 78 palavras-chave mais utilizadas e na Tabela 4 estão dispostas as que apareceram em pelo menos 2 artigos, ou seja, 17. A palavra mais utilizada é inovação disruptiva por ser conceito condicionante da busca, o termo está presente em todos os artigos, com um número de 38 ocorrências.

Tabela 2 - Palavras-chave mais citadas

Palavras - chave	Nº de ocorrências
Inovação disruptiva	38
Engenharia de produção	32
Gestão da produção	29
Inovações radicais	23
Gestão de projeto	19
Gestão de operações	14
Desenvolvimento de produto	13
Gestão da manutenção	12
Controle	10
Planejamento	10
Indústria	8
Fabricação avançada	3
Agilidade	3
Performance	2
Estudo de caso	2
Fatores críticos de sucesso	2
Redes organizacionais	2

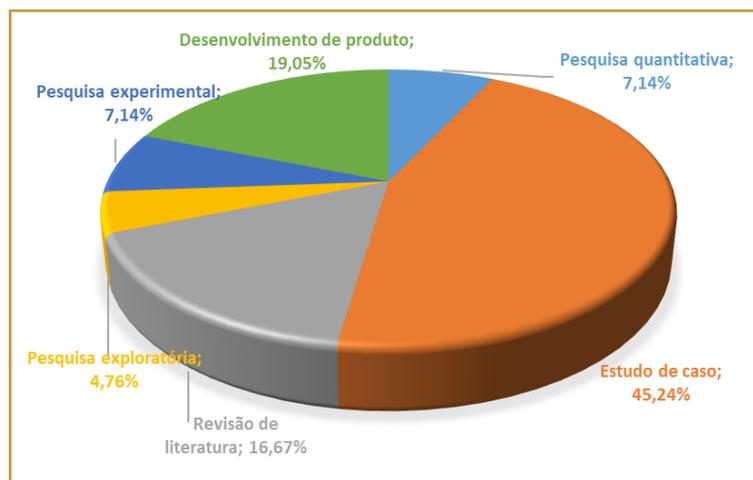
Fonte: Autoria própria (2018)

#### 4. CLASSIFICAÇÃO

A primeira análise visou classificar as obras por tipo de metodologia. Para isso, os trabalhos

foram classificados como: pesquisa qualitativa, estudo de caso, revisão de literatura, pesquisa exploratória, pesquisa experimental e desenvolvimento de produtos.

Gráfico 4 - Abordagem metodológica utilizada



Fonte: Autoria própria (2018)

Estudos de caso são pesquisas intensivas realizadas em uma amostra pré-definida ou unidade, para auxiliar a compreensão de uma classe maior de unidades similares, (GERRING, 2004), representando 45,24% dos métodos empregados na amostra. Dentre os artigos analisados todos os que abordavam modelos para desenvolvimento de produtos e gestão de produção, se utilizavam desse método.

O desenvolvimento de produto enquanto "processo a partir do qual informações sobre o mercado são transformadas nas informações e bens necessários para a produção de um produto com fins comerciais" (CLARK; FUJIMOTO, 1991), figurou como abordagem metodológica com a segunda maior recorrência 19,05% dos artigos, que envolviam ou relatavam processos, fenômenos ou contextos do processo de desenvolvimento de produto

(PDP) a partir de tecnologias radicais, disruptivas.

A revisão de literatura, apontada como método em 16,67% dos trabalhos, pode ser entendida como o trabalho de investigar as contribuições científicas de autores sobre um tema específico. Nos artigos analisados a revisão de literatura foi utilizada no mapeamento de conceitos, definição de constructos da engenharia de produção, construção de modelos e gerenciamento de processos, além de analisar criticamente os métodos de pesquisa a fim de avaliá-los e esclarecê-los.

A pesquisa quantitativa é conhecida pela exposição de ordem exclusivamente numérica de um dado fenômeno, caracterizando nos artigos os procedimentos práticos, de desenvolvimento, análise de desempenho e também para expressar análises estatísticas, presente em 7,14% dos artigos.

Já a pesquisa experimental caracteriza-se por manipular diretamente as variáveis relacionadas com o objeto de estudo destacando o modo ou por que causas um fenômeno é produzido. (LAZAR; FENG; HOCHHEISER 2017). Os artigos analisados quando relatam o desenvolvimento de produtos, sistemas ou quando descreviam a aplicação de alguma tecnologia, faziam uso

da pesquisa experimental e representam 7,14% da amostra.

A pesquisa exploratória é assim definida porque avança sobre um terreno pouco conhecido, procurando mapeá-lo. Na amostra analisada, ela descreve aqueles artigos que estudaram características de produtos, sistemas e tecnologias, bem como aqueles voltados ao desenvolvimento de soluções específicas. Sendo esta abordagem presente em 4,76% dos artigos.

#### 4.1 ANÁLISE QUANTITATIVA E CIENCIOMÉTRICA DA AMOSTRA

A gestão de operações, corresponde ao conjunto das ações de planejamento, gerenciamento e controle das atividades operacionais necessárias à obtenção de produtos e serviços oferecidos ao mercado consumidor. (BATALHA, 2008) De maneira geral compreende as seguintes funções: gestão de demanda, planejamento estratégico, planejamento operacional e controle de produção. Pode-se perceber a recorrência de inovação disruptiva na gestão de operações, quando associado a arquiteturas de referência para o desenvolvimento dos processos de negócios.

Gráfico 5: Distribuição dos artigos por temas na Engenharia de Produção



Fonte: Autoria própria (2018)

Já a gestão da produção pode ser sumariamente definida como a função administrativa responsável pela produção de bens e serviços. Ela visa otimizar e trazer vantagem competitiva para a organização na medida em que prioriza um objetivo de desempenho na produção, que também pode

ser chamado de objetivo estratégico. Ela é o critério que posiciona estrategicamente a empresa em relação a seus concorrentes diretos através das ações bases de gestão: planejar, organizar, comandar, controlar e coordenar, com o objetivo de realizar com

êxito as atividades e demandas da organização.

Os poucos trabalhos 8% que mencionaram inovação disruptiva no processo de gestão da produção, faziam referência ao produto final.

A inovação disruptiva associada ao desenvolvimento de produtos, verificada na amostra, destaca uma crescente preocupação em lançar produtos superiores, condizentes com as expectativas dos consumidores, o mais rápido possível, conforme já apontavam estudos anteriores. O desenvolvimento integrado de produtos é considerado responsável pela aceleração dos projetos de desenvolvimento e pelas reduções dos custos de desenvolvimento e de produção do novo produto. (Clark e Fujimoto, 1991; Vesey, 1991; CLARK e WHEELWRIGHT, 1993; COOPER e KLEINSCHIMDT, 1994; GRIFFIN, 1997).

Outro aspecto que merece destaque na amostra, se refere ao desempenho econômico associado ao desenvolvimento integrado de produtos. Quando o assunto é a gestão de projetos de inovações, considerando os diferentes níveis de incertezas presentes nas tecnologias de produto e de processo, alguns aspectos já discutidos nos trabalhos de revisão de literatura são destacados: custos de desenvolvimento, diferentes condições de competitividade no ambiente de negócios e diferentes níveis de exigências ou criticismo dos consumidores. (JÚNIOR; YU, 2007)

Esse aspecto reforça a constatação e auxilia o entendimento da predominância na associação, entre os artigos analisados, do termo inovação disruptiva com desenvolvimento de produto.

Inovações disruptivas são caracterizadas como transformações radicais, desde os primeiros trabalhos realizados por Christensen em 1997, porque alteram fundamentalmente as regras de concorrência nos mercados já estabelecidos, muitas vezes levando ao fracasso os concorrentes quando reagem tarde demais ou hesitam em fazê-lo (CHRISTENSEN, 2001; GOVINDARAJAN; KOPALLE, 2006).

Pesquisas recentes destacam o papel dos modelos de negócios que levam à comercialização da inovação (Chesbrough, 2010). Os modelos de negócios são constantemente adaptados, especialmente em ambientes cujos produtos são aprimorados e modificados muito

rapidamente, como a indústria de software. Alguns trabalhos examinaram modelos de negócios sob uma perspectiva predominantemente estática, fornecendo assim evidências limitadas sobre a dinâmica dos modelos de negócios (Aspara et. al., 2011; Ansari; Krop, 2012). A amostra desse trabalho reforça os resultados de literatura, no sentido de que pouco se fala sobre os processos organizacionais internos relativos à mudança de um modelo de negócio dominante para outro modelo em resposta a inovações disruptivas ao longo do tempo (Govindarajan; Kopalle, 2006 ; Ansari; Krop, 2012).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa revelou que a temática escolhida para esta análise é pouco abordada quando associamos o termo inovação disruptiva ao desenvolvimento de produtos, gestão de processos e gestão da produção. A quantidade de artigos no período delimitado é considerada pequena, e traz reforço para um estudo mais aprofundado em termos de pesquisa científica, uma vez que poucos artigos são desenvolvidos abordando as tipologias de inovação associadas a engenharia de produção.

Observou-se também que o tema recebeu maior atenção recentemente, em 2016, apontando o crescimento do interesse pelo assunto. No âmbito nacional a surpresa é ainda maior, tendo em vista que nenhum artigo brasileiro foi encontrado na amostra, apesar de muitos programas de pós-graduação possuírem em seu espócio os assuntos objetos dessa análise.

A classificação e estratificação do método escolhido permitiram identificar detalhes operacionais das pesquisas, bem como os pontos de convergência para utilização de inovação associada ao tema. A aplicabilidade e contribuição deste estudo bibliométrico e cientiométrico é observada tanto no que se refere a análise de conteúdo das publicações quanto para investigar as tendências na área de estudo.

O número de publicações na área não é regular, tampouco pode-se considerar como uma amostra significativa, apesar do marco temporal ser de 17 anos. No entanto, a análise de citações mostra um interesse recente e crescente no assunto, particularmente no Journal of product innovation management e

IEEE Transactions On Engineering Management que concentram a maioria das citações nos dois últimos anos. Não observa-se recorrência de autores, sendo possível inferir sobre a não continuidade desse tipo de pesquisa, que em sua maioria, figuram como resultado de alguma experiência prática de desenvolvimento de produto e/ou aplicação de modelos.

Como limitações de trabalho, pode-se considerar que o próprio protocolo de busca

bastante específico e a adoção de uma base de dados resultou em um número pequeno de artigos analisados e, portanto, pouco representativo. No entanto, é importante considerar que estudos desta natureza resultam análises importantes para o mapeamento da ciência a partir das publicações científicas e contribuem de forma significativa para o avanço de estudos envolvendo bibliometria e cienciometria.

## REFERÊNCIAS

- [1] Ansari, Shahzad Shaz; KROP, Pieter. Incumbent performance in the face of a radical innovation: Towards a framework for incumbent challenger dynamics. *Research Policy*, v. 41, n. 8, p. 1357-1374, 2012.
- [2] Aspara, Jaakko et al. Strategic management of business model transformation: lessons from Nokia. *Management Decision*, v. 49, n. 4, p. 622-647, 2011.
- [3] Barki, Henri; Rivard, Suzanne; TALBOT, Jean. Toward an assessment of software development risk. *Journal of management information systems*, v. 10, n. 2, p. 203-225, 1993.
- [4] Batalha, M. O. (Org.). *Introdução à Engenharia de Produção*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- [5] Bergek, Anna et al. Technological discontinuities and the challenge for incumbent firms: Destruction, disruption or creative accumulation?. *Research Policy*, v. 42, n. 6-7, p. 1210-1224, 2013.
- [6] Chesbrough, Henry. Business model innovation: opportunities and barriers. *Long range planning*, v. 43, n. 2-3, p. 354-363, 2010.
- [7] Clark, K.B.; Fujimoto, T. *Product Development Performance: Strategy, Organization and Management in the World Auto Industry*. Boston Mass.: Harvard Business School Press, 1991.
- [8] Clarke, K.B; Wheelwright, S.C. *Managing New Product and Process Development*. New York: The Free Press. 1993.
- [9] Cooper, Robert G.; Kleinschmidt, Elko J. Determinants of timeliness in product development. *Journal of Product Innovation Management*, v. 11, n. 5, p. 381-396, 1994.
- [10] Christense, C. M. *O dilema da inovação*. São Paulo: Makron Books. 2001.
- [11] Gerring, J. O que é um estudo de caso e para o que é bom? *The American Political Science Review*, v. 9, n. 2, p. 341-354. 2004.
- [12] Griffin, Jennifer J.; Mahon, John F. The corporate social performance and corporate financial performance debate: Twenty-five years of incomparable research. *Business & society*, v. 36, n. 1, p. 5-31, 1997.
- [13] Govindarajan, Vijay; Kopalle, Praveen K. The usefulness of measuring disruptiveness of innovations ex post in making ex ante predictions. *Journal of product innovation management*, v. 23, n. 1, p. 12-18, 2006.
- [14] Journal Citation Reports. Cartão de referência rápida: suportado pelo Isi Web of Knowledge. [s.l]: Thomson Reuters, 2009. Disponível em: <[https://bibliotecaquimicaufmg2010.files.wordpress.com/2013/03/jcr\\_qrc\\_pt\\_20101026.pdf](https://bibliotecaquimicaufmg2010.files.wordpress.com/2013/03/jcr_qrc_pt_20101026.pdf)>. Acesso em: 27 abr. 2017.
- [15] Júnior, Alceu Salles Camargo; YU, Abraham Sin Oih. Comparing concurrent engineering approaches: set-based versus point-based. *Revista de Administração*, v. 42, n. 3, p. 326-337, 2007.
- [16] Lazar, Jonathan; Feng, Jinjuan Heidi; Hochheiser, Harry. *Research methods in human-computer interaction*. Morgan Kaufmann, 2017.
- [17] Mcgrath, W. What bibliometricians, scientometricians and informetricians study; a typology for definition and classification; topics for discussion. In: *International Conference On Bibliometrics, Scientometrics And Informetrics, 1989, Ontario. Second Conference...* Ontario: The University of Western Ontario, 1989.
- [18] Marchiori, Patricia Zeni, et al. Fatores motivacionais da comunidade científica para publicação e divulgação da sua produção em revistas. In: *Seminário Nacional De Bibliotecas Universitárias, 14., 2006, Salvador. Anais eletrônicos...* Salvador: Ufba, 2006.
- [19] Patanakul, Peerasit; Chen, Jiyao; Lynn, Gary S. Autonomous teams and new product development. *Journal of Product Innovation Management*, v. 29, n. 5, p. 734-750, 2012.
- [20] Plataforma Sucupira, Consultas: Periódicos Capes. 2017. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br>. Acesso em: 3 mar 2018.

- [21] Reis, Ana Carla Bittencourt; BARBALHO, Sanderson César Macêdo; ZANETTE, Alline Christine Diniz. A bibliometric and classification study of Project-based Learning in Engineering Education. *Prod.*, São Paulo, v. 27, n. spe, e20162258, 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php>>. Acesso em: 10 mar. 2018.
- [22] Spinak, E. Dicionario enciclopédico de bibliometria, cienciometria e informetria. Montevideo, 1996. 245 p. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002433/243329S.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2018.
- [23] SCImago. SJR — SCImago Journal & Country Rank. 2007. Disponível em: <<http://www.scimagojr.com>>. Acesso em: 28 abr. 2018.
- [24] Salton, G., Mcgill, M. J. Introduction to modern information retrieval. New York: Mc-Graw Hill. 1993.
- [25] The Institute For Scientific Information (ISI). The Thomson Reuters impact factor. Disponível em: [http://wokinfo.com/essays/impact-factor/?utm\\_source=false&utm\\_medium=false&utm\\_campaign=false](http://wokinfo.com/essays/impact-factor/?utm_source=false&utm_medium=false&utm_campaign=false). Acesso em: 26 abr. 2018.
- [26] Vanz, Samile Andrea de Souza; CAREGNATO, Sônia Elisa. Estudos de citação: uma ferramenta para entender a comunicação científica. Em *Questão: revista da Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação da UFRGS*. Porto Alegre, RS. Vol. 9, n. 2 (jul./dez. 2003), p. 295-307, 2003.
- [27] Vesey, Joseph T. The new competitors: they think in terms of 'speed-to-market'. *The Executive*, v. 5, n. 2, p. 23-33, 1991.
- [28] Weitzel, Simone da Rocha. Fluxo da informação científica. *Comunicação e produção científica: contexto, indicadores, avaliação*. São Paulo: Angellara, p. 81-114, 2006.

# Capítulo 6

## OTIMIZAÇÃO PRODUTIVA DE SETUP ATRAVÉS DE ORGANIZAÇÃO E SEQUENCIAMENTO PADRONIZADO

*João Pedro Giancoli*

*João Vitor Oliveira Melo*

*Joyce Teofilo Martins*

*Lucas de Bona Fonseca*

**Resumo:** Este artigo apresenta uma aplicação da metodologia de estudo de caso visando o aumento de produtividade de uma impressora de rotogravura em uma indústria de embalagens. O objetivo desse trabalho é propor soluções que aumentem a produtividade da impressora escolhida, os enfoques das soluções foram: redução do tempo de setup através da criação de um programa visando a padronização da troca de insumos durante o setup de máquina e adoção de um checklist para melhor organização da troca de facas de uma impressora rotogravura. Nota-se que o estudo foi de grande valia, uma vez que pode ajudar a empresa a melhorar o seu processo e torna-se mais competitiva no mercado.

## 1. INTRODUÇÃO

Com a recente crise que assola o país e a crescente valorização do dólar, é necessária a busca das empresas por um lugar competitivo na atual conjuntura econômica nacional para, então, sobreviver a momentos de dificuldades econômicas e galgar melhores posições no mercado internacional. Para ganhar-se competitividade é necessário obter um aumento de eficiência no processo de produção, uma maneira eficiente é reduzir o tempo de setup. Assim, incrementar-se o tempo produtivo e disponível do maquinário, ocorrendo então, o aumento de produtividade.

Segundo Barros e Moccellini (2004) quando os tempos de setup apresentam uma razão significativa frente aos tempos de processamento, estes devem ser tratados de uma forma diferenciada visto que possuem uma relação direta com a disponibilidade dos equipamentos, acarretando nos custos de produção; um projeto de melhoria nos tempos de setup contribui para melhorias no atendimento a demanda além da facilitação do gerenciamento da produção.

O objetivo deste trabalho é propor soluções para o aumento da produtividade de equipamento industrial de rotogravura.

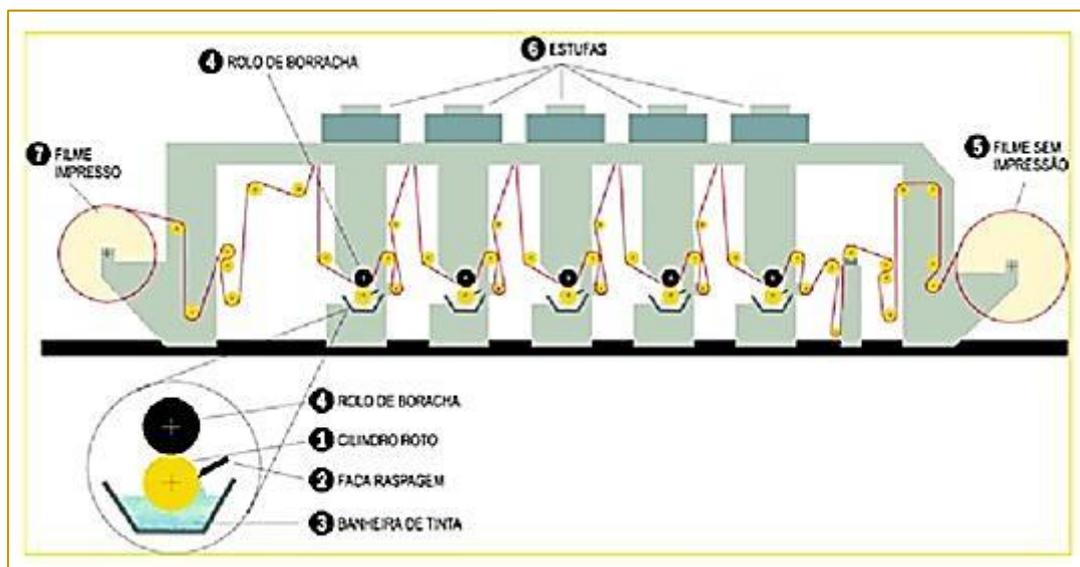
## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1.ROTOGRAVURA

Segundo Lima (2004) a rotogravura é um sistema de impressão cujo nome deriva das formas cilíndricas e do princípio rotativo de suas impressoras, o sistema utiliza tintas líquidas à base de solventes voláteis de secagem rápida. A gravação do cilindro é feita em baixo relevo. Foi inventada por volta de 1784 por Thomas Bell. Muito utilizada em revistas de grandes tiragens e na indústria de embalagens flexíveis.

Uma impressora de rotogravura é composta por várias colunas de impressão, onde cada uma delas corresponde a uma cor a ser impressa. Segundo Lima (2004) cada coluna possui uma banheira de tinta, um cilindro gravado em baixo relevo que recebe a tinta, uma faca de raspagem, que retira toda a tinta da superfície do cilindro deixando somente a que está depositada nas áreas de baixo relevo do cilindro; além de um rolo de borracha que pressiona o filme contra o cilindro para que a gravação ocorra. Na figura 1 segue um esquema de uma impressora de rotogravura.

Figura 1- Impressora de rotogravura esquematizada.



Fonte: Mauro Bruno Pinto (2017)

## 2.2. PRODUÇÃO ENXUTA

De acordo com Ohno (1997), as exigências dos consumidores e o crescimento dos concorrentes valorizaram nos anos 60 o desenvolvimento deste sistema de produção diferenciado do tradicional para a indústria automobilística japonesa, Sistema Toyota de Produção. Esse modo de produção consiste em um conjunto, ordenados ou não, de práticas, ferramentas e técnicas tendo em vista o aumento de produtividade em um objeto ou serviço. Desta forma, o sistema Toyota de produção deve ser observado como benchmarking fundamental no campo da engenharia de produção (SHIGEO, 1996).

Entre os termos da produção enxuta, pode-se citar de Womack, Jones e Ross(1992), em que é uma abordagem sistêmica que busca eliminar todas as fontes de ineficácia das cadeias de valor e agir de forma que o desempenho real da organização seja compatível com a exigência dos clientes e acionista.

Para isso, a redução do desperdício e a melhoria contínua são de grande importância, visando alta qualidade, menor custo e menor lead time. Womack& Jones (1996) ressaltam que sete tipos de desperdícios foram identificados por Shigeo Shingo para o Sistema Toyota de Produção:

1. Perda por Superprodução;
2. Perda por Transporte;
3. Perda no Processamento em si;
4. Perda por Fabricação de Produtos Defeituosos;
5. Perda por Movimentação;
6. Perda por Espera;
7. Perda por Estoque.

A proposta de Shingo (1996) é que estas sete perdas devam ser atacadas de forma simultânea e articulada e visualizadas e compreendidas. O que se tenta alertar é a necessidade de mensuração destas perdas. E um sistema de controle e custeio deve suprir esta demanda.

## 2.3. SETUP

O tempo de setup, ou tempo de preparação, é o tempo existente entre o último produto bom produzido de um determinado lote e o

primeiro produto bom produzido do próximo lote. A redução desse tempo traz melhorias significativas para a produtividade, reduzindo estoques e lead time (FORONI et al., 2009).

O setup ainda pode ser dividido em duas categorias, conforme traz Foroni et al. (2009), o setup interno é entendido como operações que somente podem ser realizadas quando a máquina está parada, enquanto o setup externo é definido por operações que podem ser realizadas quando a máquina está em funcionamento.

Para a conversão das funções de externo para interno, pode-se fazer uma listagem dessas funções dos quais todas podem se transformar em externas (MOURA; BANZATO, 1996). São elas:

1. Retirar ferramentas;
2. Separar ferramentas;
3. Obter informações;
4. Revisar as informações;
5. Retirar o material;
6. Registrar dados, limpa;
7. Repor as ferramentas;
8. Repor as informações;
9. Repor o material.

## 2.4.MOVIMENTAÇÃO DESNECESSÁRIA

Segundo Liker (2005) qualquer forma de movimento desnecessário que os trabalhadores realizam durante o seu trabalho como procurar, esperar, empilhar, andar, entre outros são desperdícios. Ghinato (1996) ainda afirma que as perdas por movimentação são aquelas relacionadas aos movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma operação.

Um treinamento inadequado, falta informação ou fluxo de comunicação também afetam nesse desperdício, de forma geral como afirmado por Hines e Taylor (2000) "A perda por movimentação está relacionada com a organização deficiente no local de trabalho, resultando em condições ergonômicas deficientes".

## 2.5. FERRAMENTAS DE PRODUTIVIDADE

Muitas são as ferramentas capazes de analisar, encontrar e avaliar os principais desperdícios de produção. Com intuito de verificar, interpretar e solucionar problemas de uma forma geral, as sete ferramentas da

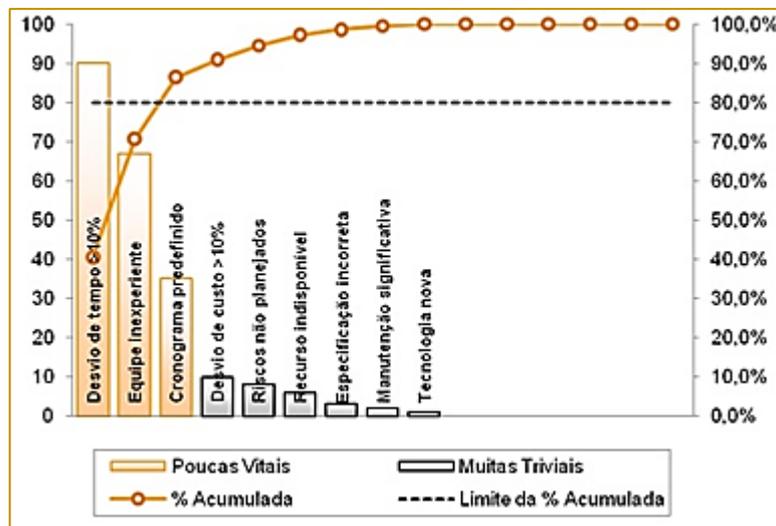
qualidade são bastante recomendadas (CHASE et al., 2006). Elas são:

- Diagrama de Pareto;
- Diagrama de Ishikawa;
- Estratificação;
- Planilha de verificação (checklist);
- Histograma;
- Diagrama de Dispersão;
- 5W2H.

### 2.5.1. DIAGRAMA DE PARETO

Um gráfico de Pareto é um gráfico de barras para dados qualitativos, com barras dispostas em ordem pela frequência, com a barra mais alta à esquerda e as menores se afastando para a direita (TRIOLA, 2008).

Figura 2 - Diagrama de Pareto



Fonte: Alécia Lage de Faria (2010)

O Pareto é utilizado para organizar e apontar os principais problemas de tempo ou gasto, de forma gráfica e estatística. Essa ferramenta é de extrema importância para priorizar os principais desperdícios apresentados na linha de produção.

### 2.5.2 PLANILHA DE VERIFICAÇÃO (CHECKLIST)

Um checklist é uma ferramenta de fácil manuseio e interpretação, capaz de auxiliar o controle de qualidade de um produto ou organizar as etapas de um processo produtivo. Segundo Shingo(2000), a lista de um checklist deverá incluir.

1. Nomes;
2. Especificações;
3. Número de navalhas, matrizes e outros itens;
4. Pressão temperatura e outros parâmetro;
5. Valores numéricos para todas as medições e alterações.

## 3.METODOLOGIA

### 3.1 ESTUDO DE CASO:

O estudo de caso é um trabalho de caráter empírico que investiga um dado fenômeno dentro de um contexto real contemporâneo por meio da análise aprofundada de um ou mais objetos da análise (casos). Essa análise possibilita um amplo e detalhado conhecimento sobre o fenômeno, possibilitando, inclusive, a geração de uma nova teoria sobre a resolução do problema exposto na pesquisa (YIN, 2010). Trata-se de uma análise aprofundada de um ou mais objetos (casos), para que permita o seu amplo e detalhado conhecimento (GIL, 1991; BERTO e NAKANO, 2000)

A abordagem da pesquisa classifica-se como um estudo de caso visto que a pesquisa tem como enfoque o levantamento de dados com finalidade principal estudar as principais causas da baixa produtividade de uma impressora X e propor melhorias que aumentem sua produtividade.

O estudo consistiu no levantamento de dados da produtividade, na observação do processo de produção e também com base nas experiências dos gestores da empresa.

### 3.2 EMPRESA CASO:

O presente estudo foi realizado em uma indústria localizada em uma cidade de porte médio do estado de São Paulo, a qual se destaca no segmento de embalagens flexíveis, produção e comercialização de estruturas monocamadas e laminadas, atendendo a diversos tipos de utilização. A produção da empresa subdivide-se em três grandes áreas: impressão, laminação e rebobinadeira. O estudo concentrou-se no setor de impressão em rotogravura, com foco na análise da produtividade de uma impressora X (uma das mais antigas e com menor produtividade em relação à outras impressoras da empresa).

### 3.3 PROBLEMATIZAÇÃO

Mediante os vários acompanhamentos de fabricação e investigações de causa, constatou-se que as perdas da impressora X eram justificadas, principalmente, pela parada

da máquina, mais especificamente, setup (acerto, acerto por tonalidade e acerto de registro). Havia muita desorganização, principalmente, nas trocas de banheiras e cores. Não havia sequência nas atividades dos funcionários, gerando desperdícios temporais e materiais. Foi observado também que o motivo “troca de faca” era frequente, visto não havia padronização no processo de análise da situação das facas que as vezes iam para a impressora com defeitos (faca danificada), ou com componentes faltando causando atraso no processo de setup.

## 4. E DISCUSSÃO

### 4.1 ANÁLISE DE DADOS

Durante o período de Agosto a Dezembro de 2016, coletaram-se dados e informações referentes ao sistema de produção da empresa de embalagens. Avaliaram-se todas as etapas de fabricação, especialmente da impressora X, que representa o menor índice de produtividade. Segue na figura 3 o percentual do tempo em que a máquina está produzindo versus o tempo em que está parada, conforme os dados fornecidos pela empresa.

Figura 3 - Tempo de máquina parada e máquina produzindo (dados de janeiro a agosto de 2016)

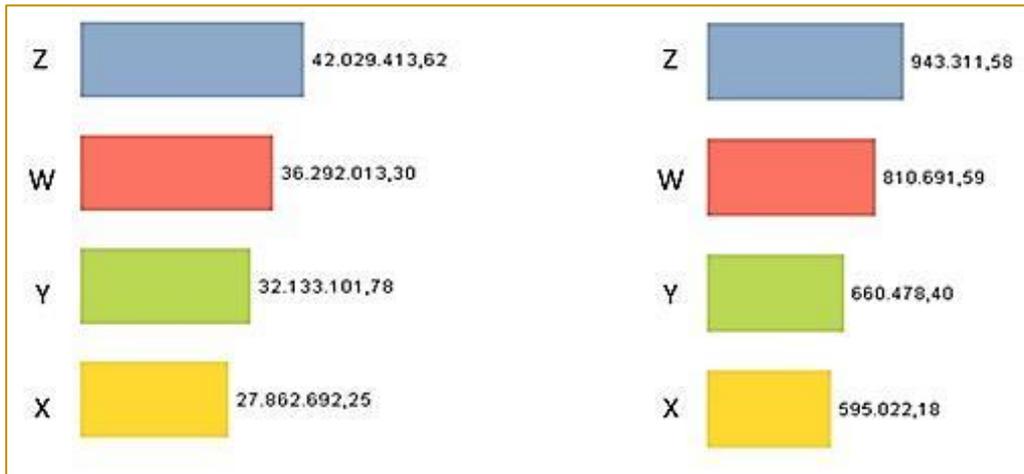


Fonte: Empresa

Segundo dados da própria empresa, há uma enorme perda de material (quilogramas e metros) e de tempo, comparada às outras máquinas, implicando em reduzida produção

e, conseqüentemente, baixo lucro. Segue na figura 4 um gráfico que ilustra a produção de cada impressora (X, Y, Z, W) sendo a impressora X a com menor produtividade.

Figura 4 - Produção de cada impressora em quilos (direita) e em metros (esquerda).

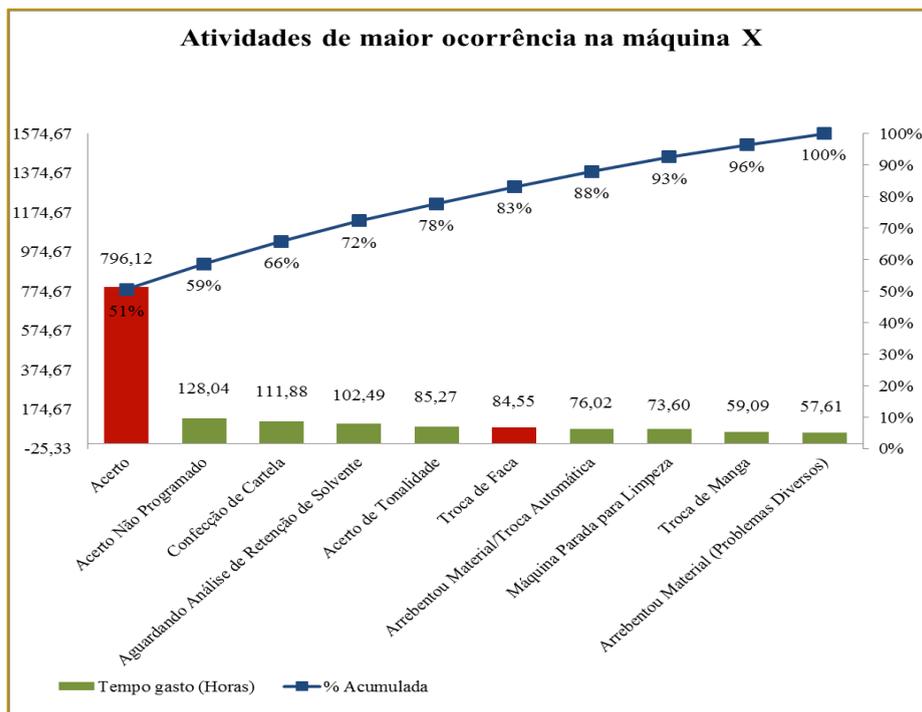


Fonte: Empresa

Com o objetivo de identificar com clareza quais os motivos causadores das principais perdas em tempo realizou-se um diagrama de Pareto (figura 5) que mostra os motivos que mais geram perdas, e neste caso, as atividades mais frequentes nos meses analisados são todos os tipos de acerto

(acerto, acerto não programado, acerto de registro, por tonalidade) e também a troca de faca. Com base no diagrama de Pareto as causas escolhidas para serem trabalhadas foram o acerto e a troca de faca, visto que juntos representam 56 % do tempo em que a máquina não está disponível para produção.

Figura 5- Diagrama de Pareto



Fonte: Empresa

#### 4.1.1 DADOS REFERENTES AO ACERTO

Segue na figura 6 abaixo o demonstrativo da perda em quilogramas de material durante o acerto, no período de janeiro a agosto de 2016 na impressora X. Já a figura 7

demonstra o tempo gasto no acerto na mesma impressora e no mesmo período de tempo apontado acima.

Figura 6-Perda total por acerto (em kg) – Ano 2016



Fonte: Os autores

Figura 7-Tempo gasto em acerto (em horas) – Ano 2016



Fonte: Os autores

Com base na análise dos gráficos acima, nota-se que há grandes perdas tanto em quilogramas de material como em tempo durante o acerto, explicitando assim a necessidade de reduzir o tempo de setup que acarretará também na redução da perda de matéria-prima.

Diante disso, foi elaborado um método de padronização com intuito de organizar, acelerar e sequenciar todas as tarefas, distribuídas a cada funcionário.

Na figura 8 temos uma esquematização da padronização sugerida.

Figura 8-Esquema da padronização do setup



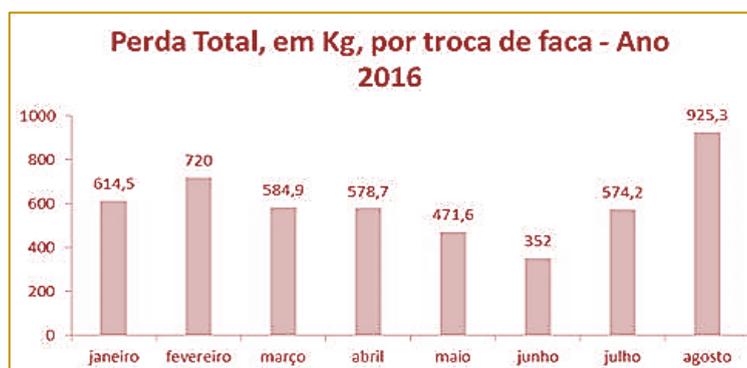
Fonte: Os autores

#### 4.1.2 DADOS REFERENTES À TROCA DE FACA

Analisando-se os gráficos de aparas, constatou-se que a troca de faca é um

importante fator a ser considerado no processo, uma vez que nos meses de janeiro a agosto de 2016 estava sempre entre os pontos que acarretavam grandes perdas em quilogramas, como mostra a figura 9.

Figura 9-Perda em quilogramas por troca de faca



Fonte: Os autores

De acordo com o gráfico, vê-se que a troca de faca apresenta perdas consideráveis de produção, impactando na produtividade da impressora X. Sabendo que a troca de faca é dada como uma atividade periférica, foi proposto um checklist para tal atividade, uma vez que o checklist possibilita maior organização, maior controle e também uma maior padronização no processo, visto que é importante que a faca esteja corretamente montada ao lado da impressora para acelerar o setup e evitar que ocorra movimentação desnecessária por causa da falta de componentes.

#### 4.2. MÉTODO DE PADRONIZAÇÃO DO ACERTO

##### 4.2.2 LISTA DE ATIVIDADES:

Todo o processo de fabricação foi reavaliado, registrando cada atividade executada, com objetivo de elaborar um modelo/método que implicasse ordem e padronização do setup. Todas as tarefas foram listadas e separadas em três grandes grupos (Desmontagem, Troca e Montagem), como é mostrado a seguir na figura 10.

Figura 10- checklist de setup

Desmontagem
1. Baixar pressão de faca para 1 bar
2. Desligar bomba
3. Lavar viscosímetro
4. Baixar banheira
5. Lavar cilindro
6. Levantar faca
7. Desengatar mangueira
8. Extração banheiras (todas no painel)
9. Apertar joystick na máquina
10. Abrir pinça
11. Levantar banheira + cilindro
12. Tirar banheira
Troca
13. Alinhar todos os carrinhos com a talha
14. Troca de protetores e rolamentos
15. Troca de cilindros
16. Limpeza e troca de mangas
Montagem
17. Colocar banheira na máquina
18. Subir banheira
19. Fechar a pinça
20. Descer banheira (5mm)
21. Conectar mangueiras
22. Virar tinta no tinteiro (se necessário)
23. Baixar faca (10mm próxima ao cilindro)
24. Colocar proteções
25. Ligar bomba

Fonte: os autores

Após a etapa de montagem, há outras atividades que complementam todo o processo de setup. Estão distribuídas entre:

- Operador: Configurar a máquina, regular facas e adicionar taps para acerto de registro;
- Ajudante 1: Ligar as bombas (antes do taps), medir a viscosidade das tintas e diluir se necessário;
- Ajudante 2: Troca de matéria – prima (passar material pelas colunas).

#### 4.2.3 REQUISITOS:

Para o início da formulação do método, é preciso considerar alguns requisitos, que permitem a melhor distribuição e organização:

- Etapas de desmontagem e montagem são feitas individualmente. Dois funcionários são necessários, somente, na troca (troca de cilindros – para banheiras que se reaproveitam tintas);

- O método de padronização será elaborado antes da produção.

#### 4.2.4 ETAPAS:

Para facilitar a elaboração e a criação do planejamento, o modelo foi dividido em três etapas:

- Inserção de Dados;
- Cálculo de Prioridade;
- Distribuição de Tarefas.

### 1ª Etapa: Inserção de Dados

Fase na qual o planejador deverá inserir todas as cores que entram e saem da banheira.

Além disso, deverá anotar qual coluna terá que trocar a manga (símbolo M), conforme apresentado na figura 11.

Figura 11-Esquema de entrada e saída de banheiras de tinta.

Colunas	1	2	3	4 (M)	5	6	7	8	9	10
Entrada	BR	LA	VD	CY	AZ	CZ	V1	V2	X	X
Saída	BR	LA	VM	CY	AZ	CZ	V1	V2	X	X

Legenda	
BR	Branco
LA	Laranja
VD	Verde
VM	Vermelha
CY	Cyan
AZ	Azul
CZ	Cinza
V1	Verniz 1
V2	Verniz 2
X	Não tem

Fonte: Os autores

### 2ª Etapa: Cálculo de Prioridade

Analisa-se a cor que entra para a próxima produção, qual sai e se a coluna terá troca de manga ou não, conforme o esquema

demonstrado na figura 12. Para cada quesito há variáveis representativas. Em seguida, ordenam-se as colunas por preferência de execução.

Figura 12- Esquematização de entradas e saídas de banheira de tintas em cada coluna da impressora

Colunas	1	2	3	4 (M)	5	6	7	8	9	10
Entrada	BR	LA	VD	CY	AZ	CZ	V1	V2	X	X
Saída	BR	LA	VM	CY	AZ	CZ	V1	V2	X	X
E	1	2	F	4	5	6	7	8	X	X
S	U	U	NU	U	U	U	U	U	X	X
Manga	NM	NM	NM	M	NM	NM	NM	NM	X	X

Fonte: Os autores

#### Entrada de banheiras

Analisa a cor de entrada na máquina:

- N° - Cor vinda de dentro da impressora (banheira já utilizada);
- F - Cor vinda de "fora" da impressora (banheira nova).

#### Saída de banheiras

Analisa a cor de saída da máquina:

- U - Banheira será utilizada novamente;
- NU - Banheira não será mais utilizada.

#### Manga

Analisa se há troca de manga:

- M - Haverá troca;
- NM - Não haverá troca.

#### Ordenação:

Após a classificação, serão analisados os modelos da tabela de "requisitos" para identificar qual coluna terá preferência sobre a outra, isto é, o que será feito primeiro, construindo uma sequência de atividades a serem desempenhadas durante o acerto. Segue na figura 13 a tabela de requisitos

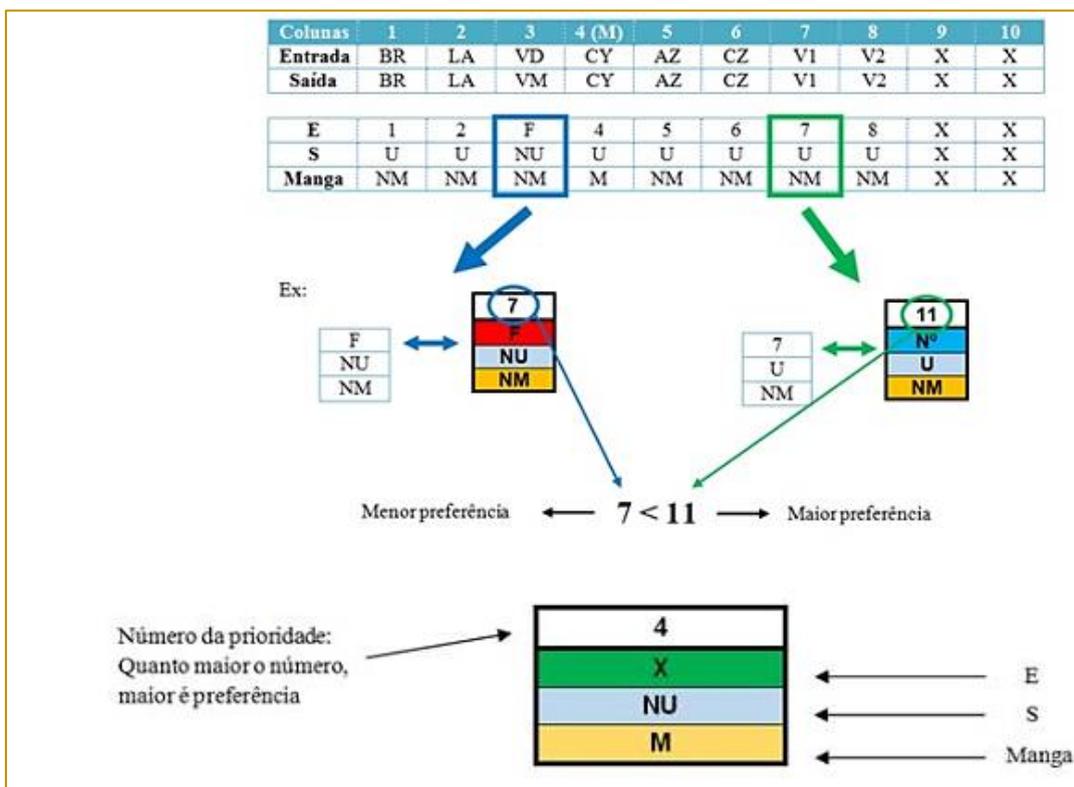
elaborada com base na observação das atividades fabris.

Figura 13-Tabela de requisitos

16	15	14	13
F	F	X	X
U	U	U	U
M	NM	M	NM
12	11	10	9
Nº	Nº	Nº	Nº
U	U	NU	NU
M	NM	M	NM
8	7	6	5
F	F	Nº	Nº
NU	NU	X	X
M	NM	M	NM
4	3	2	1
X	X	F	F
NU	NU	X	X
M	NM	M	NM

Fonte: Os autores

Figura 14 - Esquematização das ordens de prioridade na troca de banheiras de tinta.



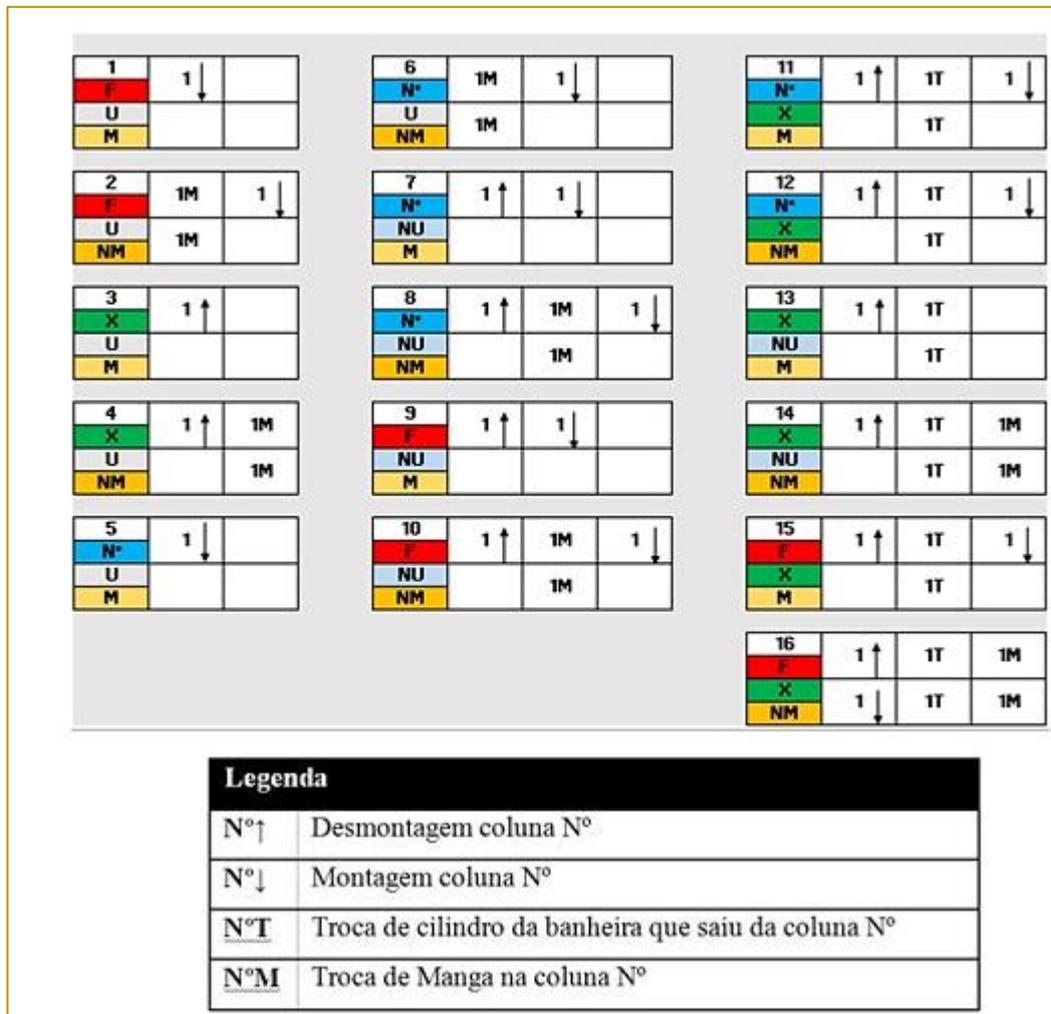
Fonte: Os autores

Comparam-se os números de prioridades para todas as colunas, escolhe-se o maior número de prioridade (primeira atividade a fazer) e vai reduzindo gradualmente, em sequência até o menor número (última atividade a ser feita), como é demonstrado na figura 14.

### 3ª Etapa: Distribuição de Tarefas

Após determinar a sequência de realização das tarefas, é preciso distribuí-las aos funcionários (2 ou 3). Cada modelo da tabela de “requisitos” apresenta uma estrutura definida de distribuição como é demonstrado na figura 15.

Figura 15-Esquemática da distribuição de tarefas de acordo com os requisitos



Fonte: Os autores

Por meio dela e da ordem de preferência, é possível dividir as atividades entre os funcionários:

### 2 Funcionários:

Figura 16-Distribuição de tarefas para 2 funcionários

1	1↑	1T	2T	1↓	4↑	4T	5T	4↓	6↑	6T	7T	6↓	8↑	8T	8↓
2	2↑	1T	2T	2↓	5↑	4T	5T	5↓	7↑	6T	7T	7↓	3↑	8T	3↓

Fonte: Os autores

### 3 Funcionários:

Figura 17- Distribuição de tarefas para 3 funcionários

1	1↑	1T	1↓	2↓	5↑	5T	5↓	7T	8↑	8T	8↓
2	2↑	1T	2T	4T	6↑	5T	6T	6↓	3↑	8T	
3		4↑	2T	4T	4↓	7↑	6T	7T	7↓	3↓	

Fonte: Os autores

1 – Atividades desempenhadas pelo funcionário 1;

2 – Atividades desempenhadas pelo funcionário 2;

3 – Atividades desempenhadas pelo funcionário 3.

Observação: A disposição, muitas vezes, fica a cargo do planejador escolher a melhor distribuição aos funcionários (ganha liberdade de escolha).

#### 4.2.5 PROGRAMA PARA O MÉTODO DE PADRONIZAÇÃO:

Para facilitar a utilização, foi criado um programa na linguagem C# (Microsoft Visual Studio 2010).

Por meio dele, as etapas 1 e 2 são feitas automaticamente, de forma rápida e prática. Resta somente ao usuário, apenas a etapa 3, ou seja, dividir as tarefas entre os funcionários (montagem, desmontagem, troca de cilindro e de manga – ver as prioridades e sequência). Encontra-se na figura 18 a interface do programa de padronização do acerto criado.

Figura 18- Interface do software para padronização do acerto

Fonte: Os autores

#### Botões:

- **Calcular:**

Executa as etapas 1 e 2 do método.

- **Limpar:**

Limpa as entradas e saídas de cores.

- **Ajuda:**

Informa detalhes do aplicativo (legendas, informações e significados).

Acima temos a interface do programa que realiza o cálculo da ordem de prioridade das trocas de banheiras, assim ao realizar a troca na ordem determinada pelo programa estima-se reduzir o tempo do acerto.

#### 4.3 CHECKLIST DE FACA

Foi desenvolvido um checklist seguindo o modelo já vigente na empresa como demonstrado na figura 19.



deles foi possível elaborar um diagrama de Pareto com a finalidade de apontar as principais causas da baixa produtividade da impressora, por isso é de suma importância que os dados fossem preenchidos corretamente pelos operadores da impressora a fim de obter dados mais próximos da realidade.

Após analisar os dados do processo, notou-se que a máquina apresenta 54% de tempo em funcionamento e 46% de tempo parado, na qual uma grande parcela desse tempo improdutivo deve-se ao acerto que representa uma média de 894,47 quilogramas de material perdido por mês.

Ainda com relação ao acerto, verificou-se que grande parte desse tempo desperdiçado é derivado da falta de padronização de atividades, uma vez que não há um sequenciamento correto da troca de banheiras e das ações de cada operador e ajudante no acerto. Pensando nisso, foi desenvolvido e proposto um programa no

software Microsoft Visual Studio, cujo tem a finalidade de organizar a troca de banheiras, destinando ações de prioridade para cada operador e ajudante, acelerando assim o acerto.

Notou-se também que atividades periféricas interferiam diretamente no processo de setup, uma delas é a troca de faca. Para isso foi elaborado um checklist com o intuito de organizar o processo de preparação das facas que serão utilizadas na impressora, reduzindo assim, o risco de facas danificadas ou com componentes faltando irem para a impressão.

Por fim pode-se concluir que a análise de dados foi fundamental para o sucesso da pesquisa, bem como o conhecimento do processo e das variáveis que interferem nele, observando assim sua complexidade. A observação foi de extrema importância para a realização da organização do processo afim de reduzir o tempo de setup da impressora.

## REFERÊNCIAS

- [1] Barros, Alexandre Damas de; Moccasin, João Vitor. Análise da Flutuação do Gargalo em Flow Shop Permutacional Com Tempos de Setup Assimétricos e Dependentes da Seqüência. *Gestão e Produção*, São Carlos, v. 11, n. 1, p.101-108, jan. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v11n1/a09v11n1>>. Acesso em: 14 abr. 2017.
- [2] Berto, R.M.V.S. e Nakano, D.N. A Produção Científica nos Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Um Levantamento de Métodos e Tipos de Pesquisa. *Produção*, Vol. 9, n. 2, p. 65-76, 2000.
- [3] Chase, R. B.; Jacobs, F. R.; Aquilano, N.T. *Administração da produção para a vantagem competitiva*. 10. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- [4] Faria, Aléxia Lage de. Diagrama de Pareto: Você sabe utiliza-lo? 2010. Disponível em: <<http://qualitnews.blogspot.com.br/2010/03/diagrama-de-pareto-voce-sabe-utiliza-lo.html>>. Acesso em: 5 abr. 2017
- [5] Foroni, Caroline Dutra; Medeiros, Cristina Medes; Vilhena, Guilherme F. R.; Araújo, Lorena Silva. Estudo de caso da Metodologia SMED em uma empresa francesa do setor alimentício. Salvador, BA: Enegep, 2009. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009\\_TN\\_STP\\_091\\_616\\_14216.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STP_091_616_14216.pdf)>. Acesso em: 29 set. 2016.
- [6] Ghinato, Paulo. *Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-intime*. 1. ed. Caxias do Sul: Edusc, 1996.
- [7] Gil, A.C. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. São Paulo: Atlas, 1991.
- [8] Hines, P.; Taylor, D. *Enxugando a empresa: um guia para implementação*. São Paulo: Imam, 2000.
- [9] Liker, Jeffrey K. *O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo*. Porto Alegre: Bookman, 2005
- [10] Lima, Luiz Roberto de. *Design de Embalagens Flexíveis Para Impressão em Rotogravura*. 2004. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/87154/223317.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 14 abr. 2017
- [11] Mauro Bruno Pinto. *Processos de Impressão*. Disponível em: <<https://publicilab.wordpress.com/2010/10/22/processos-de-impressao/>>. Acesso em: 20 abr. 2017.
- [12] Moura, R. A.; Banzato, E. *Redução do Tempo de Setup: Troca Rápida de Ferramentas e Ajustes de Máquinas*. São Paulo: Imam, 1996. Disponível em: <<http://www.revistaped.unifei.edu.br/documentos/V10N01/04-1010-V10-N1-2012.pdf>> Acesso em: 25 set 2016.
- [13] Ohno, Taiichi. *O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala*. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- [14] Shigeo Shingo. *Técnicas para aplicação da TRF*. In: Shingo, Shigeo. *Sistema de troca rápida*

---

de ferramenta: Uma revolução nos Sistemas Produtivos. Porto Alegre: Bookman, 2000. Cap. 4. p. 54-55.

[15] Shingo, Sigeo. Sistemas de Produção com Estoque Zero: O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas. Porto Alegre: Bookman, 1997.

[16] Triola, Mario F.. Introdução à Estatística. 10. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2008.

[17] Womack, James P.; Jones, Daniel T; ROOS, Daniel. A máquina que mudou o mundo. 2.ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

[18] Yin, R. Estudo de caso: planejamento e métodos. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

# Capítulo 7

## MODELO MATEMÁTICO PARA DEMANDA POTENCIAL DOS PORTOS BRASILEIROS: UM PANORAMA NO AGRONEGÓCIO

*Mayumi Pacheco Hamaoka*

*Silvia Araújo dos Reis*

**Resumo:** O Brasil possui uma vasta extensão litorânea pela qual transitam produtos de diversas categorias para exportação através dos portos, responsável por mais de 80% do volume movimentado nas exportações de 2017. Uma das categorias que mais se destaca na produção, cultivo, e extração brasileira para o comércio exterior são os produtos e serviços gerados pelo agronegócio. Esse artigo visou propor um modelo matemático de programação linear habilitado a encontrar uma demanda potencial para os portos brasileiros na movimentação de três produtos do agronegócio com base nos dados de oferta e demanda do ano de 2017. Para encontrar a solução ótima foi necessário coletar alguns dados, como: as distâncias entre os pontos medida em quilômetros; e a oferta e demanda dos produtos selecionados especificados em mil quilogramas líquidos. Após a coleta dos dados foi possível validar a modelagem matemática de transportes montada para o problema através do software Lingo de versão 17.0. Foi observado através dos resultados que muitos portos ficaram responsáveis por mais de um produto, sendo importante uma análise posterior sobre as suas capacidades de escoamento. Além disso, foi possível pontuar que nove portos não obtiveram resultado para nenhum dos produtos nesse modelo, o que pode sugerir futuras aplicações do modelo para outras categorias de produtos para análise do potencial de demanda desses portos específicos. O modelo é de fácil aplicabilidade para usuários finais, e sua utilização pode ser aproveitada para diferentes produtos.

**Palavras-chave:** Modelagem matemática, Demanda potencial, Portos Brasileiros, Agronegócio, Exportação

## 1. INTRODUÇÃO

A cadeia da agricultura engloba aspectos internos da produção e inclui aqueles que trabalham indiretamente com o mercado, como os fornecedores de insumos agrícolas; os que processam e manufaturam os produtos; e os que transportam e vendem produtos agrícolas. O agronegócio é formado por essa cadeia e pelos envolvidos nesse processo (MENDES, 2007).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento as exportações do agronegócio brasileiro alcançaram um crescimento de 13% no ano de 2017 em comparação a 2016, atingindo o montante de 96 bilhões de dólares no ano. Estudos direcionados à demanda das exportações, como em Betarelli (2011); e Reis (2013), sobre os modais rodoviário, ferroviário, fluvial, aéreo e marítimo no Brasil corroboram para a visão de novas decisões de planejamento na logística de transportes dos produtos provenientes do agronegócio brasileiro.

De acordo com informações extraídas pelo portal AliceWeb do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), as exportações através do modal aquaviário alcançaram cerca de 80% do valor monetário total exportado pelo Brasil em 2017. O porto é o elemento primordial no desempenho de funções de transporte nesse modal. Além de ser o conector entre diversos modais, é o motor de desenvolvimento local e regional no âmbito econômico e social de seu entorno (Pavón, 2003). Seu estudo é indispensável para um enriquecimento nesse campo de pesquisa, na melhoria e otimização do sistema portuário brasileiro.

Esse artigo tem como objetivo propor um modelo matemático que forneça a demanda potencial de exportação por portos brasileiros. Para isso, foram coletados os dados de oferta e demanda da exportação de três produtos agrícolas movimentados pelos portos brasileiros com origem nos estados produtores/cultivadores/extratores desses itens, para dez países compradores de maior relevância monetária nos produtos do agronegócio definidos. Embora o modelo tenha sido utilizado para os três principais produtos, ele poderá ser utilizado para qualquer produto, seguindo a mesma metodologia descrita neste trabalho.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. LOGÍSTICA DE TRANSPORTES

O transporte de mercadorias está incluso na logística empresarial e representa uma das maiores despesas dentro dessa perspectiva (BALLOU, 2011). Os custos na área de transporte são definidos pelas despesas com a movimentação entre dois pontos, manutenção e gerenciamento do estoque em trânsito (BOWERSOX & CLOSS, 2001).

No ponto de vista do transporte brasileiro é possível elencar alguns obstáculos que dificultam a logística de cargas em meios ferroviários e rodoviários. Para Reis (2013), o transporte ferroviário é insuficiente para atender a grande demanda, especialmente de grãos no país, ao passo que o transporte rodoviário possui inconvenientes em relação ao custo altamente volátil e a baixa credibilidade de transportadoras no cumprimento de prazos e contratos.

Em relação à infraestrutura portuária, Pontes; Do Carmo; Porto (2009) afirmam que os principais gargalos ocorrem por um dos fatores primordiais da logística: tempo, extremamente elevado em filas de espera para carregamento e descarregamento de navios e frotas terrestres.

A pesquisa de CNI (1995) expõe os principais problemas no sistema portuário brasileiro: ineficiência; insegurança; e custos elevados. Segundo Monié (2011) os serviços brasileiros são relativamente precários e os custos são muito elevados em relação ao padrão mundial, em sua pesquisa o autor cita diversos problemas no campo operacional que dificultam a operação portuária.

Sob uma perspectiva do modal aquaviário, Ballou (2006) enfatiza os custos predominantes por esse meio de transporte. Em sua análise os custos dominantes estão relacionados às operações nos terminais portuários, uma vez que a carga e descarga nesse processo são muito dispendiosas, dependentes ainda da utilização de equipamentos mecanizados atrelados a precária infraestrutura portuária.

### 2.2. SISTEMA PORTUÁRIO BRASILEIRO

O modal aquaviário se destaca no Brasil pela vasta extensão litorânea que o país possui, permitindo maior disponibilidade para a movimentação de cargas por esse meio. Segundo definição da Agência

Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq), a navegação de longo curso define-se por realizar o transporte entre portos brasileiros e estrangeiros por meio de vias marítimas. Essa navegação representou 75% do total movimentado em 2015 (Pnlp, 2015). Ao se tratar de portos como um tema de estudo, serão analisados especificamente os portos públicos organizados que são responsáveis pela movimentação de passageiros, movimentação e armazenagem de mercadorias e estão sob jurisdição de autoridade portuária brasileira (Secretaria Nacional de Portos).

O Brasil é formado por 37 portos organizados (SNP, 2015), sendo 18 deles delegados e 19 administrados por Companhia Docas. O foco desse estudo está direcionado na classificação dos portos organizados que realizam operações por via marítima, logo não serão considerados para análise os três portos fluviais existentes.

Os portos possuem peculiaridades distintas uns dos outros, como: extensão, capacidade, eficiência. Porém alguns não possuem informações de transações para o exterior disponíveis pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, não sendo relevantes para a pesquisa. Os portos analisados por esse trabalho totalizaram em 27 portos: Porto de Manaus (AM); Salvador (BA); Natal (RN); Santana/Antigo porto Macapá (AP); Niterói (RJ); Santarém (PA); Paranaguá (PR); Santos (SP); Rio de Janeiro (RJ); São Francisco do Sul (SC); Porto Alegre (RS); São Sebastião (SP); Suape (PE); Recife (PE); Rio Grande (RS); Vitória (ES); Itaquí (MA); Fortaleza/Mucuripe (CE); Itajaí (SC); Ilheus (BA); Aratu (BA); Imituba (SC); Areia Branca (RN); Itaguaí/SePETiba (RJ); Belém (PA); Cabedelo (PB); Maceió (AL).

### 2.3. EXPORTAÇÕES NO SETOR PORTUÁRIO

Para que trocas comerciais externas sejam realizadas os países focam em seus principais produtos produzidos e mercados que podem demandar os itens. O Brasil é o vigésimo sexto país com maior exportação do mundo, de acordo com dados da OMC (Organização Mundial do Comércio) no ano de 2017. O PIB brasileiro de 2016 revela que aproximadamente 7,4% dessas transações foram realizadas por vias marítimas (ALICEWEB, 2018).

A atividade portuária brasileira está em franco crescimento desde o início dos anos 2000 (MONIÉ, 2011). As mudanças no setor relacionadas à legislação e modernização dos portos auxiliaram nesse aumento de participação do setor. Betarrelli (2007) destaca que o modal de transporte marítimo foi classificado como modal chave em relação às exportações para China, Nafta e União Europeia. Além disso, em relação à evolução por natureza de cargas, os dados indicam uma progressão dos diferentes segmentos (MONIÉ, 2011). É importante analisar o nível de eficiência do setor portuário para que haja um aumento de exportações por tais portos. Portos eficientes minimizam a permanência do navio, melhoram o desempenho operacional, a qualidade da infraestrutura existente e o grau de segurança associado à operação (FIGUEIREDO, 2001).

O Plano Nacional de Logística Portuária (PNLP) traçado em 2015 prevê objetivos de capacidade; gestão e economia; operações; e meio ambiente e logística. Com o alcance das metas, indicadores e objetivos do Plano espera-se um aumento na exportação, que tem como slogan “+ Brasil no Mundo”, através de investimentos na infraestrutura e melhoria em processos definidos no PNLPL.

### 3. METODOLOGIA

O artigo caracteriza-se como uma pesquisa básica qualitativa que utiliza o método dedutivo através de procedimentos técnicos experimentais e objetivos explicativos por meio de análises documentais (SILVA; MENEZES, 2005).

As informações primárias foram coletadas entre os meses de janeiro e fevereiro de 2018 através do meio eletrônico AliceWeb. Esse site proporciona consultas reguladas e disponibilizadas pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. O meio de coleta é possibilitado através de um cadastro no site e exportação de arquivos no formato de Planilhas eletrônicas. Os dados sobre exportação, portos, vias, valores monetários e kg líquido de cargas movimentadas também foram coletados por esse meio.

As distâncias entre origens - capitais dos estados brasileiros; os portos; e os países de destino das exportações foram coletados de três maneiras diferentes. Através da ferramenta Google APIs, pela tabela de

distâncias definida pela ANTAQ entre os portos brasileiros; e a utilização do site [distances.com](http://distances.com), resultando em dados de distâncias em milhas náuticas convertidas para quilometragem.

Os portos e origens obtiveram suas distâncias coletadas através do Google APIs considerando o transporte rodoviário entre os dois pontos. Com exceção de Macapá, que foi utilizada a tabela da ANTAQ para definição da distância de Macapá até o porto de Santarém e posterior contagem em km das distâncias para os outros portos. Para o Porto de Santana, também foi utilizada a distância até o Porto de Santarém e posterior distância até as capitais dos estados (origens). Milhas náuticas foram utilizadas para medir as distâncias dos países até os portos através do site [www.distances.com](http://www.distances.com) e convertidas para quilômetros. Enquanto a demanda de cada produto por país de destino e a oferta por Estado que produziu/cultivou/extraiu os três produtos escolhidos para estudo, foi retirado do Sistema Alice considerando o quilograma líquido por via marítima. As distâncias das origens aos portos; e dos portos aos países de destinos serão anexadas ao final do artigo pela grandiosidade de dados e facilitação da leitura.

### 3.1. POPULAÇÃO E AMOSTRA

A amostra é uma parcela, convenientemente selecionada da população, e que podem influenciar legitimamente os resultados da população total (Marconi, Lakato; 2012). Essas amostras podem ser divididas em dois principais ramos, amostras não-probabilísticas que são derivadas de amostras acidentais; e amostras probabilísticas identificadas através de sorteios e delimitadas conforme o intuito da pesquisa (GIL, 2010).

A principal base de dados escolhida para a coleta de informações das exportações foi o Sistema Alice (Análise das Informações de

Comércio Exterior). Online e gratuito, o sistema foi desenvolvido pelo Serviço Federal de Processamento de Dados (Serpro) para utilização da Secretaria de Comércio Exterior (Secex) e melhor disseminação de informações de exportação para o público e o governo.

A metodologia de amostra de produtos escolhida foi uma amostra probabilística delimitada pela análise dos cinco grupos de produto de maior relevância monetária exportados no período de janeiro a dezembro de 2017 por via marítima. Os dados retirados do Sistema Alice, são categorizados por Códigos da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM), o formato utilizado para essa análise será o código de dois dígitos.

Os cinco produtos de maior expressividade monetária representam 50% das exportações brasileiras por via marítima, e 82% do volume exportado. Os números demonstram a importância do agronegócio nas exportações brasileiras, três produtos desse setor estão como principais representantes da troca externa, totalizando 27% de todas as exportações brasileiras realizadas por via marítima.

A abordagem será focada nos produtos do agronegócio que indicam a parte mais relevante do sistema de exportações brasileiro segundo os dados retirados do sistema Alice. Logo, os produtos analisados serão: Sementes e frutos oleaginosos; grãos, sementes e frutos diversos; plantas industriais ou medicinais; palhas e forragens (Código 12); Carnes e miudezas, comestíveis (Código 02); e Açúcares e Produtos de Confeitaria (Código 17). Os produtos são classificados por códigos definidos pela Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) que caracteriza as mercadorias em um padrão Harmonizado de Designação e de Codificação de Mercadorias (SH) de dois a oito dígitos, o SH utilizado no artigo será o de dois dígitos.

Tabela 1 –Ranking dos cinco produtos mais exportados

Código	Descrição	US\$ FOB	% US\$ FOB	Kg Líquido	% Kg Líquido
12	Sementes e frutos oleaginosos; grãos, sementes e frutos diversos; plantas industriais ou medicinais; palhas e forragens	\$ 25.144.460.360	14%	66.148.770.434	10%
26	Minerios, escórias e cinzas	\$ 21.988.565.970	12%	385.366.990.690	58%
27	Combustíveis minerais, óleos minerais e produtos da sua destilação; matérias betuminosas; ceras minerais	\$ 18.135.276.280	10%	56.483.272.541	8%
02	Carnes e miudezas, comestíveis	\$ 13.373.171.709	7%	6.013.518.273	1%
17	Açúcares e produtos de confeitaria	\$ 11.412.980.955	6%	28.544.019.041	4%
Subtotal		\$ 90.054.455.274	50%	542.556.570.979	82%
Total geral		\$ 179.578.376.837	100%	664.674.086.030	100%

Fonte: Autoras. Adaptação: Sistema ALICE, Base de exportação no período de 01/2017 a 12/2017, por via marítima, dos produtos SH 02 dígitos.

O método utilizado para a escolha de portos no exterior que representaram o ponto de destino para o modelo matemático de transportes foi modelo não probabilístico, intencional (Marconi, Lakatos; 2012). Esse modelo é influenciado pelo objetivo do pesquisador em definir elementos representativos da população em geral. Para isso foram selecionados os dez países que mais influenciaram na economia de exportação brasileira por via marítima no ano de 2017 para os produtos delimitados, os dados utilizados foram divulgados pelo MDIC através do portal Aliceweb.

Foram mapeadas as distâncias das origens, representadas pelas capitais dos vinte e seis estados brasileiros e Distrito Federal. As capitais foram selecionadas considerando a facilidade de acesso a transportes e ponto central do Estado. Também foram coletados os dados da oferta dessas localidades que produzem/ extraem/ ou cultivam os produtos delimitados para o estudo: carnes (02); sementes (12); e açúcares (17). Os dados da oferta foram obtidos através da plataforma Aliceweb e referem-se à exportação por vias marítimas dos estados por produtos em cem quilogramas líquido (cem Kg Líquido) no ano de 2017.

Tabela 2 – Oferta dos produtos por Estados em 2017

UF	Estado	"Carnes" (02)	"Sementes" (12)	"Açúcares" (17)	Total Kg Líquido
AC	ACRE	12.419	-	-	12.419
AL	ALAGOAS	-	-	1.235.200	1.235.200
AP	AMAPA	-	33.319	-	33.319
AM	AMAZONAS	-	-	-	0
BA	BAHIA	48.343	27.199.465	-	27.247.809
CE	CEARA	270	1.334.573	454	1.335.297
DF	DISTRITO FEDERAL	325.691	2.095.519	-	2.421.209
ES	ESPIRITO SANTO	38.679	1.062.942	-	1.101.621
GO	GOIAS	3.141.611	44.011.338	3.276.307	50.429.256
MA	MARANHAO	43.290	14.226.666	-	14.269.956
MT	MATO GROSSO	3.207.972	139.941.748	-	143.149.720
MS	MATO GROSSO DO SUL	2.251.041	30.587.427	3.673.212	36.511.680
MG	MINAS GERAIS	2.391.002	23.964.895	12.606.876	38.962.773
PA	PARA	797.172	8.218.464	-	9.015.636
PB	PARAIBA	9.966	692	65.688	76.345
PR	PARANA	9.380.969	98.873.714	5.589.976	113.844.659
PE	PERNAMBUCO	15.660	20.492	113.063	149.214
PI	PIAUI	-	7.034.242	-	7.034.242
RJ	RIO DE JANEIRO	1.040	-	-	1.040
RN	RIO GRANDE DO NORTE	-	-	1.109	1.109
RS	RIO GRANDE DO SUL	5.560.254	120.039.961	3.143	125.603.358
RO	RONDONIA	1.227.655	3.673.698	-	4.901.353
RR	RORAIMA	-	257.240	-	257.240
SC	SANTA CATARINA	6.982.419	16.232.397	-	23.214.816
SP	SÃO PAULO	3.093.749	31.033.867	70.309.066	104.436.681
SE	SERGIPE	-	-	-	0
TO	TOCANTINS	231.980	16.242.918	-	16.474.899
Total geral		38.761.182	586.085.577	96.874.093	721.720.852

Fonte: Autoras. Adaptação: Sistema ALICE, Base de exportação no período de 01/2017 a 12/2017, por via marítima, dos produtos SH 02 dígitos, por UF, em cem Kg Líquidos.

A escolha dos destinos foi realizada através de análise dos países que mais se destacaram nas exportações em valores monetários em relação aos três produtos escolhidos e representam 71% do total de exportação dos produtos de estudo, conforme Tabela 3. Os dez países totalizaram

71% de exportação total no produto "carnes";  
87% de exportação total no produto

"sementes"; e 33% do valor monetário representado na exportação de "açúcares". A demanda dos dez países selecionados foi extraída da Plataforma AliceWeb com base na exportação por vias marítimas dos países por produtos em cem quilograma líquido no ano de 2017, conforme Tabela 4.

Tabela 3 – Ranking dos dez principais países compradores

Países	Código 02		Código 12		Código 17	
	US\$ FOB	%	US\$ FOB	%	US\$ FOB	%
China*	\$ 1.790.649.539	13%	\$ 20.147.600.937	80%	\$ 134.649.148	1%
Hong Kong*	\$ 2.013.805.710	15%	\$ 282	0%	\$ 856.346	0%
Rússia	\$ 1.296.436.978	10%	\$ 477.529.277	2%	\$ 195.868.690	2%
Arábia Saudita	\$ 1.179.365.123	9%	\$ 104.698.042	0%	\$ 559.723.128	5%
Emirados Árabes Unid	\$ 631.662.162	5%	\$ 139.250	0%	\$ 871.494.596	8%
Egito	\$ 749.835.315	6%	\$ 39.598.148	0%	\$ 592.328.702	5%
Irã	\$ 565.170.723	4%	\$ 469.123.717	2%	\$ 287.980.873	3%
Japão	\$ 915.872.838	7%	\$ 181.210.395	1%	\$ 924.602	0%
Bangladesh	\$ 45.777	0%		0%	\$ 1.081.571.646	9%
Países Baixos (Holanda)*	\$ 419.387.924	3%	\$ 547.025.415	2%	\$ 22.791.140	0%
Subtotal	\$ 9.562.232.089	71%	\$ 21.966.925.463	87%	\$ 3.748.188.871	33%
Total geral	\$ 13.373.269.330	100%	\$ 25.200.628.793	100%	\$ 11.447.581.951	100%

Fonte: Autoras.

Adaptação: Sistema ALICE, Base de exportação no período de 01/2017 a 12/2017, por países, por via marítima, dos produtos SH 02 detalhada (Código 02;

12; e 17). \*Foram retirados do cálculo os valores de "Consumo de Bordo"; e "Reexportação".

Tabela 4- Demanda dos produtos por países em 2017

Países	"Carnes" (02)	"Sementes" (12)	"Açúcares" (17)	Total Kg Líquido
Arábia Saudita	6 330 950	2 753 768	13 962 674	23 047 392
Bangladesh	314	1	28 372 841	28 373 156
China	6 517 579	537 970 416	3 341 906	547 829 901
Egito	3 147 833	1 095 439	15 741 686	19 984 958
Emirados Árabes Unidos	3 302 692	1 327	22 838 100	26 142 119
Hong Kong	7 391 917	1	14 585	7 406 503
Irã	1 371 474	12 471 092	7 258 154	21 100 720
Japão	4 398 001	4 837 282	9 851	9 245 134
Países Baixos (Holanda)	1 383 122	16 153 816	385 494	17 922 432
Rússia	4 917 299	10 802 435	4 948 802	20 668 537
<b>Total geral</b>	<b>38 761 182</b>	<b>586 085 577</b>	<b>96 874 093</b>	<b>721 720 852</b>

Fonte: Autoras. Adaptação: Sistema ALICE. Demanda dos produtos delimitados por países medidos em cem kg líquidos.

#### 4. MODELO MATEMÁTICO

A pesquisa operacional surgiu na Segunda Guerra Mundial, pela necessidade de alocar recursos escassos da melhor maneira possível (HILLIER, 2013). O modelo matemático é um sistema que auxilia a solucionar problemas de transportes (ARENALES, 2007), com o objetivo de encontrar a solução ótima para esses casos. O intuito do artigo é propor, através de métodos da pesquisa operacional, um modelo matemático que contabilize a demanda potencial ótima dos portos brasileiros para a exportação.

A função objetivo busca minimizar as distâncias percorridas entre as origens que ofertam os produtos até os portos brasileiros

**Função Objetivo:**

$$\text{Min } \sum C_{ij}F_{ijp} + \sum C_{jk}F_{jkp}$$

que movimentarão os itens para os destinos demandantes. Para a validação do modelo é necessário pontuar algumas restrições. A primeira e a segunda restrições indicam que a quantidade de itens que chegam aos portos e que são movimentados da origem aos portos deve ser menor ou igual à quantidade que a origem oferta. Enquanto que a terceira e quarta restrição apontam que a quantidade de produtos disponibilizados nos portos para exportação e a quantidade movimentada do porto ao destino deve se igualar a quantidade demandado pelos países. A última restrição define que as quantidades enviadas da origem ao porto devem ser iguais as quantidades enviadas dos portos aos destinos.

**Restrições:**

$$\sum_j F_{jkp} = D_{kp} \quad \forall (k \in K, p \in P)$$

$$\sum_j F_{ijp} \leq O_{ip} \quad \forall (i \in I, p \in P)$$

$$\sum_i F_{ijp} = \sum_k F_{jkp} \quad \forall (j \in J, p \in P)$$

**Conjuntos**

I: Origem

J: Porto

K: Destino

**Parâmetros**

Cij: Distância entre origem e porto

Cjk: Distância entre porto e destino

Fijp: Quantidade movimentada da origem ao porto do produto p. Fjkp : Quantidade movimentada do porto ao destino do produto p. Oip: Oferta do produto na origem

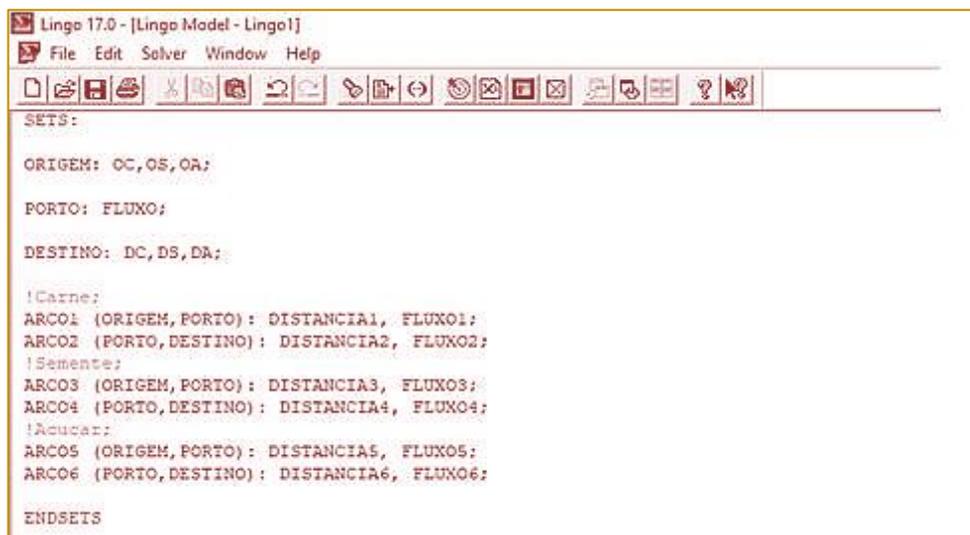
Dkp: Demanda do produto no destino

O modelo proposto nesse trabalho é um modelo matemático de programação linear. O resultado computacional com o software Lingo – versão 17.0 foi obtido em 0,1 segundos com um computador Intel Core i3, 2.0 GHz com 4GB de memória RAM. As Figuras 1 e 2 abaixo ilustram o modelo inserido no software Lingo para

processamento dos dados, devido à grande quantidade de informações inseridas no modelo não foi possível incluir os dados em sua totalidade nas Figuras 1 e 2. As distâncias complementares foram incluídas no

artigo.

Figura 1 – Modelagem matemática aplicada ao Lingo



```

Lingo 17.0 - [Lingo Model - Lingo1]
File Edit Solver Window Help

SETS:
ORIGEM: OC,OS,OA;
PORTO: FLUXO;
DESTINO: DC,DS,DA;

!Carne;
ARCO1 (ORIGEM,PORTO): DISTANCIA1, FLUXO1;
ARCO2 (PORTO,DESTINO): DISTANCIA2, FLUXO2;
!Semente;
ARCO3 (ORIGEM,PORTO): DISTANCIA3, FLUXO3;
ARCO4 (PORTO,DESTINO): DISTANCIA4, FLUXO4;
!Açúcar;
ARCO5 (ORIGEM,PORTO): DISTANCIA5, FLUXO5;
ARCO6 (PORTO,DESTINO): DISTANCIA6, FLUXO6;

ENDSETS

```

Fonte: Autoras. Através do software Lingo versão 17.0.

Figura 2 – Modelagem matemática aplicada ao Lingo (Função Objetivo; Restrições)

```

Lingo Model - Lingo1
OC = 12419 0 0 0 48343 270 325691 38679 3141611 43290 3207972 2251041 2391002
OS = 33319 0 0 0 27199465 1334573 2095519 1062942 44011338 14226666 139941748
OA = 0 1235200 0 0 0 454 0 0 3276307 0 0 3673212 12606876 0

DC= 6517579 7391917 4917299 6330950 3302692 3147833 1371474 4398001 314 1383122;
DS= 537970416 1 10802435 2753768 1327 1095439 12471092 4837282 1 16153816;
DA= 3341906 14585 4948802 13962674 22838100 15741686 7258154 9851 28372841 385494;

ENDDATA

MIN = @SUM(Arco1(I,J):Distancia1(I,J)*Fluxo1)+@SUM(Arco2(J,K):Distancia2(J,K)*Fluxo2(J,K))+
@SUM(Arco3(I,J):Distancia3(I,J)*Fluxo3)+@SUM(Arco4(J,K):Distancia4(J,K)*Fluxo4(J,K))+
@SUM(Arco5(I,J):Distancia5(I,J)*Fluxo5)+@SUM(Arco6(J,K):Distancia6(J,K)*Fluxo6(J,K));

@FOR(Origem(I):@SUM(Porto(J):Fluxo1(I,J))<=OC(I));
@FOR(Origem(I):@SUM(Porto(J):Fluxo3(I,J))<=OS(I));
@FOR(Origem(I):@SUM(Porto(J):Fluxo5(I,J))<=OA(I));

@FOR(Destino(K):@SUM(Porto(J):Fluxo2(J,K))=DC(K));
@FOR(Destino(K):@SUM(Porto(J):Fluxo4(J,K))=DS(K));
@FOR(Destino(K):@SUM(Porto(J):Fluxo6(J,K))=DA(K));

@FOR(Porto(J):@SUM(Origem(I):Fluxo1(I,J))=@SUM(Destino(K):Fluxo2(J,K)));
@FOR(Porto(J):@SUM(Origem(I):Fluxo3(I,J))=@SUM(Destino(K):Fluxo4(J,K)));
@FOR(Porto(J):@SUM(Origem(I):Fluxo5(I,J))=@SUM(Destino(K):Fluxo6(J,K)));

END

```

Fonte: Autoras. Através do software Lingo versão 17.0.

#### 4.1. RESULTADOS E ANÁLISES

O resultado do modelo está exposto na Tabela 5.

Tabela 5 – Potencial de Demanda dos Portos Brasileiros por produtos

Nome do Porto / Código (SH2) / Produto	Código 02	Código 12	Código 17
	Carnes e miudezas, comestíveis	Sementes e frutos oleaginosos; grãos; sementes e frutos diversos; plantas industriais ou medicamentos; palhas e forragens	Açúcares e produtos de confeitaria
Aratu	-	-	-
Areia Branca	5 249 089	-	2 000 717
Belém	797 172	8 218 464	-
Cabedelo	9 966	692	65 688
Fortaleza / Mucuripe	270	8 368 815	454
Ilheus	-	7 764 427	-
Imbituba	6 982 420	16 232 397	-
Itaguaí (Sepetiba)	-	21 223 130	-
Itajaí	9 380 969	98 873 714	5 589 976
Itaqui	275 270	15 866 979	-
Maceió	-	-	-
Manaus	-	-	-
Natal	-	-	1 109
Niterói	-	-	-
Paranaguá	-	-	-
Porto Alegre	2 090 062	-	3 143
Recife	2 455 005	20 492	13 955 139
Rio de Janeiro	2 036 454	4 837 282	14 066 747
Rio Grande	3 470 192	150 627 388	-
Salvador	-	27 199 466	-
Santana (antigo porto Macapá)	4 917 299	10 802 436	4 948 802
Santarém	-	-	-
Santos	1 058 335	214 986 953	56 242 318
São Francisco do Sul	-	-	-
São Sebastião	-	-	-
Suape	-	-	-
Vitória	38 679	1 062 942	-
Total	38 761 182	586 085 577	96 874 093

Fonte: Autoras (Adaptação: Resultados do software LINGO 17. Demanda potencial dos portos brasileiros por produtos medidos em cem kg líquidos.)

É possível observar pelos resultados obtidos que nove portos não foram utilizados para nenhum dos produtos do agronegócio através desse modelo: Porto de Maceió, de Aratu, de Manaus, de Niterói, Paranaguá, de Santarém, de São Francisco do Sul, de São Sebastião e o Porto do Suape. Não é uma conclusão definitiva que esses portos não possuam as melhores condições para movimentar esses produtos, pois outros critérios devem ser levados em consideração, como capacidade portuária, tarifas portuárias, fretes rodoviários e outros meios de transportes até o porto. E dentre os dezoito portos que obtiveram resultados na modelagem, dez receberam mercadorias de regiões diferentes daquelas que se localizam.

Os resultados obtidos pela Tabela 5 demonstram a alta procura pelo Porto de Santos para todos os produtos, em especial o produto “Sementes”, sendo responsável por mais de 30% do total exportado desse produto advindo principalmente da região Centro-Oeste, Mato Grosso e Goiás.

## REFERÊNCIAS

- [1] Aliceweb. Consultas. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Disponível em:
- [2] <<http://alicesweb.mdic.gov.br>>. Acesso em janeiro/2018.
- [3] Arenales, Marcos; Armentano, Vinicius; Morabito, Reinaldo. Pesquisa operacional: para cursos de engenharia. 2007
- [4] Ballou, Ronald H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos / Ronald H. Ballou; tradução Raul Rubenich
- [5] – 5. Ed. – São Paulo: Artmed Editora S.A., 2006. Ballou, Ronald H. Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física / Ronald
- [6] H. Ballou; tradução Hugo T. Y. Yoshizaki – 1. Ed. – São Paulo: Atlas, 2011.
- [7] Betarelli, Admir Antonio Junior. Análise dos modais de transporte pela ótica dos blocos comerciais: uma abordagem inter-setorial de insumo-produto. Dissertação mestrado, programa de mestrado em economia aplicada, Faculdade de Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora. 2007.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstram uma solução ótima para a movimentação mais próxima dos principais produtos do agronegócio brasileiro entre origem, portos e destinos. Pode-se observar a discrepância de quantidades que alguns portos atraem em relação a outros para todos os produtos, como é o exemplo do Porto de Santos.

Algumas limitações da modelagem ainda devem ser estudadas e levadas em consideração ao modelo, como a capacidade dos portos para cada produto específico e uma análise mais elaborada sobre os valores dos fretes cobrados entre as regiões mapeadas como soluções ótimas. Maia (2004) expõe que a eficiência e onerosidade logística também são pontos para a escolha de um porto adequado para exportação de cargas.

A modelagem matemática para o problema será aprimorada para futuras pesquisas, sendo o começo de um estudo mais complexo que deverá levar em consideração mais de um produto em um mesmo modelo matemático para uma análise que inclua as limitações de escoamento existentes nos portos.

- [8] Betarelli, Admir Antonio Junior; Bastos, Suzana Quinet de Andrade; Perobelli, Fernando Salgueiro. Interações e Encadeamentos Setoriais Com os Modais De Transporte: Uma Análise Para Diferentes Destinos Das Exportações Brasileiras. 2011.
- [9] Bowersox, Donald J; Closs, David J. Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento / Donald J Bowersox, David J. Closs. Atlas, 2001.
- [10] Figueiredo, Gustavo Soares. O Papel Dos Portos Concentradores Na Cadeia Logística Global. Universidade
- [11] Federal Fluminense, 2001.
- [12] Gil, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. Ed. São Paulo, SP: Atlas, 2010. Hillier, Frederick S. Introdução à pesquisa operacional. 9. Ed. Porto Alegre: AMGH, 2013
- [13] Maia, Jayme de Mariz. Economia internacional e comércio exterior. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2004.
- [14] Marconi, Marina de Andrade; Lakatos, Eva Maria. Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 7. Ed. São Paulo, SP: Atlas, 2012.

- [15] Mendes, Judas Tadeu Grassi; Padilha Júnior, João Batista. Agronegócio: uma abordagem econômica. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- [16] Monié, Frédéric. Globalização, modernização do sistema portuário e relações cidade/porto no Brasil. São Paulo: Outras Expressões, Col. "geografia em movimento", p. 299-330.2011.
- [17] Pávon, B. S. El Futuro de las Relaciones Puerto Ciudad. Instituto Universitario de Estudios Marítimos. Universidade da Corunã, 2003. Disponível em: <[www.udc.es/iuem](http://www.udc.es/iuem)>. Acesso em 03/06/2017.
- [18] Pnlp, Plano Nacional de Logística Portuária. Secretaria Nacional de Portos - 2015. Disponível em <[http://www.portosdobrasil.gov.br/assuntos-1/pnpl/arquivos/arquivos\\_pnlp/SumarioExecutivoPNLP.pdf](http://www.portosdobrasil.gov.br/assuntos-1/pnpl/arquivos/arquivos_pnlp/SumarioExecutivoPNLP.pdf)>. Acesso em Abril /2018.
- [19] Pontes, Heráclito Lopes Jaguaribe; DO CARMO, Breno Barros Telles do; PORTO, Arthur José Vieira. Problemas logísticos na exportação brasileira da soja em grão. Revista sistemas & gestão, v.4, n.2, p.155- 181,2009.
- [20] Reis, Sílvia Araújo dos. Modelo de programação estocástica para o planejamento tático da cadeia logística da soja. Tese de Doutorado, Puc-Rio. Sílvia Araújo dos Reis; Orientador: José Eugênio Leal, 2013.
- [21] Secretaria Nacional dos Portos (SNP); Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil,2015. Disponível em: <<http://www.portosdobrasil.gov.br/assuntos-1/pnpl/plano-nacional-de-logistica-portuaria>>. Acesso em 29/05/2017.
- [22] Silva, E. L.; Menezes, E. M. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. 4 ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

## ANEXOS

Tabela 6 – Distâncias entre origens e portos brasileiros

Porto/ Origem	Rio Branco	Maceio	Macapá	Manaus	Salvador	Fortaleza	Brasília	Vitória	Goiânia
<b>Manaus</b>	1400	4682	2115	3,3	4863	4198	3426	4454	3246
<b>Salvador</b>	4479	585	2980	4860	3,3	1189	1449	1046	1646
<b>Natal</b>	4727	544	3035	4708	1092	526	2405	2129	2603
<b>Santana (antigo porto Macapá)</b>	2677	3552	20	2658	3503	3068	3008	4337	3023
<b>Niterói</b>	3902	2090	3631	4283	1640	2593	1174	503	1311
<b>Santarém</b>	2133	3008	564	2114	2959	2524	2464	3793	2479
<b>Paranaguá</b>	3771	2956	3574	4151	2506	3540	1457	1429	1352
<b>Santos</b>	3603	2568	3491	3983	2118	3199	1116	1033	1011
<b>Rio de Janeiro</b>	3895	2083	3624	4276	1633	2586	1167	520	1304
<b>São Francisco do Sul</b>	3850	3054	3653	4230	2604	3638	1555	1527	1450
<b>Porto Alegre</b>	4093	3615	3896	4473	3165	4199	2116	2088	2011
<b>São Sebastião</b>	3668	2618	3556	4049	2169	3265	1181	960	1077
<b>Suaape</b>	5137	240	2977	4650	788	831	2106	1825	2304
<b>Recife</b>	5157	259	2942	4615	807	785	2126	1844	2324
<b>Rio Grande</b>	4308	3846	4111	4688	3397	4431	2347	2320	2243
<b>Vitória</b>	4078	1624	3723	4459	1175	2162	1266	7,2	1418
<b>Itaqui</b>	3561	1632	1869	3542	1582	910	2030	2555	2011
<b>Fortaleza / Mucuripe</b>	4218	949	2526	4199	1192	7,7	2130	2165	2328
<b>Itajaí</b>	3883	3086	3686	4263	2637	3671	1587	1560	1483
<b>Ilheus</b>	4353	905	3207	4733	310	1443	1322	769	1519
<b>Aratu</b>	4452	580	2952	4832	52,5	1161	1421	1140	1619
<b>Imbituba</b>	4046	3250	3850	4427	2800	3835	1751	1723	1647
<b>Areia Branca</b>	4501	753	2809	4482	1094	284	2271	2067	2469
<b>Itaguaí (Sepetiba)</b>	3856	2125	3666	4236	1675	2628	1209	592	1265
<b>Belém</b>	3068	2100	1376	3049	2050	1542	1966	3022	1981
<b>Cabedelo</b>	4695	393	3003	4676	941	703	2254	1978	2452
<b>Maceió</b>	4929	4,5	3007	4680	579	951	1898	1616	2096

Fonte: Autoras. Através dos dados disponíveis pelo Google APIs.

Tabela 7 – Continuação das distâncias mapeadas entre origens e portos brasileiros

Porto/ Origem	São Luís	Cuiabá	Campo Grande	Belo Horizonte	Belém	João Pessoa	Curitiba	Recife	Teresina
<b>Manaus</b>	3536	2347	3056	3918	3048	4661	4049	4614	3609
<b>Salvador</b>	1597	2515	2490	1468	2071	926	2434	812	1167
<b>Natal</b>	1416	3471	3447	2425	1952	190	3390	287	1046
<b>Santana (antigo porto Macapá)</b>	2406	2314	3020	3801	1918	3531	4013	3484	2479
<b>Niterói</b>	3080	1938	1425	448	3133	2425	849	2313	2740
<b>Santarém</b>	1862	1770	2476	3257	1374	2987	3469	2940	1935
<b>Paranaguá</b>	3357	1806	1099	1061	3333	3291	91,5	3179	3104
<b>Santos</b>	3016	1638	1089	673	2992	2903	422	2791	2763
<b>Rio de Janeiro</b>	3073	1931	1418	441	3126	2418	842	2306	2733
<b>São Francisco do Sul</b>	3456	1885	1179	1159	3432	3389	181	3277	3202
<b>Porto Alegre</b>	4016	2128	1422	1720	3992	3950	742	3838	3763
<b>São Sebastião</b>	3082	1704	1190	724	3058	2953	614	2842	2829
<b>Suaape</b>	1595	3172	3148	2126	2069	168	3091	54,4	1165
<b>Recife</b>	1560	3192	3168	2145	2034	122	3111	2,6	1129
<b>Rio Grande</b>	4248	2343	1636	1952	4224	4182	974	4070	3995
<b>Vitória</b>	2562	2114	1921	540	3036	1965	1345	1851	2131
<b>Itaqui</b>	14,4	2700	2881	2647	798	1580	3379	1564	438
<b>Fortaleza / Mucuripe</b>	905	3196	3172	2427	1536	679	3479	776	630
<b>Itajaí</b>	3488	1918	1211	1192	3464	3421	214	3310	3235
<b>Ilheus</b>	1842	2387	2132	1137	2316	1245	2103	1131	1412
<b>Aratu</b>	1570	2487	2463	1441	2044	921	2406	807	1139
<b>Imbituba</b>	3652	2082	1375	1355	3628	3585	377	3473	3398
<b>Areia Branca</b>	1174	3338	3313	2328	1727	481	3294	579	821
<b>Itaguaí (Sepetiba)</b>	3115	1891	1378	483	3168	2460	802	2348	2775
<b>Belém</b>	791	2669	2850	2759	2,6	2078	3264	2031	905
<b>Cabedelo</b>	1593	3320	3296	2273	2095	18,5	3239	136	1191
<b>Maceió</b>	1624	2964	2940	1917	2098	376	2883	262	1194

Fonte: Autoras. Através dos dados disponíveis pelo Google APIs.

Tabela 8 – Continuação das distâncias entre origens e portos brasileiros

Porto/ Origem	Rio de Janeiro	Natal	Porto Alegre	Porto Velho	Boa Vista	Florianópolis	São Paulo	Aracaju	Palmas
<b>Manaus</b>	4274	4708	4469	889	784	4351	3873	5056	3857
<b>Salvador</b>	1632	1097	3160	3972	5643	2722	2028	328	1449
<b>Natal</b>	2589	1	4117	4215	5491	3678	2985	787	2143
<b>Santana (antigo porto Macapá)</b>	4232	3578	4432	2166	3441	4314	3925	3467	2265
<b>Niterói</b>	18,8	2575	1575	3395	5066	1137	441	1833	1980
<b>Santarém</b>	3688	3034	3888	1622	2897	3770	3381	2923	1721
<b>Paranaguá</b>	922	3441	737	3264	4934	299	476	2699	2263
<b>Santos</b>	526	3053	1148	3095	4766	710	95,4	2311	1922
<b>Rio de Janeiro</b>	1,8	2568	1568	3388	5059	1130	434	1826	1973
<b>São Francisco do Sul</b>	1020	3539	632	3343	5013	194	574	2797	2361
<b>Porto Alegre</b>	1581	4100	3,5	3586	5256	459	1135	3358	2922
<b>São Sebastião</b>	453	3104	1340	3161	4832	902	206	2362	1987
<b>Suaape</b>	2290	339	3818	4630	5433	3379	2686	482	2106
<b>Recife</b>	2309	293	3838	4123	5398	3399	2706	501	2050
<b>Rio Grande</b>	1813	4332	318	3800	5471	691	1367	3590	3154
<b>Vitória</b>	515	2136	2072	3571	5242	1633	937	1367	2072
<b>Itaqui</b>	3078	1424	4105	3050	4325	3667	2998	1547	1254
<b>Fortaleza / Mucuripe</b>	2591	522	4206	3707	4982	3767	3098	1107	1776
<b>Itajaí</b>	1052	3572	536	3375	5046	97,5	607	2830	2393
<b>Ilheus</b>	1292	1416	2829	3845	5515	2391	1698	647	1490
<b>Aratu</b>	1604	1092	3133	3945	5615	2694	2001	323	1421
<b>Imbituba</b>	1216	3735	373	3539	5210	94,5	771	2993	2557
<b>Areia Branca</b>	2492	273	4021	3990	5265	3582	2889	951	1917
<b>Itaguaí (Sepetiba)</b>	83,9	2610	1529	3349	5019	1090	394	1868	2015
<b>Belém</b>	3190	1950	3990	2557	3832	3552	2883	2015	1223
<b>Cabedelo</b>	2437	211	3966	4184	5459	3527	2834	636	2111
<b>Maceió</b>	2081	547	3610	4421	5463	3171	2478	274	1898

Fonte: Autoras. Através dos dados disponíveis pelo Google APIs.

Tabela 9 – Distâncias entre portos brasileiros e países de destino

Porto / Destino	China	Hong Kong	Rússia	Arábia Saudita	Emirados Árabes Unidos	Egito	Irã	Japão	Bangladesh	Países Baixos (Holanda)
<b>Manaus</b>	29193	27510	18185	16151	19865	14229	20183	31232	23494	12451
<b>Salvador</b>	25219	23537	16592	14555	18053	12631	18372	27295	20494	10855
<b>Natal</b>	25663	24000	15572	13540	17253	11616	17572	27713	20911	9840
<b>Santana (antigo porto Macapá)</b>	27347	25663	13683	14372	18085	12449	18403	29325	21715	10875
<b>Niterói</b>	24609	22928	17964	15933	17324	14009	17642	26560	19765	12232
<b>Santarém</b>	28424	26741	17416	15383	19096	13460	19415	30464	22726	11682
<b>Paranaguá</b>	24789	23106	18844	16344	17483	14890	17801	26719	19924	13112
<b>Santos</b>	24680	22998	18426	16366	17507	14470	17826	26752	19946	12694
<b>Rio de Janeiro</b>	24615	22931	17968	15936	17327	14012	17646	26563	19768	12236
<b>São Francisco do Sul</b>	24900	23217	18955	16455	17594	15001	17913	26830	20035	13223
<b>Porto Alegre</b>	24337	22654	19535	15940	17079	15579	17400	26324	19479	13801
<b>São Sebastião</b>	24809	23128	18555	16496	17637	14599	17955	26882	20076	12823
<b>Suape</b>	25450	23767	15849	13818	17531	11894	17850	27419	20609	10117
<b>Recife</b>	25489	23806	15742	13710	17424	11788	17742	27443	20644	10012
<b>Rio Grande</b>	23983	22302	19596	15694	16835	15640	17153	26067	19276	13864
<b>Vitória</b>	24620	22937	17481	15449	17407	13525	17725	26645	19846	11749
<b>Itaqui</b>	26911	25228	16196	14162	17876	12238	18194	28902	21505	10462
<b>Fortaleza / Mucuripe</b>	26198	24515	15714	13679	17392	11756	17711	28189	21385	9979
<b>Itajaí</b>	24424	22741	18911	16133	17274	14955	17592	26510	19713	13179
<b>Ilheus</b>	24995	23311	16872	14833	17838	12910	18151	27111	20278	11132
<b>Aratu</b>	25235	23552	16603	14572	18070	12647	18389	27310	20511	10871
<b>Imbituba</b>	24419	22735	19040	16040	17179	15085	17498	26413	19579	13307
<b>Areia Branca</b>	25943	24259	15568	13534	17248	11612	17566	27886	21076	9836
<b>Itaguaí (Sepetiba)</b>	24535	22852	18127	16096	17366	14172	17685	26602	19761	12395
<b>Belém</b>	27545	25861	16537	14503	18216	12581	18535	29584	21846	10803
<b>Cabedelo</b>	25532	23848	15635	13603	17316	11681	17635	27550	20759	9903
<b>Maceió</b>	25432	23748	16092	14059	18146	12134	18464	27378	20587	10358

Fonte: Site Distances.com, Adaptação das Autoras. Distância dos Portos até os países (destinos) escolhidos em km.

# Capítulo 8

## DESENVOLVIMENTO DE UM EXTENSÔMETRO PARA ENSAIO MECÂNICO DE TRAÇÃO

*Gabriel de Moura Reis*

*Reinaldo José Tonete*

*Rodrigo Bísvaro Nogueira*

**Resumo:** Extensômetros são dispositivos essenciais para realização de ensaios mecânicos de tração. Diante disso, este trabalho buscou desenvolver um extensômetro eletromecânico, partindo da hipótese de que estes dispositivos podem ser fabricados em estrutura simples e apresentar boa precisão de medida. A metodologia para desenvolvimento do dispositivo consistiu em estudo de modelos de extensômetros, cálculos estruturais para o dimensionamento do protótipo, escolha do material e do design do dispositivo, projeto mecânico, fabricação do protótipo e teste de funcionamento do dispositivo. Os resultados apontaram um protótipo funcional, com inovação tecnológica e que atende as necessidades dos ensaios de tração.

**Palavras-chave:** Extensômetro, Strain Gauge, Ensaios Mecânicos.

## 1. INTRODUÇÃO

O conhecimento das propriedades mecânicas, bem como dos processos de fabricação dos materiais no desenvolvimento de projetos e/ou produtos permite selecionar, entre várias opções viáveis, aquela que permite melhores desempenhos (REIS & MOREIRA, 2009).

A seleção de materiais deve se basear em dados de ensaios mecânicos, pois é por meio deles que se verifica se os materiais apresentam as propriedades adequadas ao seu uso, o que é importante para garantir a segurança, redução de custos e qualidade para produção, descoberta de novas informações sobre os materiais e desenvolvimento de tecnologias e novas formas de fabricação (CALLISTER JR & RETHWISCH, 2015).

Um dos principais ensaios mecânicos utilizados para estudo das propriedades dos materiais é o teste de tração. Garcia et al (2013) explica que este teste consiste em submeter um corpo de prova com formato e dimensões padronizadas a uma carga gradativa de tração uniaxial nas suas extremidades que tende a esticá-lo. Os resultados do ensaio são registrados na forma de um gráfico que relaciona a tensão aplicada em função da deformação sofrida pelo corpo de prova.

Os acessórios que permitem mensurar a deformação de um corpo de prova são chamados de extensômetros. São dispositivos com tecnologia amplamente difundida e uso consolidado na engenharia e estão disponíveis em várias formas, tamanhos e com diferentes tecnologias, adaptadas ao tipo de ensaio que o corpo de prova do material será submetido. (SHAKEEL et al, 2017).

Os extensômetros eletromecânicos estão entre os dispositivos mais utilizados na realização de ensaios mecânicos. A tecnologia envolvida no funcionamento desse tipo de extensômetro é a base de strain gauges, que são sensores atrativos por sua versatilidade e precisão. Esses sensores destacam-se sobre os demais, principalmente quando trata de dimensões, simplicidade de uso, eficácia e menor custo, além de apresentarem fator de sensibilidade constante e alto grau de precisão na medição (SHAKEEL et al, 2017; NI MEASUREMENT, 2013).

O objetivo deste trabalho é projetar e construir um extensômetro eletromecânico para realização de testes de tração de materiais poliméricos, compósitos e metais dúcteis, partindo da hipótese de que os extensômetros podem ser fabricados com estruturas simples, boa funcionalidade e alta precisão de medida, além de colaborar para o desenvolvimento de tecnologia dentro da Universidade.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS MATERIAIS

A ciência e engenharia dos materiais propõem estudos sobre as composições, estruturas internas e propriedades dos materiais, além de estabelecer a dependência regular entre elas, auxiliando, portanto, na seleção ideal de materiais para diversos usos e na determinação das suas propriedades e qualidades tecnológicas (LOPES, 2009).

As propriedades mecânicas são determinadas quando um material está sujeito a esforço de natureza mecânica, ou seja, essas propriedades determinam o maior ou o menor poder que o material tem para transmitir ou resistir aos esforços que lhe são aplicados (CALLISTER JR & RETHWISCH, 2015).

De modo geral, segundo Garcia et al (2013), todo projeto de engenharia requer amplo conhecimento das propriedades dos materiais envolvidos para sua viabilização. Callister e Rethwishch (2015) dizem, ainda, que a compreensão das várias propriedades mecânicas dos materiais e suas representatividades é obrigação dos engenheiros.

### 2.2 ENSAIOS MECÂNICOS

As propriedades mecânicas dos materiais são determinadas pela realização dos ensaios mecânicos, que são testes que reproduzem experimentalmente as condições de serviço. A realização dos ensaios e a interpretação dos seus resultados são padronizados por normas estabelecidas por sociedades profissionais, como a Sociedade Americana para Ensaios e Materiais (ASTM – American Society for Testing and Materials) e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (CALLISTER JR & RETHWISCH, 2015).

Blanco (2006) diz que estes ensaios são essenciais para formação do engenheiro, uma vez que são usados para comparação ou seleção de materiais, controle de qualidade e certificação de produtos.

Um dos principais ensaios mecânicos é o ensaio de tração, que consiste em submeter um corpo de prova a uma carga gradativa de tração uniaxial nas suas extremidades que tende a esticá-lo. Este ensaio é amplamente utilizado na indústria devido a vantagem de fornecer dados quantitativos das características mecânicas dos materiais como: limite de resistência à tração, limite de escoamento, módulo de elasticidade, módulo de resiliência, módulo de tenacidade, ductilidade, coeficiente de encruamento e coeficiente de resistência (CALLISTER JR & RETHWISCH, 2015).

### 2.3 EXTENSÔMETROS

Nos ensaios de tração, um dado essencial para determinação das propriedades mecânicas do material testado é o alongamento do corpo de prova. Para medi-lo, é feito o uso de extensômetros, que são dispositivos utilizados para medir comprimento, permitindo, assim, medir a deformação dos materiais ensaiados (ASKELAND & PHULÉ, 2008).

Os primeiros extensômetros eram essencialmente mecânicos, apresentando limitações e erros de medição. Com a evolução da tecnologia, foram desenvolvidos diversos outros tipos de aparelhos, aplicáveis à medição de deformação em diversas áreas de estudo, como o acompanhamento do crescimento e recuperação de ossos na medicina (ANDOLFATO, 2007).

Um dos extensômetros mais populares no mercado são os extensômetros elétricos, pois permitem que computadores realizem a leitura dos dados de deformação medidos pelo dispositivo. Apresentam alta precisão de medida, além de facilidade e versatilidade quanto a sua utilização. Estes extensômetros consistem basicamente em transdutores que convertem os valores de deformação em sinal de resistência elétrica. A grande desvantagem é que são destruídos durante a realização dos ensaios, uma vez que são aplicados diretamente aos corpos de prova e sofrem o mesmo módulo de deformação que eles. Frente a isso, os extensômetros eletromecânicos têm ganhado espaço no

mercado, pois apresentam as mesmas vantagens que os extensômetros elétricos, mantendo sua estrutura intacta durante e após a realização dos ensaios (SHAKEEL et al, 2017).

### 2.4 STRAIN GAUGES

Os transdutores que convertem deformação mecânica em sinais de variação de resistência elétrica são chamados de strain gauges. Eles são resistores construídos por uma base de poliamida ou epóxi e por um filamento metálico que possui configuração em ziguezague (OLIVEIRA, 2009).

A grande atratividade sobre esses sensores se dá pelas dimensões, simplicidade, eficácia e custo, além de apresentarem fator de sensibilidade constante e alto grau de precisão na medição, o que contribuiu para sua utilização generalizada na análise experimental de tensão e deformação. (NI MEASUREMENT, 2013).

Atualmente o mercado disponibiliza diversos tipos de strain gauges para diversas aplicações. Muitos pesquisadores têm estudado novas tecnologias para produzi-los, a fim de proporcionar maior flexibilidade de utilização, aumentando sua resistência e potencializando sua capacidade de medição (HONG et al, 2012).

## 3. MÉTODOS

### 3.1 MODELO CONCEITUAL

Inicialmente foi realizado um estudo documental e bibliográfico em datasheets de extensômetros comerciais e artigos científicos, buscando os modelos existentes no mercado e analisando suas características e funcionalidades e as principais tecnologias envolvidas nos diferentes modelos.

Em um brainstorm, foram feitas considerações sobre dimensionamento, material, custo e procedimento de fabricação, funcionalidade e eficiência para cada modelo. A partir daí, foi determinado o modelo ideal para ser desenvolvido neste trabalho.

### 3.2 SELEÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

A matéria-prima para fabricação da estrutura foi escolhida de acordo com seus componentes, seguindo critérios de grande zona elástica do material que atua como mola, fácil acesso e manuseio e baixo custo de aquisição.

Para os braços, que precisam ser rígidos, optou-se por barras de alumínio em formato I, de 1 mm de espessura e 20 mm de largura. Este material foi escolhido devido sua facilidade de acesso, baixo custo e fácil manuseio.

Para a mola, optou-se pelo Aço SAE 1070 foi escolhido devido sua larga utilização na fabricação de molas para instrumentação. Esse material tem densidade 7,85g/cm<sup>3</sup>,

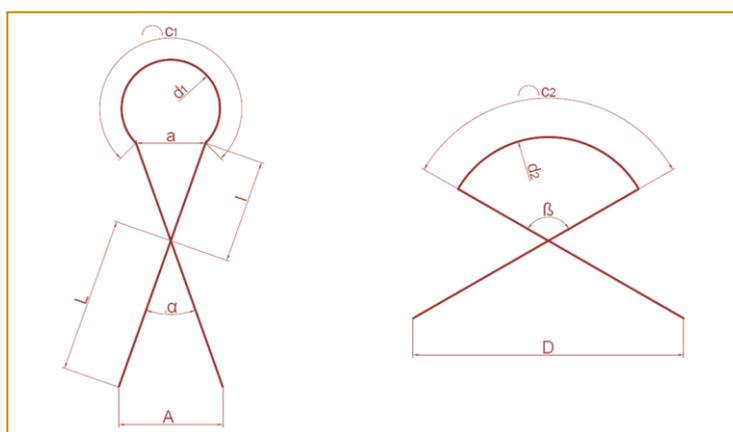
Limite de Escoamento ( $\sigma_e$ ) de 490 Mpa, Módulo de Elasticidade (E) de 200 GPa e Coeficiente de Poisson ( $\nu$ ) de 0,29 e deformação máxima na zona elástica ( $\epsilon$ ) de 0,2%. O aço selecionado tem espessura 0,2 mm.

O strain gauge escolhido para o dispositivo foi um modelo BF350, de resistência de 350  $\Omega$ , fator de sensibilidade 2 - 2,20 e limite de deformação de 2%, grade de constantan e base de poliamida, e dimensões 4,4mm x 7,4mm (Figura 1).

### 3.3 PROJETO MECÂNICO

A Figura 2 serviu como modelo gráfico para orientação durante realização dos cálculos.

Figura 1 – Esquema básico da estrutura para orientação de cálculos.



Fonte: Próprio autor (2017)

Inicialmente, foi considerado um comprimento de braço de 160 mm. Levando isso em consideração, adotou-se uma relação de transmissão para os braços com base na posição do pino de articulação de 2,2. Também foi definido que o arco da mola fosse igual a 3/4 de circunferência, sendo que, quando deformado ao máximo, fosse igual a 1/3. De modo a estar de acordo com a padronização, determinou-se a abertura

inicial A dos braços do extensômetro como sendo 50 mm, pois a norma ASTM 8M indica que a menor área útil de corpos de prova metálicos para testes de tração tem comprimento de 50 mm. A partir daí, foram determinadas as demais dimensões.

O diâmetro ( $d_1$ ) e comprimento ( $c_1$ ) do arco da mola em estado inicial foram definidos conforme as Equações 1 e 2.

$$d_1 = a\sqrt{2} \quad (1)$$

$$c_1 = \frac{3}{4}\pi d_1 \quad (2)$$

Uma vez que o comprimento da mola no estado de maior deformação ( $c_2$ ) foi definido como 1/3 de circunferência, o ângulo de

abertura do arco ( $\beta$ ) foi igualado ao ângulo máximo de abertura dos braços (D) do extensômetro (Equação 3).

$$D = 2 L \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) \quad (3)$$

Com as informações dos materiais da fabricação do protótipo, foi possível definir a deflexão máxima (f) pela Equação 4.

$$f = \frac{Mc_1^2}{3EJ} \quad (4)$$

Em que  $M$  é o momento fletor,  $E$  é o módulo de elasticidade e  $J$  o momento de inércia da mola metálica do extensômetro.

Os desenhos técnicos do extensômetro foram realizados com tecnologia CAD (Computer Aided Design), no software AutoCAD® após o dimensionamento.

Também foram realizadas simulações estruturais com o software Autodesk Inventor® para obtenção das regiões de concentração de tensão para estudo dos locais de fixação do sensor. Todos os dados de propriedades mecânicas da mola (módulo de Young Limite de escoamento, densidade, resistência à tração) foram inseridos de modo a aproximar, o mais fielmente possível, a simulação das condições reais de solicitações.

### 3.4 FABRICAÇÃO DO PROTÓTIPO

A tecnologia, referente às técnicas e métodos que foram utilizados na fabricação do protótipo, foi fundamentada na utilizada pela indústria, adaptada às características das instalações do laboratório em que a pesquisa foi desenvolvida.

As barras de alumínio usadas para fabricação foram marcadas e cortadas nas dimensões definidas pelo projeto mecânico. Após o corte, as peças foram lixadas com lixa com mesh 300, e lavadas com água e álcool para remoção de resíduos.

A mola foi submetida a tratamento de recozimento, conformação plástica e têmpera, para obtenção do design e dimensões projetadas com elevado valor de limite de escoamento.

As peças foram fixadas, conforme o modelo, utilizando resina epóxi como material de adesão, e um rebite de aço foi usado para proporcionar a articulação dos braços.

Para acoplagem do sensor para medir a deformação à estrutura do extensômetro, foi utilizada a metodologia de colagem recomendada no datasheet do fabricante Kyowa®. A área da mola que recebeu strain gauge foi lixada com lixa mesh 400 e 600, de modo a uniformizar a superfície, e em seguida passou por limpeza com água e álcool, a fim de eliminar quaisquer impurezas. Para fixação do sensor, também foi utilizada a resina epóxi. Os fios para transmissão dos sinais de resistência elétrica do sensor foram fixados por soldagem.

### 3.5 TESTES DO DISPOSITIVO

O comportamento elástico da mola do dispositivo foi testado promovendo deformações em seu estado inicial. Com o auxílio do paquímetro centesimal, foi medida a distância entre as pontas da mola, anterior e posterior à deformação aplicada, conforme Figura 3. Ao final de cada teste, a distância final mensurada era usada como parâmetro inicial para o procedimento seguinte.

Figura 2 – Matéria-prima do extensômetro



Fonte: Próprio autor (2017)

Com os dados, foram calculadas a deformação alcançada ( $\epsilon_a$ ) e a deformação

residual ( $\epsilon_r$ ) para cada teste, conforme as equações a seguir.

$$\epsilon_a = \frac{D_a - D_i}{D_i} \quad (5)$$

$$\epsilon_r = \frac{D_f - D_i}{D_i} \quad (6)$$

Em que,  $D_i$  é a distância inicial das extremidades da mola;  $D_a$  é a distância alcançada com a deformação aplicada; e  $D_f$  é a distância final, após os valores o esforço da deformação.

Para teste de funcionamento do dispositivo desenvolvido, o extensômetro foi apoiado sobre uma base plana, e um paquímetro foi colocado entre os braços do dispositivo, ajustando a medida do paquímetro para a

distância entre os braços da estrutura, conforme Figura 4. Foram realizadas variações na abertura dos braços e verificadas as alterações da resistência do sensor strain gauge, em conformidade com a abertura dos braços. A leitura das variações de resistência elétrica foi realizada com Multímetro Digital Portátil True Rms Itmd 3010.

Figura 3 – Matéria-prima do extensômetro



Fonte: Próprio autor (2017)

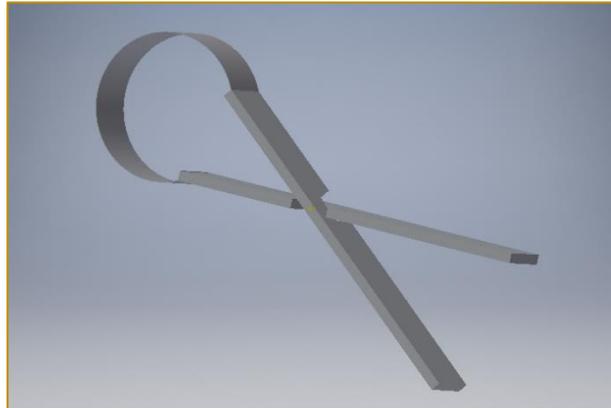
Ao final, foi calculada a média das resistências medidas a fim de relacioná-la com a deformação aplicada. Foram realizadas variações da distância entre os braços de acordo com as porcentagens de deformação principais (50%, 100% e 150%).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 MODELO CONCEITUAL

O modelo conceitual desenvolvido neste trabalho foi selecionado seguindo critérios de funcionalidade, alta precisão em medida e baixo custo e facilidade de fabricação, Figura 5.

Figura 4 – Modelo conceitual



Fonte: Próprio autor (2017)

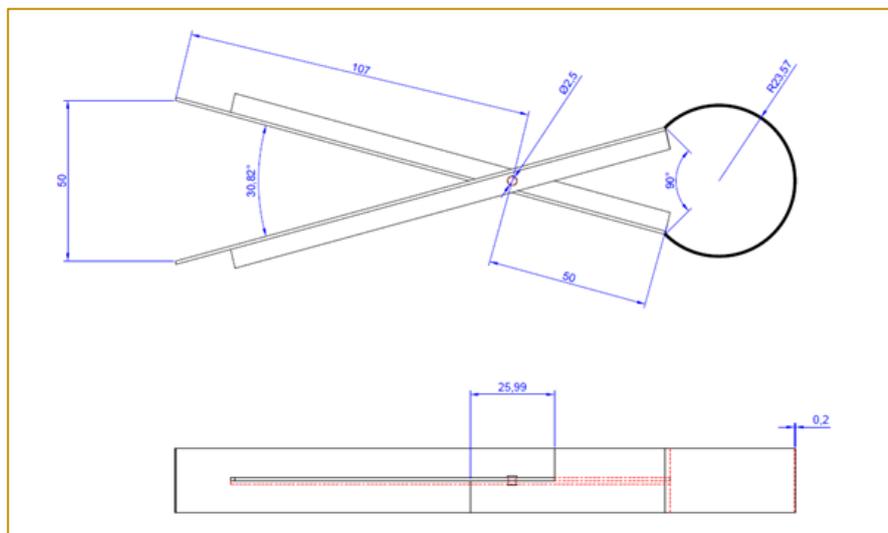
O funcionamento deste modelo se dá pelo movimento dos braços como um alicate, que por sua vez flexionam uma chapa metálica curva. Os braços rígidos são conectados por um pino que cria a articulação que permite o movimento. O alongamento do corpo de prova movimentando os braços, que por sua vez transmitem esse alongamento para as outras extremidades e então deformam a chapa metálica e os sensores acoplados a ela.

Como ponto positivo o modelo apresenta inovação tecnológica, facilidade de fabricação, design inovador e permite a utilização sem fraturar o strain gauge.

### 4.2 PROJETO MECÂNICO

A Figura 6 mostra o desenho técnico do extensômetro elaborado no software AutoCAD® com as dimensões calculadas pelas Equações 1 e 2.

Figura 5 – Desenho técnico do protótipo de extensômetro desenvolvido



Fonte: Próprio autor (2017)

A deflexão máxima da mola, formada pela abertura dos braços, sem que ela sofra deformação permanente, foi de 99,16mm, e a abertura máxima dos braços foi de 129,9mm, o que corresponde a 159,8% da abertura inicial.

A consideração inicial sobre os braços do extensômetro foi feita para facilitar o manuseio e fabricação do dispositivo, além de assegurar que seu peso não fosse capaz de interferir na realização dos ensaios, uma vez que este é fixado perpendicularmente ao corpo de prova. O ponto de articulação e relação de transmissão, além da relação entre os arcos de mola nos estado inicial e final, foram definidos de modo a facilitar o dimensionamento e fabricação.

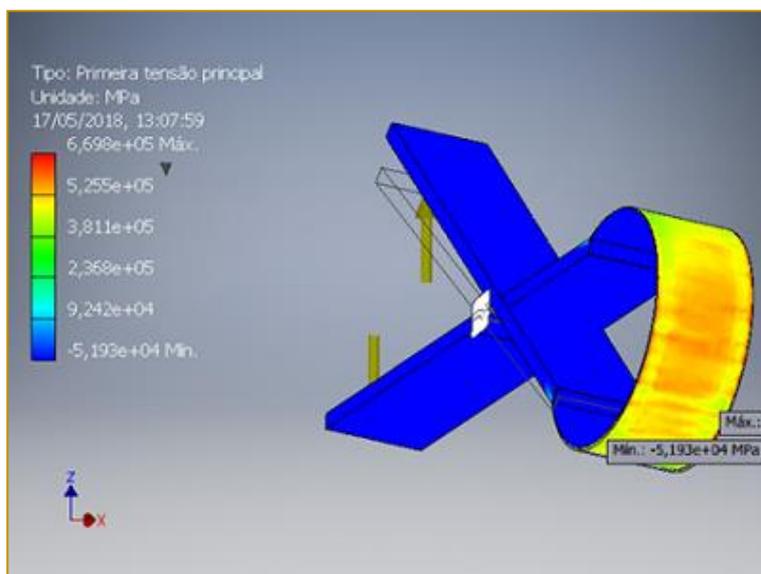
Além disso, a norma ASTM 8M indica que a menor área útil de corpos de prova metálicos

para testes de tração tem comprimento de 50 mm. Medidas iniciais menores que 50% da região útil do corpo de prova podem gerar erros nos resultados dos ensaios, pois a estrição pode ocorrer fora dos pontos de fixação do extensômetro. Por isso, determinou-se a abertura inicial do extensômetro como sendo o comprimento da área útil do corpo de prova considerado (50mm).

#### 4.3 SIMULAÇÕES ESTRUTURAIS

Foi simulado o comportamento do dispositivo quando submetido a condições de serviço, simulando os esforços característicos de um ensaio de tração (Figura 7).

Figura 6 – Resultado da simulação estrutural



Fonte: Próprio autor (2018)

Os resultados das simulações, representados na Figura 7, indicam a região de maior concentração de tensão no extensômetro. Sendo assim, foi definido que esta região seria usada para acoplamento do strain gauge, uma vez que é onde o sensor também terá maior deformação, ampliando sua resposta a abertura dos braços do extensômetro.

#### 4.4 PROTÓTIPO

O protótipo de extensômetro desenvolvido (Figura 8) foi fabricado conforme as especificações descritas na metodologia. O produto obtido atende às principais exigências do projeto mecânico.

Figura 7 – Protótipo do extensômetro



Fonte: Próprio autor (2018)

Após a fabricação do protótipo, foi executado um teste rápido e verificou-se que a mola ainda alcançava a deformação ideal proposta no projeto.

O sensor acoplado à estrutura é mostrado na Figura 9.

Figura 8 – Sensor acoplado ao protótipo



Fonte: Próprio autor (2017)

#### 4.5 TESTES

Os testes para analisar o comportamento elástico da mola foram feitos para comparação dos cálculos de resistência dos materiais feitos, com a deformação real da estrutura. O intuito destes testes foi averiguar a capacidade da mola de se deformar e retornar ao seu estado inicial, sem a ocorrência de deformação plástica, o que

acarretaria na não viabilização do dispositivo, uma vez que as deformações permanentes refletiriam na resistência elétrica inicial do strain gauge a cada vez que fosse utilizado e, conseqüentemente, em dados não confiáveis de deformação. Os dados dos testes são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Testes de comportamento elástico da mola

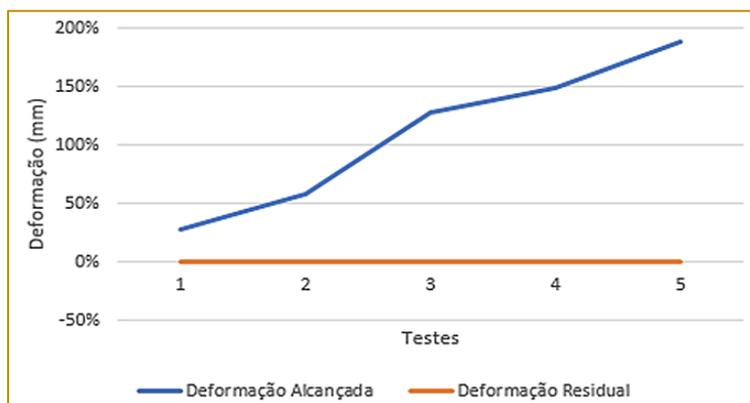
Distância Inicial (mm)	Distância Alcançada (mm)	Distância Final (mm)	Deformação Alcançada (%)	Deformação Residual (%)
38,20	48,95	38,21	28	0,03
38,21	60,33	38,20	58	-0,03
38,20	86,85	38,20	127	0,00
38,20	95,10	38,21	149	0,03
38,21	110,00	38,21	188	0,00

Fonte: Próprio autor (2018)

Os valores de deformação permanente desta magnitude podem ser desconsiderados, pois estão dentro da margem de erro do paquímetro (0,01 mm).

O Figura 10 demonstra os resultados dos testes relacionando as deformações alcançadas em cada um dos testes, e demonstra o comportamento elástico da mola.

Figura 9 – Comportamento elástico da mola



Fonte: Próprio autor (2018)

Os testes de leitura do sinal do strain gauge foram realizados para verificar a capacidade do dispositivo de medir a variação da

abertura dos braços pela variação do sinal de resistência elétrica. A Tabela 2 expõe os dados resultantes do teste de funcionamento.

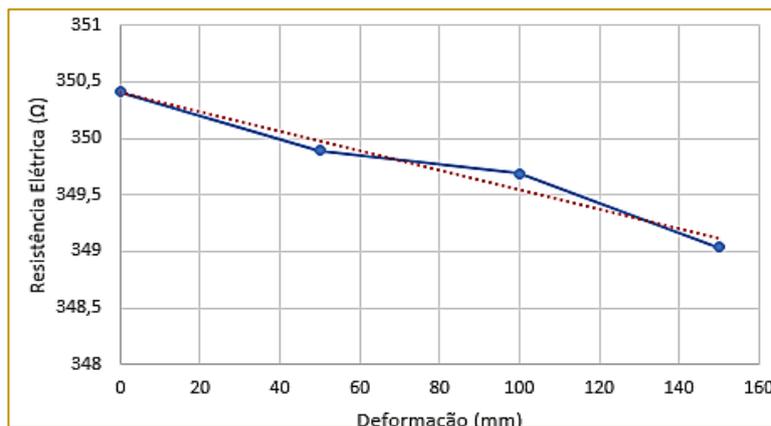
Tabela 2 – Testes de leitura da variação de resistência elétrica do dispositivo

Comprimento Nominal (mm)	Deformação (%)	Resistência Elétrica	
		Média ( $\Omega$ )	Desvio Padrão (%)
50	0	350,41	0,057
75	50	349,89	0,057
100	100	349,69	0,057
125	150	349,04	0,070

Fonte: Próprio autor (2018)

A Figura 11 demonstra o comportamento da variação de resistência elétrica em função da deformação.

Figura 11 – Variação da resistência elétrica em função da variação de deformação



Fonte: Próprio autor (2018)

Os resultados dos testes comprovam o funcionamento do dispositivo, uma vez que foi verificada a variação do sinal do strain gauge quando modificada a posição inicial dos braços do extensômetro e apontam um comportamento linear da variação da resistência elétrica em relação à deformação gerada no corpo de prova em ensaios de tração.

## 5. CONCLUSÃO

Os testes para avaliar o comportamento elástico da mola permitiram estudar sua resistência a solicitações sem que sofresse

deformação plástica, pois este fator interferiria na precisão do extensômetro.

Quanto aos testes de leitura de dados, os resultados implicam num extensômetro funcional, que atende às exigências do projeto, capaz de medir a variação da deformação e informá-la em sinal de resistência elétrica transmitida pelo strain gauge.

O modelo desenvolvido apresentou design inovador, facilidade de fabricação e inovação tecnológica, além de ser capaz de viabilizar o uso dos sensores strain gauges em mais de um ensaio de tração.

## REFERENCIAS

[1] American Society For Testing And Materials - Astm, Philadelphia. E-8M; standard test methods for tension testing of metallic materials. Philadelphia, 2010.

[2] Andolfato R. P., Camacho J. S. Extensometria Básica, Universidade Estadual Paulista - Julio de Mesquita Filho – Unesp. Ilha Solteira, São Paulo, 2007.

[3] Askeland, Donald R.; PHULÉ, Pradeep P. Ciência e Engenharia dos Materiais. 1a ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

[4] Callister JR., William D. Rethwisch, David G. Ciência e Engenharia dos. Materiais: Uma Introdução, 8a ed., Rio de Janeiro, Gen LTC, 2015.

[5] Garcia, Amauri; Spim, Jaime Alvares; Santos, Carlos Alexandre dos. Ensaios dos Materiais. Rio de Janeiro: Gen LTC 2ª Ed. 2013.

[6] Kyowa Electronic Instruments Co. LTD. Introduction to Strain Gages. Disponível em: <<http://www.kyowa-ei.com>>. Acesso em 30 de março de 2017.

[7] Lee, Dongil. Hong, Hyun Pyo. Lee, Myung Jin. PARK, Chan Won. Min, Nam Ki. A prototype high sensitivity load cell using single walled carbon nanotube strain gauges. Sensors and Actuators A: Physical - Elsevier. Pág. 120-126. 2012.

[8] Lopes, J. T. de B. Materiais de Construção Mecânica. 2008. Universidade Federal do Pará – UFPA, 2008.

[9] Ni Measurement. Medindo distensão com Strain Gages. Janeiro de 2013, Disponível em: <<http://www.ni.com>>. Acesso em 31 de março de 2017.

[10] Oliveira, A.W.C. Estudo para desenvolvimento de um novo conceito de extensômetros impressos. - Manaus: Ufam, 2009.

[11] Reis, M. L.; Moreira, A. M, 2008. Propriedades dos materiais. Instituto Superior de Tecnologia de Tomar – ESTT. 2008.

[12] Shakeel, Muhammad. Khan, Wasim A. Rahman, Khalid. Fabrication of cost effective and high sensitivity resistive strain gauge using DIW technique. Sensors and Actuators A: Physical – Elsevier. Pág. 123-130. Mar. 2017.

# Capítulo 9

## UTILIZAÇÃO DE ÓLEO RESIDUAL PARA FABRICAÇÃO DE SABÃO: ÊNFASE NA REDUÇÃO DE RESÍDUOS E ANÁLISE DE ESTATÍSTICA DA QUALIDADE EM UM CAMPUS UNIVERSITÁRIO.

*Edinara Adelaide Boss*

*Matheus Bocalete Millan*

*Klaus Henrique Soares*

**Resumo:** Os óleos de fritura são lipídeos hidrogenados ou parcialmente hidrogenados. Algumas propriedades como nutricionais, viscosidade e acidez se alteram negativamente por meio da atuação de fatores como temperatura, tempo em utilização e os alimentos. O óleo, após sofrer perdas das propriedades necessárias em sua finalidade inicial, precisa ser coletado e reutilizado. A coleta do óleo para o estudo em questão foi realizada no restaurante do campus universitário, e o mesmo foi utilizado como matéria prima para produção de sabão, com o objetivo de desenvolvimento de um produto viável para criação de uma startup. Neste trabalho foi possível dar um destino ao óleo residual diminuindo os impactos socioeconômicos e ambientais. Outro objetivo deste trabalho foi determinar o desenvolvimento de um produto que atende as exigências da Anvisa. O controle de qualidade do produto visa não apenas assegurar as informações necessárias para o controle dos processamentos de fabricação, mas também, englobar requisitos para atendimento das necessidades dos consumidores finais. Um planejamento fatorial completo foi realizado para determinação das melhores condições operacionais do processo de produção de sabão. Uma pesquisa de satisfação do consumidor foi feita com o objetivo de verificar a aceitação do produto no mercado consumidor e as possíveis melhorias que poderiam agregar mais qualidade ao produto. Desta forma, parâmetros são fornecidos para decisões com relação ao aprimoramento do produto gerado.

## 1. INTRODUÇÃO

No restaurante do campus do Centro Universitário Adventista (UNASP/EC) são servidas mais de 4 mil refeições diárias, dentre os alimentos servidos boa parte passa pelo processo de fritura. Atualmente o óleo utilizado no restaurante não passa por processo específico de reutilização. São utilizados aproximadamente 200 L de óleo por mês.

Tendo em vista a reutilização do óleo descartado pelo restaurante e o atendimento da demanda de sabão para limpeza no campus, propôs-se o desenvolvimento de um projeto, por meio de uma startup.

Do ponto de vista comercial, sabão é o produto obtido pela reação de saponificação ou neutralização de uma matéria-graxa (óleo, gordura, cera, breu e sebo, animal ou vegetal) (PRATES, 2006) e um álcali forte.

Descartar o óleo usado para o ambiente pode ocasionar sérios problemas, como: entupimento de esgotos públicos, danificação dos solos comprometendo o plantio e escoamento de óleo por meio do esgoto para os oceanos e rios. Sendo assim, esse projeto contribui para a redução dos malefícios do descarte do óleo.

O projeto também traz consigo um impacto econômico, uma vez que se propõe a produzir um sabão a baixo custo para o consumo do próprio campus.

A qualidade deste produto, tal como o de muitos outros, apresenta também um caráter subjetivo do consumidor. Para uma dona-de-casa, o melhor sabão pode ser o que produz mais espuma; para outra, o melhor talvez seja o produto que tenha um menor desgaste quando deixado em contato com a água. Por isso a qualidade de um sabão não é dependente somente de um parâmetro, mas sim de todo um conjunto deles (PRATES, 2006).

O produto não terá receptividade do mercado consumidor se suas características (propriedades) não atenderem os requisitos (desejos) do consumidor final (DEMING, 1968). Por isso, foram realizados testes em um produto base afim de se obter um feedback qualitativo, possibilitando melhorias em qualquer estágio de seu processo produtivo.

O objetivo deste estudo é desenvolver um sabão com propriedades que atendam o consumidor, com possibilidades de melhorias, e as normas da ANVISA, com custo mínimo.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na fabricação de sabão são utilizadas as seguintes matérias primas:

- Matérias saponificáveis;
- Matérias saponificantes;
- Aditivos ou coadjuvantes.

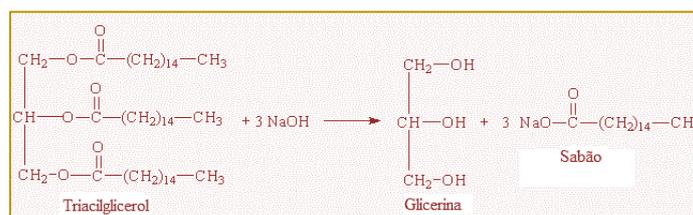
A soda cáustica ou hidróxido de sódio, potassa cáustica ou hidróxido de potássio, hidróxido de amônio e bases orgânicas (dietanolamina e trietanolamina) constituem as principais matérias saponificantes. A soda cáustica ou hidróxido de sódio é o saponificante mais utilizado para fabricação de sabão em barra.

Os materiais saponificáveis são os óleos, gorduras e sebos de origem vegetal e animal.

Os aditivos são matérias que promovem melhorias ao produto como: surfactantes, eliminadores de odores, essências, alvejantes, agentes colorantes, enzimas, antioxidantes, entre outros.

A hidrólise alcalina dos triacilgliceróis contidos no óleo vegetal (reação de saponificação) produzem sabões de sódio (R-COONa) e glicerina conforme Figura 1.

Figura 1 – Reação de saponificação



Fonte: Adaptado de Chemistry 122

O óleo utilizado faz parte da função orgânica denominada triacilglicerol.

O sabão é um sal de ácido carboxílico capaz de se solubilizar em meios polares e apolares

em face de possuir uma longa cadeia carbônica em sua estrutura molecular (SILVA, et al., 2010).

As moléculas apolares se dissolvem em gorduras e óleos e as moléculas polares são solúveis em água (LIMA, 2004).

Os átomos de sódio (Na) e oxigênio (O) localizados em sua extremidade são responsáveis pela sua capacidade de reduzir a tensão superficial da água, garantindo dessa forma um caráter de tensoativo, facilitando a água molhar superfícies. (ZABEL & LEITZKE, 2008)

A alcalinidade é a capacidade que a massa de sabão base contendo um álcali forte tem de reagir com o material graxo e neutralizá-lo até um pH definido. A alcalinidade livre, ideal para um bom sabão acabado, reside na faixa de 0,1 a 0,5% e pH em torno de 10 (OZAGO, 2008). A ANVISA determina que este valor seja inferior a 0,5%.

O óleo vegetal, quando exposto a altas temperaturas por longos períodos sofre oxidação e hidrólise dos seus triacilgliceróis, comprometendo suas propriedades nutricionais, como os ácidos graxos, perdendo também antioxidantes, sofrendo severas transformações químicas e físicas, como aumento da viscosidade, cor do óleo e odor desagradável (COSTA NETO & FREITAS, 1996 apud SANTOS, A. G. D. et al, 2015, p.4).

### 3. METODOLOGIA

A primeira etapa realizada foi medir a acidez inicial do óleo residual. Para tanto foi utilizado o método oficial da AOCS ("American Oil Chemists' Society") Ca 5a-40. Este método é utilizado para determinar os ácidos graxos livres (AGL) em óleos brutos ou refinados e fonte vegetal, óleos marinhos e gorduras animais.

O resultado da acidez, além da observação da coloração do óleo de reuso, informa uma noção de como está a deterioração do óleo utilizado.

Alguns testes foram realizados para adquirir conhecimento em reações de saponificação, principalmente para determinar a quantidade de água utilizada e quantidade de soda necessária.

Após estes testes, foi realizado um planejamento fatorial completo.

#### 3.1. MATERIAIS

Dentre os materiais utilizados, está o óleo de fritura fornecido pelo restaurante do Campus. Este óleo é composto totalmente por óleo de soja, ou seja, não há mistura de óleos. A soda cáustica usada foi da marca Yara, sólida em escamas.

Para as análises de acidez e alcalinidade, por volumetria (titulação), utilizou-se:

- Etanol 99,5% da marca Dinâmica;
- Hidróxido de sódio da marca Dinâmica na diluído para 0,1M;
- Ácido clorídrico da marca NEON na concentração de 0,1M;
- Fenolftaleína da marca Êxodo Científica diluída a 1% em etanol.

#### 3.2. PLANEJAMENTO FATORIAL COMPLETO

O planejamento experimental ou fatorial é uma técnica pontual. Foi realizado um planejamento fatorial completo sem os pontos axiais. Na Tabela 1 são apresentadas as variáveis independentes com seus valores estipulados em 2 níveis: o nível superior (+1) e o nível inferior (-1).

Os Níveis das variáveis são: Soda Cáustica (100g de óleo de reuso) e Água (quantidade de água utilizada na reação em percentual).

Tabela 1- Planejamento fatorial

Variáveis	-1	0	1
Soda (g)	15	25	35
Água	30	40	50

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

A matriz do planejamento fatorial completo é mostrada na Tabela 2.

Tabela.2 - Matriz do planejamento fatorial completo.

Ensaio	Soda	Água
1	-1	-1
2	-1	1
3	1	-1
4	1	1
5	0	0
6	0	0
7	0	0

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

### 3.3. ANÁLISE DE QUALIDADE

A análise de qualidade foi baseada em uma pesquisa realizada diretamente com o consumidor final do produto.

Estatisticamente o teorema do limite central garante que amostras maiores ou iguais que 31 ocasionam em uma distribuição normal, independentemente do formato da distribuição de probabilidade da população da qual está sendo retirado a amostra.

Para esta análise determinou-se uma amostragem de 33 pessoas, ou seja, um tamanho contemplado de acordo com o teorema do limite central.

Desta forma foi escolhido o sabão com o melhor resultado do planejamento experimental. E em seguida, foi produzida uma batelada suficiente para a pesquisa com a amostragem determinada.

Foi utilizado um questionário de análise do consumidor sobre o produto (anexo 1) para entender as variáveis: qualidade do produto, probabilidade de aquisição, sugestão de melhorias e comparação à outros produtos semelhantes presentes no mercado, bem

como opinião sobre a essência aromática do produto, obtendo parâmetros para o sabão.

### 4. DISCUSSÃO E RESULTADOS

Os resultados obtidos com a análise de AGL, planejamento fatorial e análise de qualidade são apresentados nesta seção.

#### 4.1 CÁLCULO DO AGL E VERIFICAÇÃO DE IMPUREZAS DO ÓLEO DE REUSO.

Foi coletado uma amostra de 125ml de óleo, afim de passar pelo processo de filtração a vácuo para se observar a existência ou não de impurezas no mesmo.

Após a passagem pelo funil de Buchner usando um filtro, observou a inexistência de resíduos sólidos, portanto não foi necessária a filtração do óleo.

Para se fazer a análise de acidez (titulação) foi utilizado o método: AOCS Official Method (American Oil Chemists' Society) Ca 5a-40 (1997).

Tabela 3 - Análise do teor de AGL do óleo de reuso utilizado como matéria prima.

Amostra	Massa do óleo (g)	Volume de NaOH (ml)	Ácido Graxo Livre (%)
1	56,39	2,7	0,1337
2	56,39	1,2	0,0594
3	56,41	2,6	0,1287

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Obtido o percentual de AGL individual, calculou-se a média aritmética obtendo o percentual de AGLtotal = 0,1073.

#### 4.2 PLANEJAMENTO FATORIAL

Os resultados do planejamento fatorial completo são apresentados na Tabela 4. As variáveis de resposta escolhidas foram: alcalinidade e caracterização visual.

Os resultados do planejamento fatorial completo foram analisados utilizando o software chamado "Statistica" na versão 7.0.

O método de alcalinidade utilizado foi o método oficial AOCS Da 4a-48.

A caracterização visual compreendeu a avaliação da consistência do sabão e a aparência. Com relação a aparência foi analisado se o sabão formado estava homogêneo. Sabão com listras caracteriza

reação incompleta. Atribuiu-se valores desta forma: 0 corresponde a reação incompleta e 0,5 corresponde a reação completa. A consistência do sabão foi avaliada porque o objetivo é a produção de um sabão em barra. Atribuiu-se valores desta forma: sabão líquido valor 0, sabão pastoso valor 0,25 e sabão sólido valor 0,5.

Tabela 4 - resultados do planejamento fatorial completo.

Ensaio	Soda	Água	Alcalinidade	Caracterização Visual
1	-1	-1	0	0,75
2	1	-1	0	1
3	-1	1	0	0,75
4	1	1	0,1	1
5	0	0	0	0,75
6	0	0	0	0,75
7	0	0	0	0,75

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Os efeitos para alcalinidade não foram analisados no software porque o único experimento que atende a legislação da Anvisa para alcalinidade em sabões em barra e a faixa de alcalinidade livre, ideal para um sabão, é o ensaio 4, cujo valor de soda cáustica e de água está no nível superior

conforme Tabela 1. Os outros sabões não atingiram a alcalinidade mínima de 0,1%.

O resultado do planejamento fatorial completo analisado no "Statistica", para a caracterização visual, é apresentado na tabela 5.

Tabela 5: Efeitos das variáveis estudadas para a resposta: caracterização visual.

Fator	Efeito	Erro Puro	t	p
Média	0,821429	0,00	-	-
(1) Soda	0,250000	0,00	-	-
(2) Água	0,000000	0,00	-	-
1 e 2	0,000000	0,00	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Efeitos estatisticamente significativos para um nível de confiança de 95%.

Os resultados foram iguais para os pontos centrais, portanto o software não calcula o valor de t e p porque o erro puro é zero.

Quanto maior a quantidade de soda cáustica, na faixa de valores estudados, melhor a caracterização visual do sabão. Sendo assim, para esta resposta, os ensaios 3 e 4 foram os melhores.

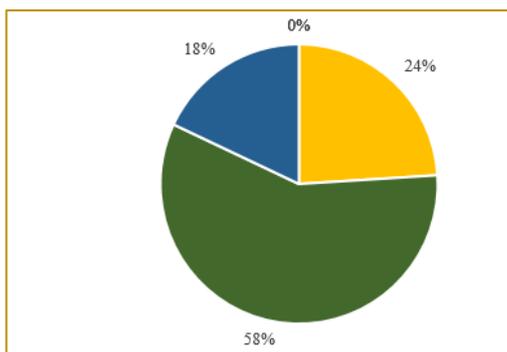
#### 4.3 ANÁLISE DE QUALIDADE

Após a coleta dos 33 questionários de qualidade, analisou-se os dados e calculou-se o percentual das opiniões de múltipla escolha.

Das opiniões discursivas, retirou-se os parâmetros ressaltados entre os 33. Nestas questões cada pessoa pôde citar mais de um parâmetro.

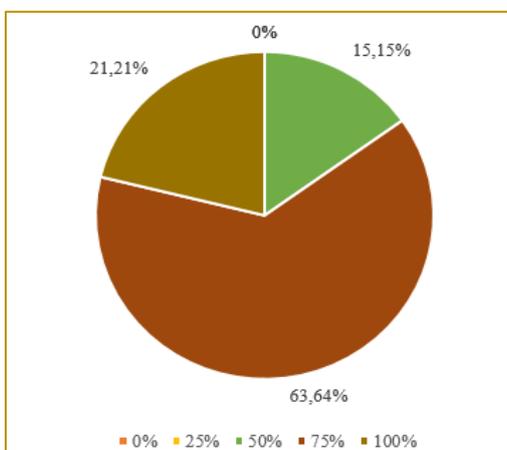
Para as questões de múltipla escolha, obteve-se os seguintes resultados:

Gráfico 1 – Qualidade do produto



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Gráfico 2 – Probabilidade de compra

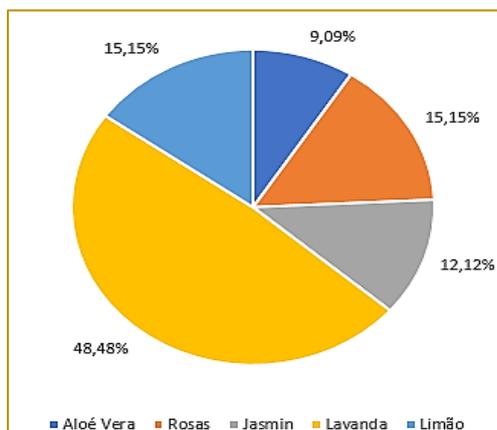


Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Analisando os gráficos 1 e 2 conclui-se que existe viabilidade da aplicação do projeto, uma vez que os resultados, qualidade do

produto e probabilidade de compra, tiveram uma avaliação positiva do público alvo.

Gráfico 3 – Essências aromáticas



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Com intuito de aprimorar os próximos produtos, buscou-se saber por meio da

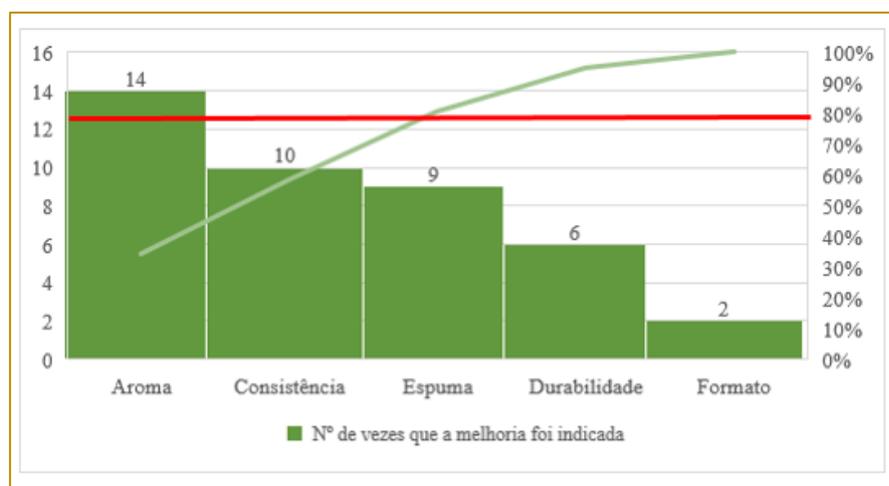
pesquisa a preferência do consumidor quanto às essências aromáticas mais presentes no mercado.

Aproximadamente metade dos pesquisados recomendaram a essência de lavanda, como no projeto do produto estima-se um portfólio

com variedade de aromas, pode ser levado em conta a essência de limão, por muitos justificarem que este aroma atua tanto em roupas como em louças.

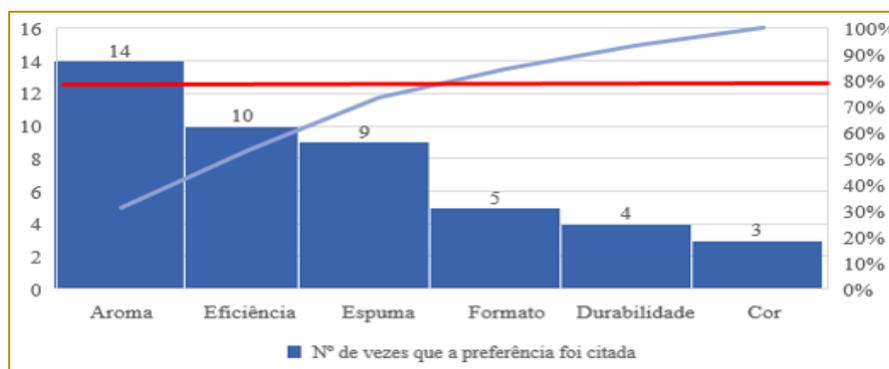
Os dados das duas questões discursivas são demonstrados nos Gráficos 4 e 5:

Gráfico 4 – Melhorias no produto



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Gráfico 5 – Preferência na concorrência



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Com base nos critérios dos princípios de Pareto, a priorização da atuação, com o caráter de melhoria, deve atender aproximadamente 80% do total das opiniões.

Por esta razão planeja-se trabalhar nas seguintes características: aroma, eficiência, espuma, formato e consistência, uma vez que estas compõem aproximadamente 80% das melhorias recomendadas e dos principais atrativos dos sabões disponíveis no mercado.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com relação a acidez e as impurezas do óleo de reuso coletado, conclui-se por meio dos testes que o óleo não precisava passar por processo de filtragem ou tratamento de acidez. Porém a cada nova coleta, deverá ser realizado ambos os testes na matéria prima, com o intuito de manter as características do produto. Os níveis de acidez e impurezas se alteram de acordo com a sua utilização do óleo no restaurante, principalmente de acordo com tempo em processo e tipos de alimentos fritos nele.

No planejamento experimental o ensaio que produziu o melhor sabão foi o de número 4.

Ele atende a exigência da Anvisa e produz um sabão em barra com as características visuais necessárias.

Para um menor custo, o mínimo de soda cáustica Yara a ser utilizada é o valor de 35 g por 100g de óleo de fritura. Vale ressaltar que esta soda cáustica não é pura.

De acordo com a pesquisa qualitativa concluiu-se a boa receptividade do produto ao

consumidor. Porém, para próxima fase do projeto, o produto deverá melhorar. Passará por melhorias em algumas características ressaltadas no questionário: aroma, eficiência, espuma e formato, que representam 80% da opinião do público pesquisado, em relação a melhorias e atrativos nos principais sabões do mercado.

## REFERÊNCIAS

- [1] A.O.C.S. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemist's Society, Da 4a-48. Champaign: AOCS, 2009.
- [2] A.O.C.S. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemist's Society, Ca 5a-40. Champaign: AOCS, 1998.
- [3] Anvisa. Apostila de saneantes. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 30 abr. 2018.
- [4] Costa, Daniela Alves; Lopes, Gilmeire Rulim; LOPES, José Roberto. Reutilização Do Óleo DE Fritura Como Uma Alternativa de Amenizar A Poluição do Solo. Ed. Especial IFMT - Licenciatura em Ciências da Natureza, Mato Grosso, v. 14, p. 243-253, jan./dez. 2015.
- [5] Costa, M. R. F. et al. Um Estudo Sobre o Descarte Inadequado do Óleo de Cozinha No Bairro Fernao Dias Situado Em Santana de Parnaíba, E Sobre Pessoas em Situação de Rua, Ambos, na Grande São Paulo – SP.. Pensar administração, [S.L], v. 1, n. 2, jan./jun. 2012.
- [6] Latech. Chemistry. Disponível em: <<http://www.chem.latech.edu/~deddy/chem122m/l06u00soap122.htm>>. Acesso em: 13 mar. 2018.
- [7] Lima, J. B. Experimento de química utilizando materiais alternativos com aplicação no ensino médio. São Luís (MA): Edufma, 2004, 127p.
- [8] Oliveira, José Antônio Bezerra; Aquino, Kátia Aparecida Da Silva. Óleo Residual de frituras: Impactos Ambientais, Educação e Sustentabilidade no Biodiesel e Sabão. Laboratório de oficinas, [S.L], ago. 2018. Disponível em: <<https://ldoih.wordpress.com/documentos-e-artigos/>>. Acesso em: 07 mai. 2018.
- [9] Ozago, O. G. N; Pino, J. C. D. Trabalhando a química dos sabões e detergentes. Porto Alegre (RS):Fapergs, 72p, 2008.
- [10] Prates, Márcia Moreira. Determinação de propriedades físico-químicas de sabões comerciais em barra para controle de qualidade. 2006. 203 f. TCC (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Físicas e Matemáticas. Curso de Química, Florianópolis, 2006.
- [11] Santos, A. G. D. et al. Alterações Ocorridas no Óleo de Cozinha Durante o Processo de Fritura. 6º Congresso brasileiro de plantas oleaginosas, óleos, gorduras e biodiesel, Montes Claros, ago./ago. 2009. Disponível em: <[http://oleo.ufla.br/anais\\_06/](http://oleo.ufla.br/anais_06/)>. Acesso em: 15 mai. 2018.
- [12] Silva, K. S. L. et al. Efeito Da Alcalinidade Nas Propriedades Físicas de um Sabão Acabado. V Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação, [S.L], fev. 2011. Disponível em: <<http://congressos.ifal.edu.br/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/233/189>>. Acesso em: 30 abr. 2018.
- [13] Zabel, P. A.; Leitzke, T. C.G. Análise e qualificação do processo de fabricação do sabão e seu resíduo gerado, utilizando como matéria-prima óleo de fritura. Joinvile (PR) Univile, 2007.

## ANEXO

## Anexo 1- Questionário de análise do consumidor

1. Qual sua avaliação com relação a qualidade do produto:  
Excelente  
Muito bom  
Bom  
Ruim  
Muito ruim
2. Se este produto estivesse disponível no mercado, qual a probabilidade de comprá-lo?  
100%  
75%  
50%  
25%  
0%
3. Quais as possíveis melhorias que indicaria para este produto?  

---

---

---
4. O que gosta mais nos produtos concorrentes?  

---

---

---
5. Qual essência aromática você recomendaria para o sabão?  
Aloé Vera  
Rosas  
Jasmim  
Lavanda  
Limão

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

# Capítulo 10

## OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DAS SALAS DE AULA EM UMA FACULDADE DE BELÉM

*Eduardo Lopes dos Reis*

*Mateus Silva Ataides*

*Elenildo Barros da Silva*

**Resumo** : Muito se discute sobre a importância do uso racional da energia elétrica no setor comercial. O Kwh consumido pelas empresas em Belém do Pará é o mais caro do Brasil, o que encarece os serviços prestados no mercado formal. Sendo assim, a busca por artifícios que promovam a redução do consumo energético neste seguimento de mercado é fundamental. A inovação do sistema atual de iluminação apresentada neste estudo, busca sobre tudo a redução do custo energético dos ambientes estudados, com a perspectiva de manifestar uma proposta de resolução com resultados expressivos e financeiramente viável. De acordo com a NBR ISO 8995, 2013 foi possível calcular o custo energético total dos ambientes estudados e com isso elaborar modelos gráficos, que permitiram comparar o desempenho de três sistemas de iluminação, onde foi constatado que o modelo proposto neste trabalho de pesquisa oferece um custo energético 73% menor em comparação ao modelo antigo de iluminação, com lâmpadas fluorescentes, e ainda um ganho de 33% em relação ao consumo do sistema de iluminação atual da instituição, com lâmpadas a Led.

**Palavras-chave:** Iluminação, Custo, Consumo, Energético

## 1. INTRODUÇÃO

Durante todo o processo de desenvolvimento dos meios tecnológicos que utilizam a eletricidade em seu funcionamento, é possível notar um crescente aumento na demanda energética necessária para continuidade das tarefas realizadas diariamente pela população.

Segundo a EPE, 2013 (Empresa de Pesquisa Energética), o consumo energético no setor comercial teve um aumento de 79.226 GWh em 2012, para 89.819 GWh em 2014. Estes dados demonstram que ao decorrer do tempo a demanda energética vem crescendo progressivamente, conforme o crescimento econômico e o aumento populacional.

No campo da iluminação a qualidade e a quantidade de luz é decisiva, tanto no que diz respeito ao desempenho das atividades, como na influência que exerce no estado emocional e no bem-estar dos seres humanos. Conhecer a luz, as alternativas disponíveis e saber controlar quantidade e qualidade são ferramentas preciosas para o sucesso de qualquer instalação (Rodrigues, 2002).

Anteriormente com a criação das lâmpadas incandescentes a necessidade humana de desenvolver de atividades com ausência de luz se tornou mais fácil, no entanto a preocupação com qualidade visual e estética era mínima, logo mais com o desenvolvimento das lâmpadas fluorescente e a Led muitos avanços tecnológicos foram possíveis no ramo da luminotécnica, possibilitando posteriormente a elaboração de sistemas artificiais de iluminação mais sofisticados com menor consumo energético. Sendo assim foi possível ver com qualidade, segurança a cima de tudo gastando menos. Desta forma houve a necessidade de mensurar a quantidade de luz ideal para o desenvolvimento de diversas atividades.

De acordo com estudo realizado por Pierre Rodrigues, (2002), pondera-se que:

A luz é um elemento importante e indispensável em nossas vidas. Por isto, é encarada de forma familiar e natural, fazendo com que ignoremos a real necessidade de conhecê-la e compreendê-la. Ao longo dos anos as tecnologias que envolvem os sistemas de iluminação têm se desenvolvido bastante, hoje em dia temos diversos tipos de equipamentos disponíveis para diversas aplicações.

A associação brasileira de normas técnicas desenvolveu a NBR ISO 8995-1 com a finalidade de especificar requisitos de iluminação para locais de trabalhos internos, afim de que as pessoas desempenhem tarefas visuais de maneira eficiente, com conforto e segurança além de Fundamental cálculos de iluminância, os quais podem ser aplicados em projetos luminotécnico de diversos setores, como em locais onde sejam desenvolvidas atividades de estudo, leitura, cirurgias, exames entre outros e serve como referência para a elaboração deste artigo científico, levando em consideração o consumo energético, desconforto por excesso de luminosidade, ofuscamento e o caráter ergonômico quanto segurança das pessoas com a exposição à luz.

A eliminação ou a redução da exposição às condições de risco e a melhoria dos ambientes de trabalho para promoção e proteção da saúde do trabalhador constituem um desafio que ultrapassa o âmbito de atuação dos serviços de saúde, exigindo soluções técnicas, às vezes complexas e de elevado custo. Em certos casos, medidas simples e pouco onerosas podem ser implementadas, com impactos positivos e protetores para a saúde do trabalhador e o meio ambiente. Segundo (Manual De Procedimentos Para Os Serviços De Saúde, 2001).

A iluminação tem a capacidade de maximizar a agilidade e o desempenho do ser humano, no entanto quando exposto a um ambiente iluminado irregularmente, o indivíduo expressa reações de fadiga visual, podendo a longo prazo desenvolver problemas de visão.

### 1.1 JUSTIFICATIVA

Com o crescente aumento nas taxas cobradas pelas concessionárias de energia elétrica, a busca por soluções economicamente viáveis e mecanismos que proporcionem a redução no consumo energético, é um aspecto indispensável para organizações que necessitam do uso consciente da energia elétrica.

O custo da tarifa de energia elétrica e o conforto visual do ambiente são aspectos extremamente importantes neste estudo, pois os mesmos serão levados em consideração para que ao fim dos trabalhos seja elaborado um sistema eficiente de iluminação visando a redução de gastos excessivos com

eletricidade, e proporcionando a melhor condição visual possível para os usuários do local. Segundo (Rodrigues, 2002).

O estudo descrito neste projeto de pesquisa tem como objetivo mitigar o custo com

sistema de iluminação nas salas de aula de uma faculdade de engenharia de Belém do Pará, Demonstrando a importância do dimensionamento correto das fontes luminosas no ambiente, por meio de equações matemáticas.

Figura: 1. Sala 405, Bloco A – De uma faculdade de engenharia de Belém do Pará



Fonte: Próprio Autor, 2017.

A figura 1, apresenta uma amostra das condições de iluminação que predomina nas salas de aula da instituição de ensino de engenharia. A partir da coleta de dados realizada nos ambientes de aula do bloco A, onde foi encontrado as seguintes informações: área do ambiente, número de luminárias de cada sala e suas respectivas especificações. Logo, através destas informações foi possível aplicar as equações matemáticas mensurando a quantidade de lumens emitido por cada lâmpada.

## 2.OBJETIVO

### 2.1 GERAL

O estudo busca reduzir o custo com o sistema de iluminação nas salas de aula em uma faculdade de Belém do Pará.

#### 2.1.1 ESPECÍFICOS

- Realizar levantamento de indicadores de consumo energético referente à iluminação da instituição;
- Analisar dos indicadores coletados no local em estudo
- Propor um layout de acordo com NBR ISO 8995-1, 2013;

- Avaliar o melhor layout para implantação do sistema de iluminação e comparar com o sistema atual.

## 3.REFERENCIAL TEÓRICO

A ISO 8995, (2013) define que a elaboração de um projeto luminotécnico necessita de algumas informações indispensáveis para a resolução das equações matemáticas encontradas. Como são expressas nas equações abaixo.

Cabe ressaltar, que existem no mercado aparelhos que mensuram a incidência da luz presente no ambiente, como o luxímetro e fotômetro. No entanto a elaboração do trabalho fundamentou-se na aplicação das equações matemáticas, com a finalidade de baratear o custo do desenvolvimento do projeto.

A equação conta com as seguintes unidades, Lux, é a unidade que mensura o fluxo luminoso em uma determinada área, Lúmens é o fluxo luminoso emitido por uma fonte luminosa e Área é a extensão do espaço trabalhado.

É dada pela equação 1:

$$LUX = \Phi \div m^2$$

eq. 1

Cabe destacar que todas informações técnicas das salas de aula do 1º ao 4º andar do bloco A pertinentes ao desenvolvimento trabalho estão descritas nos quadros 1, 2 e 3 como é possível notar na equação 2.

É possível mensurar a quantidade de lux de um ambiente aplicando a seguinte equação.

$$\bullet \quad \text{LUX} = (\text{NL} * \text{FL}) \div \text{A} \quad \text{eq. 2}$$

Onde, NL expressa o número de luminárias presente no ambiente, FL é o fluxo luminoso total do local, e A expressa a área a ser trabalhada.

A equação 3, fornece a quantidade de luminárias ideal para o ambiente, QL.

$$\bullet \quad \text{QL} = \text{ET} * \text{A} \div \text{FL} \quad \text{eq. 3}$$

Onde, ET refere-se à quantidade de Lux ideal expressa na NBR ISO 8995, 2013.

A equação 4, mensura o custo energético do sistema de iluminação do local, CE.

$$\bullet \quad \text{CE} = \text{NL} * \Delta\text{T} * \text{PL} * \text{TC}. \quad \text{eq. 4}$$

Onde,  $\Delta\text{T}$  refere-se à quantidade de horas trabalhadas do sistema, PL é a potência de cada lâmpada e TC, trata do valor do KWH cobrado pela concessionária de energia elétrica.

brilhantes dentro do campo de visão

#### 1.5 Temperatura de cor da lâmpada.

Onde, a temperatura menor igual a 3300k é considerada quente, menor igual a 5000k intermediária e acima de 5000k é definida como temperatura de cor fria.

Existem elementos luminotécnicos a serem considerados durante a realização de cálculos de iluminação, são eles:

#### 1.6 Luz natural

Proveniente da natureza, pode fornecer toda, ou parte da iluminação de um ambiente.

#### 1.1 Distribuição da luminância

A distribuição da luminância no campo de visão controla o nível de adaptação dos olhos, o qual afeta a visibilidade da tarefa.

#### 1.7 Manutenção

Os níveis de iluminação recomendados a cada tarefa dependem das características de manutenção da lâmpada e luminária. A limpeza das luminárias e lâmpadas são necessárias para manter o fator de manutenção acima de 0,70.

#### 1.2 Fluxo luminoso

Emissão da luz por meio da lâmpada/luminária.

#### 1.3 Direção da luz

Estratégia fundamental que pode ser utilizada para melhorar a iluminação em determinado ponto, afim de aumentar a visibilidade.

#### 1.8 Adequação da iluminação, segundo a NBR ISO 8995, 2013.

A ISO 8995, (2013), especifica valores adequados de Lux para um ambiente onde serão desenvolvidas atividades de escrita e conforme mostrado abaixo no quadro 1.

#### 1.4 Ofuscamento

É a sensação visual produzida por áreas

Quadro 1. Especificação de iluminação adequada para ambientes de trabalho.

Tipo de ambiente, tarefa e ou atividade desenvolvida	Lux	Observações
Sala de aula particular, ler e estudar.	300	Recomenda-se que a iluminação seja visualmente confortável

Fonte: ISO 8995, (2013).

Valores muito superiores do indicado pela norma, resultam em desperdício de energia elétrica com o superdimensionamento da iluminação, assim como uma quantidade inferior não irá suprir a demanda de luz no necessária para a realização da tarefa.

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa tem caráter exploratório descritivo, onde foi coletada e analisada as informações referente ao custo com eletricidade do sistema de iluminação do 1º, 2º 3º e 4º andar do bloco A de uma Faculdade de engenharia de Belém do Pará.

As observações efetuadas no ambiente de trabalho e pesquisas realizadas na literatura,

possibilitaram um levantamento informativo das características luminotécnicas do local, garantindo informações fundamentais para prosseguimento do projeto. E por meios de tabelas e gráficos será possível confrontar os dados do sistema de iluminação atual e do modelo luminotécnico proposto neste trabalho.

Cabe destacar que o trabalho evidencia informações referente as condições de iluminação e energéticas da instituição de ensino, portanto, não é o foco do artigo discriminar elementos relacionadas as características elétricas do local, salve informações referente ao consumo energético e alimentação da rede de iluminação.

Figura 2. Comparativo entre o modelo de iluminação existente e o modelo proposto.



Fonte: Próprio autor, 2017.

A figura 2, apresenta um comparativo entre o sistema atual de iluminação da instituição e modelo proposto de acordo com a NBR ISO

8995, 2013. É possível observar a redução de 2 luminárias, evidenciando a necessidade de adequação do sistema atual de iluminação.

Quadro 1: Informações técnicas do 1º ao 4º andar do bloco A, segundo andar com iluminação a Led.

Modelo com lâmpadas Fluorescentes Tubular/40W/5000k/2700 lúmens					
Sala	Área (m²)	QL ATUAL	FL	Lux total atual	CE atual
A 201	56,04	16	2700	770,9	R\$ 590,00
A 202	56,68	16	2700	762,2	R\$ 590,00
A 203	55,85	16	2700	773,5	R\$ 590,00
A 204	55,91	16	2700	772,7	R\$ 590,00
A 205	56,42	16	2700	765	R\$ 590,00
A 206	80,55	32	2700	1072	R\$ 1.181,24
<b>TOTAL</b>					<b>R\$ 4.134,35</b>

Fonte: Próprio autor, 2017.

Quadro 2. Informações técnicas do 1º ao 4º andar do bloco A, segundo andar com iluminação a Led.

Modelo com lâmpadas a LED Tubular/16W/5000k/1620 lúmens					
Sala	Área (m <sup>2</sup> )	QL ATUAL	FL	Lux total atual	CE atual
A 201	56,04	16	1620	462,53	R\$ 236,25
A 202	56,68	16	1620	457,3	R\$ 236,25
A 203	55,85	16	1620	464,1	R\$ 236,25
A 204	55,91	16	1620	463,6	R\$ 236,25
A 205	56,42	16	1620	459,41	R\$ 236,25
A 206	80,55	32	1620	643,58	R\$ 472,50
<b>TOTAL</b>					R\$ 1.653,74

Fonte: Próprio autor, 2017.

O quadro 1 apresenta as características atuais do sistema de iluminação do bloco A da instituição, enquanto o quadro 2,

apresenta as condições referente a substituição das lâmpadas por Led.

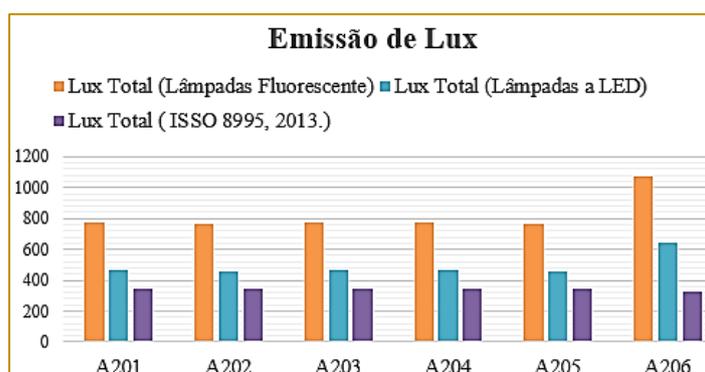
Quadro 3. Informações do Modelo Proposto Segundo NBR ISO 8995, 13.

Modelo Proposto com lâmpadas Tubular a LED/16W/ 5000k/1620 lúmens					
Sala	Área (m <sup>2</sup> )	QL ATUAL	FL	Lux total proposto	CE atual
A 201	56,04	12	1620	346,9	R\$ 177,19
A 202	56,68	12	1620	342,98	R\$ 177,19
A 203	55,85	12	1620	348,08	R\$ 177,19
A 204	55,91	12	1620	347,7	R\$ 177,19
A 205	56,42	12	1620	344,6	R\$ 177,19
A 206	80,55	16	1620	321,8	R\$ 221,48
<b>TOTAL</b>					R\$ 1.107,42

Fonte: Próprio Autor, 2017.

O Quadro 3, apresenta as características do modelo de iluminação dimensionado de acordo com a NBR ISO 8995, 2013.

Gráfico 1: Emissão de Lux, 2 Andar bloco A.

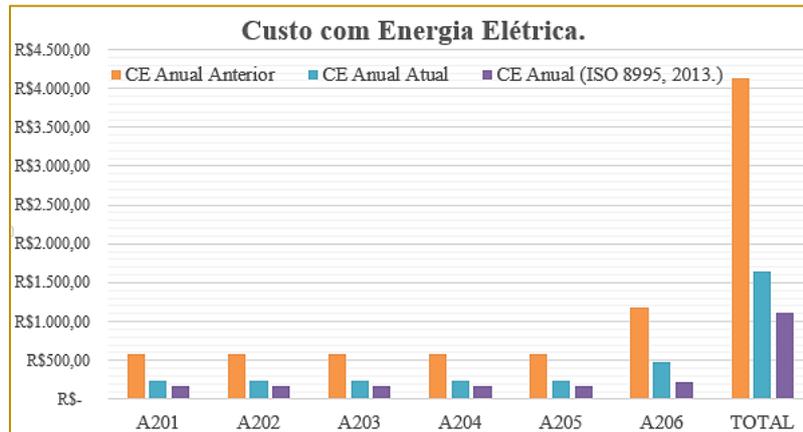


Fonte: Próprio Autor, 2017.

A aplicação da equação 2 possibilitou a elaboração do gráfico 1, que trata dos valores de lux existentes em cada sistema e iluminação, evidenciando a disparidade entre

eles. Cabe ressaltar que a NBR ISO 8995, 2013 descreve valores próximos a 300 lux para o ambiente.

Gráfico 2: Custo com energia elétrica, 2 Andar Bloco A.

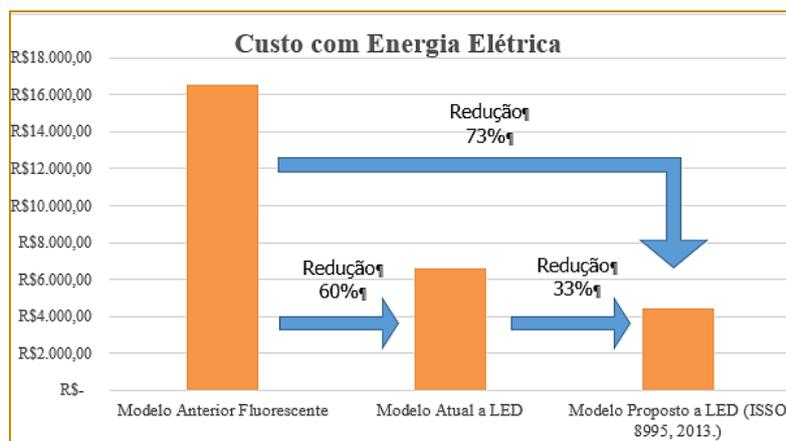


Fonte: Próprio Autor, 2017.

O gráfico 2, ilustra um comparativo entre o custo de cada sistema de iluminação apresentado para o 2º andar do bloco A, de

acordo com a equação 4, considerando o período de 1 ano.

Gráfico 3. Custo total do Bloco A 1º ao 4º Andar, no período e 1 ano.

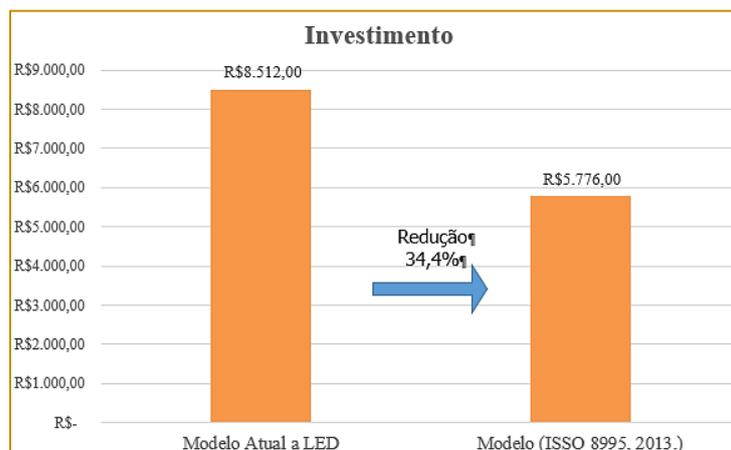


Fonte: Próprio Autor, 2017.

O gráfico 3, expressa o custo energético total do bloco A, de cada sistema de iluminação, o cálculo considera o turno matutino 8h – 11h40min e noturno 18h50min - 22h20min, totalizando 7,33 horas/dias de funcionamento do sistema de iluminação, no período de

segunda a sexta-feira, 20 dias por mês. Como é possível observar, com a aplicação da norma houve uma redução de 73% em comparação ao sistema anterior de iluminação e 33% em analogia ao modelo luminotécnico atual da instituição de ensino.

Gráfico 4. Investimento de cada sistema de iluminação. Bloco A.



Fonte: Próprio Autor, 2017.

O gráfico 4, trata do investimento com lâmpadas a Led de cada sistema de iluminação. É importante ressaltar que uma luminária contém 2 lâmpadas e foi considerado o valor convencional de uma unidade de lâmpada a led no mercado.

Cabe destacar que as demais salas analisadas do 1º, 2º, e 3º andar relevantes ao projeto, apresentam características energéticas e de iluminação semelhantes as salas do 4º andar, pois são padronizadas, desta forma foi possível expandir os dados de igual teor, para todos os pavimentos estudados.

## 5. CONCLUSÃO

Em confronto com os resultados expressos no gráfico 1, 2, 3 e 4 a proposta que ofereceu melhor custo benefício para o projeto, em conformidade com a NBR ISO 8995, (2013),

## REFERÊNCIAS

- [1] Ana, P, A, O. et al. Estudo e Proposta para Eficiência Energética em Salas de Aula da Pontifícia Universidade Católica do Paraná Utilizando Tecnologia Led, 2013.
- [2] Abnt. Segurança no Trabalho, Ergonomia NR17, 1990.
- [3] — Iluminação em Ambientes de Trabalho. NBR ISO 8995-1, 2013.
- [4] Creder, H. Instalações Elétrica. 15. ed. LTC, 2015.428p.
- [5] Empresa de Pesquisa Energética – Epe. Consumo Nacional de Energia Elétrica Na Rede Por Classe, 2013.
- [6] Ministério da saúde do Brasil. Manual de Procedimentos Para os Serviços de Saúde: Doenças Relacionadas ao Trabalho. Brasília/DF, 2001.
- [7] Peterson, D, K. Et al. Verificação Da Iluminância em Ambiente de trabalho. ENEGEP. 2010.
- [8] Rodrigues, P. Programa Nacional de Conservação de Energia. 1º ed. 2002.
- [9] Rede Celpa, Resolução Homologatória nº 2.117/2016, 2017. Disponível em: <<http://www.celpe.com.br/residencial/informacoes/cobranca-de-tarifas>>. Acesso em: 20/04/2017.

# CAPÍTULO 11

## O PROBLEMA DO CAMINHO MAIS CURTO APLICADO EM UMA EMPRESA DO RAMO DE JORNAIS

*Larissa Cristina de Souza*

*Gabriel Gonçalves Viana*

*Yudi Matsuguma Yoshida*

*Lucas Francisco Tellaroli*

*Stella Jacyszyn Bachega*

**Resumo:** A otimização em redes é uma técnica da pesquisa operacional que pode auxiliar as empresas no processo decisório logístico, com a determinação do menor caminho a ser percorrido em um sistema de entrega. Dito isto, o objetivo deste trabalho é aplicar o problema do caminho mais curto para determinar a menor distância a ser percorrida entre uma gráfica que realiza a impressão dos jornais e a sede matriz de distribuição dos mesmos. Para tanto, foi empregada a abordagem de pesquisa quantitativa e o procedimento de pesquisa experimental, devido ao uso de modelagem matemática. Para a resolução do problema, contou-se com a ferramenta Solver do Excel<sup>®</sup>. Foi encontrado um caminho 24,6 km menor em comparação com a rota já utilizada pela empresa. O presente estudo apresenta contribuições para as áreas empresarial e acadêmica, ao mostrar a possibilidade do uso da técnica abordada como auxílio ao processo de tomada de decisão.

**Palavras-Chave:** Problema do caminho mais curto; Pesquisa operacional; Ramo de jornais.

## 1. INTRODUÇÃO

A informação, no mundo contemporâneo, é um dos bens mais valiosos que existe. A comercialização da informação, assim como qualquer outro bem de valor, é altamente explorada e estudada. Como toda tecnologia perde seu valor com o tempo, os jornais impressos não estão imunes à defasagem. Segundo a Associação Nacional de Jornais (2018), em 2015, apenas 47% das pessoas entre 25 e 34 anos eram consumidoras regulares de jornal impresso. Em 2014, mesmo com uma queda de 8,6%, a circulação nacional diária de jornais impressos ultrapassou 7,5 bilhões de unidades.

O desafio de manter uma clientela fiel é cada vez maior na era digital, onde vários aplicativos e plataformas virtuais oferecem com maior agilidade, praticidade e em tempo real as notícias e trocas de informação que anteriormente eram comercializadas com maior afinco pelos jornais impressos. Considerando o aspecto dinâmico e mutável do mercado, existem ferramentas e técnicas quantitativas que as empresas podem utilizar com apoio ao processo decisório empresarial, para que ações sejam executadas de modo a contribuir para o alcance de vantagens competitivas ou para a sustentação das já conquistadas.

Uma técnica da pesquisa operacional que pode auxiliar as empresas no processo de tomada de decisões é a otimização em redes, a qual possui grande diversidade de modelos para colaborar, por exemplo, com a determinação do menor caminho a ser percorrido em um sistema de entrega. Um dos problemas clássicos com esse fim é o problema do caminho mais curto ou problema do menor caminho, apresentado por autores como Hillier e Lieberman (2013) e Lachtermacher (2009).

Assim, surge a seguinte questão de pesquisa: como designar um caminho ótimo para alcançar o cliente mais distante? Para tanto, o objetivo do presente trabalho é aplicar o problema do caminho mais curto para determinar a menor distância a ser percorrida entre uma gráfica que realiza a impressão dos jornais e a sede matriz de distribuição dos mesmos, localizadas, respectivamente, nas cidades de São Carlos – SP e São Sebastião do Paraíso – MG.

A fim de obter vantagens em termos de redução na distância total de rotas, o que

pode diminuir os custos de transporte, o tempo de entrega e gerar maior satisfação ao cliente, as empresas podem utilizar modelos de otimização de redes para auxiliar no processo decisório logístico. Deste modo, é perceptível a presença de uma interdisciplinaridade entre as áreas de pesquisa operacional e logística, uma vez que há possibilidade de aplicar técnicas como a otimização em redes com foco na roteirização, de modo a possibilitar a redução das distâncias percorridas. Assim, este trabalho justifica-se pela importância do tema como pode ser observado nos trabalhos de Diniz et al. (2017), Jasika et al. (2012), Vasconcelos et al. (2017), Wang (2012) e Wang et al. (2009).

Para alcançar o objetivo proposto, o trabalho foi estruturado da seguinte forma: na próxima seção há aspectos teóricos sobre otimização em redes e o problema do caminho mais curto; na seção três há a metodologia da pesquisa; na seção quatro estão os resultados obtidos e na última seção há as considerações finais.

## 2. OTIMIZAÇÃO EM REDES E O PROBLEMA DO CAMINHO MAIS CURTO

Para a resolução e análise de problemas que englobam correlação entre as variáveis é recomendável a utilização de uma estrutura de “redes”, também conhecida por “grafo”. Por se tratar de um sistema que apresenta correlações entre seus componentes, torna-se possível a aplicação desse método em diversos problemas de transporte, fluxo de materiais, transmissão de comunicação de dados, entre outros (ARENALES et al., 2007).

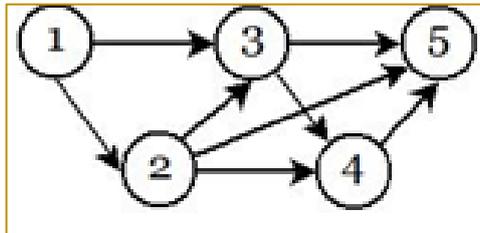
Assim, muitos problemas práticos podem ser estudados utilizando-se a otimização em redes, o que torna possível a identificação de classes de elementos fundamentais que possuem uma relação entre si, como por exemplo, um conjunto de estradas que ligam várias cidades. Uma rede, de acordo com Hillier e Lieberman (2013), é definida como um conjunto de nós (ou vértices) conectados por arcos (também conhecidas como bordas, ligações ou ramificações). O arco, por sua vez, é classificado em direcionado, quando o fluxo através do mesmo é permitido apenas em uma direção (por exemplo, uma estrada de mão única), ou não direcionado, caso este seja permitido em ambas as direções. Dessa forma, diz-se que uma rede é direcionada quando todos seus arcos são direcionados

(orientados ou dirigidos). Analogamente, quando todos os arcos forem não direcionados, a rede será não direcionada.

Um exemplo genérico de uma rede com arcos orientados, que permite fluxo positivo

em uma direção e zero no sentido contrário, é exposto na Figura 1. Nota-se que a rede é conectada, onde todos os pares de nós estão unidos por pelo menos um caminho (TAHA, 2008).

Figura 1 – Exemplo de rede



Fonte: Adaptado de Taha (2008, p. 105)

Dentre os problemas que podem ser estudados por otimização em redes é o problema do caminho mais curto, onde haverá sempre dois tipos de nós especiais denominados origem e destino. Analisando a Figura 1, percebe-se que entre os nós de origem (1) e destino (5) existem nós intermediários (2, 3 e 4), representados por círculos, os quais podem indicar, por exemplo, cidades. Já as setas, constituem os arcos que interligam todos os nós da rede (LACHTERMACHER, 2009).

No contexto da otimização em redes, existem vários algoritmos que auxiliam na resolução dos problemas e tomadas de decisão, tais como: algoritmo da árvore geradora mínima, que tem o objetivo de conectar todos os nós da rede, direta ou indiretamente, de modo que o comprimento total dos arcos conectores seja o menor possível; algoritmo de fluxo máximo, o qual determina rotas de passagem da origem até o sorvedouro (nó de destino) que maximizem a quantidade total de fluxo; algoritmo do caminho crítico, utilizado amplamente em gestão de projetos, que determina quais atividades são críticas, ou seja, aquelas que não podem sofrer nenhum tipo de atraso em sua realização, para que o prazo final do projeto não seja afetado; problema do caminho mais curto, baseado em determinar o comprimento mínimo entre um nó de origem e destino (TAHA, 2008).

Para Hillier e Lieberman (2013), o problema do caminho mais curto baseia-se em analisar todos os caminhos possíveis a partir do nó de origem, identificando, sucessivamente, o menor caminho para os nós adjacentes da rede até atingir o nó de destino. Assim sendo,

o problema em questão pode ser solucionado facilmente por um algoritmo que analise todos os possíveis caminhos a partir da origem, de modo a identificar a menor distância entre os nós intermediários, a fim de alcançar o nó de destino.

Para a condução das etapas de modelagem, segundo Hillier e Lieberman (2013, p. 346), quatro etapas devem ser seguidas:

- Objetivo da n-ésima iteração: determinar o n-ésimo vértice mais próximo do vértice de origem (a ser repetido para  $n = 1, 2, 3, \dots$  até o n-ésimo nó mais próximo ser o destino).
- Entrada para a n-ésima iteração:  $n-1$  nós mais próximos da origem (obtido nas iterações passadas), incluindo sua distância da origem e os caminhos mais curtos. Esses nós, contando com o da origem, serão chamados de nós solucionados. Os restantes serão nós não solucionados.
- Candidatos a n-ésimo nó mais próximo: o nó categorizado como não solucionado e que possua a ligação mais curta é um candidato. Cada nó solucionado que já foi ligado a um ou mais nós não solucionados, oferta um candidato. Caso haja empates, candidatos adicionais são fornecidos.
- Cálculo do n-ésimo nó mais próximo: para o nó solucionado e seu candidato, somar a distância entre eles com a distância do caminho mais curto do nó de origem até o nó solucionado em questão. O candidato com a menor distância total é definido

como o n-ésimo nó mais próximo. O caminho mais curto é o que gera essa distância. Candidatos adicionais são fornecidos se houver empates.

Segundo Colin (2007), o problema do caminho mais curto (ou problema de rota mínima) difere-se do problema de fluxo máximo pelo fato de não apresentar restrições referentes a sua capacidade. Porém, as limitações dos fluxos são mantidas e igualmente definidas. Deste modo, na

elaboração do modelo, faz-se necessário que a soma de todas as rotas de saída do nó de origem e de chegada no destino, sejam iguais a -1 e 1, respectivamente. Quanto ao valor das variáveis, este deve ser 0 ou 1, indicando o uso (valor 1) ou não (valor 0) da rota.

Segundo Goldbarg e Luna (2005, p. 233), a formulação matemática de um problema do caminho mais curto, como um problema de programação matemática, é apresentada na equação 1.

$$\begin{aligned} & \text{Minimizar } z = \sum_{(i,j) \in A} c_{ij}x_{ij} \\ \text{sujeito a:} & \\ & \sum_{(i,j) \in A} x_{ij} - \sum_{(k,i) \in A} x_{ki} = \begin{cases} -1 & \text{se } i = o \\ 0 & \text{se } i \neq o \text{ e } i \neq d \\ +1 & \text{se } i = d \end{cases} \\ & x_{ij} \in \{0,1\} \quad (i,j) \in A \end{aligned} \quad (1)$$

Onde: A = conjunto de arcos; o = vértice de origem; d = vértice de destino.

### 3. METODOLOGIA

No presente trabalho, utilizou-se a abordagem de pesquisa quantitativa, já que neste estudo foi realizado um processo de coleta, análise e interpretação dos resultados, sendo estes determinados de forma matemática, levando-se em conta diretrizes causais e a identificação da conexão entre diferentes variáveis (Creswell, 2010).

Quanto ao procedimento de pesquisa foi utilizado o experimental, pois, de acordo com Bryman (1989), a atenção na pesquisa quantitativa deve ser voltada para aspectos como a demonstração de causalidade, a generalização, dentre outros. Ainda, o autor advoga que o referido procedimento é mais indicado para estudos quantitativos e, também, pode ser utilizado em modelagens matemáticas e simulações computacionais.

Para a realização da pesquisa, foram coletados os seguintes dados: cidades de origem e de destino, principais cidades entre a origem e o destino a serem consideradas na pesquisa, e distâncias entre as cidades com possibilidades de ligação considerada. Segundo Stevenson (2001), valores implementados aos arcos de uma rede e ao caminho ótimo estabelecido podem admitir quaisquer valores possíveis dentro de um intervalo ininterrupto.

O processo de coleta de dados, efetuado em janeiro de 2018, foi realizado por meio de uma entrevista semiestruturada com o responsável pela edição dos jornais com intuito de angariar informações referentes aos locais de impressão e distribuição dos mesmos. A partir de tais informações, definiram-se como pontos de origem e destino as cidades de São Carlos e São Sebastião do Paraíso, respectivamente, o que possibilitou a construção, por intermédio do Google Maps<sup>®</sup>, de uma rede de possíveis caminhos que interliguem tais localidades. Lima, Lima e Pons (2009) advertem sobre as questões relacionadas à precisão do Google Earth<sup>®</sup>. No entanto, defendem que o auxílio proporcionado por tal ferramenta não deve ser desconsiderado.

A escolha do menor trajeto foi desenvolvida por meio da aplicação do problema do caminho mais curto a partir do suplemento Solver do Excel<sup>®</sup>. Tal programa se baseia no método simplex genérico, fornecendo a solução de problemas que envolvam algumas dezenas de nós e arcos (Hillier; Lieberman, 2013).

Para a condução de um estudo de pesquisa operacional, foram seguidas as instruções de Hillier e Lieberman (2013) quanto a definição do problema e coleta de dados, formulação do modelo matemático que represente o problema estudado, desenvolvimento do

procedimento para solucionar o problema, teste e aprimoramento do modelo. Ainda, para a resolução do problema do caminho mais curto com uso do Solver do Excel®, foram utilizadas as considerações de Lachtermacher (2009).

Destaca-se que o objeto de estudo é uma empresa atuante no mercado há mais de 30 anos, localizada na região sudeste do país. Possui sede matriz em São Sebastião do Paraíso – MG, porém, realiza as impressões em outro município, devido a necessidade de maior qualidade de impressão. Trata-se de um jornal bissemanal, uma vez que entra em circulação todas as quartas e sábados, com 4.500 exemplares que apresentam páginas coloridas e em preto e branco.

## 4. RESULTADOS OBTIDOS

Esta seção foi subdividida em três subseções. Primeiramente, definiu-se o problema em questão; depois disso, fez-se a elaboração do modelo matemático e, por fim, efetuou-se a análise dos resultados obtidos na pesquisa.

### 4.1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

A empresa em questão deseja minimizar as distâncias percorridas entre a gráfica, localizada no município de São Carlos, e o centro de distribuição dos jornais, em São Sebastião do Paraíso. Os dados referentes às distâncias entre as cidades estão ilustrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Distância entre as cidades consideradas na rede

De	Para	Distância (km)
Altinópolis	São Sebastião do Paraíso	47,5
Araraquara	Jaboticabal	71,5
Araraquara	Ribeirão Preto	94,1
Batatais	Altinópolis	28,9
Brodowski	Batatais	20,9
Casa Branca	Mococa	38,8
Jaboticabal	Sertãozinho	43,6
Mococa	São Sebastião do Paraíso	77,5
Porto Ferreira	Casa Branca	43,5
Ribeirão Preto	Serrana	23,7
Ribeirão Preto	Brodowski	38,0
São Carlos	Porto Ferreira	61,6
São Carlos	Araraquara	43,1
São Carlos	Ribeirão Preto	102,0
Serrana	Altinópolis	39,5
Sertãozinho	Ribeirão Preto	21,7

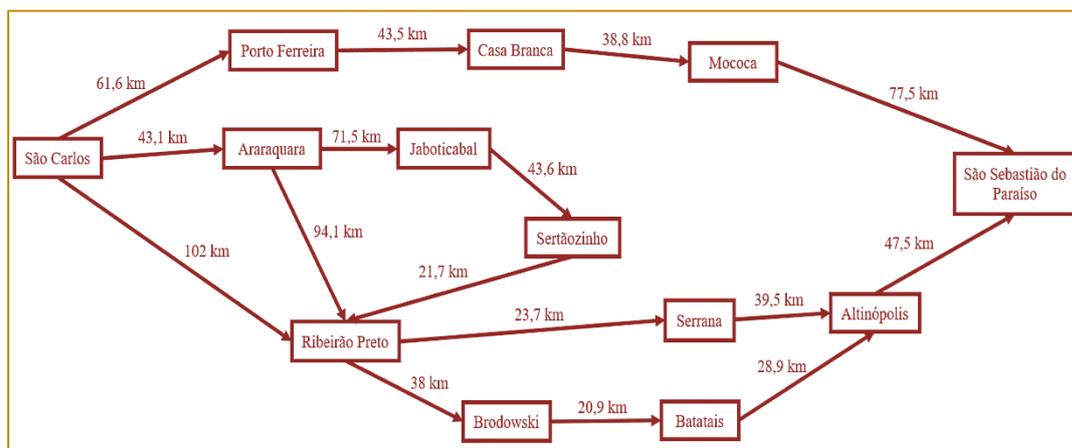
Fonte: Dados da pesquisa

### 4.2. CONSTRUÇÃO DO MODELO

A partir dos dados da Tabela 1, fez-se a elaboração da rede com os possíveis caminhos. As cidades de origem, destino e

intermediárias estão indicadas por retângulos que representam os nós da rede. Os arcos apresentam as ligações entre as cidades com suas respectivas distâncias e a configuração final da rede é mostrada na Figura 2.

Figura 2 – Representação do problema em rede



Fonte: Dados da pesquisa

A definição das variáveis e as distâncias a serem utilizadas em cada arco estão presentes na Tabela 2. As colunas “De” e

“Para” representam os arcos direcionados entre os nós (cidades). Além disso, a quarta coluna indica as distâncias, em quilômetros.

Tabela 2 - Definição das variáveis e distâncias

De	Para	Variável	Distância (km)
São Carlos	Porto Ferreira	$X_{1,2}$	61,6
Porto Ferreira	Casa Branca	$X_{2,3}$	43,5
Casa Branca	Mococa	$X_{3,4}$	38,8
Mococa	São Sebastião do Paraíso	$X_{4,13}$	77,5
São Carlos	Araraquara	$X_{1,5}$	43,1
Araraquara	Jaboticabal	$X_{5,6}$	71,5
Jaboticabal	Sertãozinho	$X_{6,7}$	43,6
Sertãozinho	Ribeirão Preto	$X_{7,8}$	21,7
Araraquara	Ribeirão Preto	$X_{5,8}$	94,1
São Carlos	Ribeirão Preto	$X_{1,8}$	102,0
Ribeirão Preto	Serrana	$X_{8,9}$	23,7
Serrana	Altinópolis	$X_{9,10}$	39,5
Ribeirão Preto	Brodowski	$X_{8,11}$	38,0
Brodowski	Batatais	$X_{11,12}$	20,9
Batatais	Altinópolis	$X_{12,10}$	28,9
Altinópolis	São Sebastião do Paraíso	$X_{10,13}$	47,5

Fonte: Dados da pesquisa

Dessa forma, a modelagem do problema contará com variáveis binárias do tipo  $X_{i,j}$  indicando o sentido da cidade  $i$  para a cidade  $j$ . Assim, se o arco que representa a ligação possível entre a cidade  $i$  e a cidade  $j$  for selecionado para formação do caminho mínimo, a variável receberá o valor um, caso contrário, receberá o valor zero.

A função objetivo tem o papel de minimizar a distância total percorrida pelo veículo que realiza o transporte dos jornais. Logo, ela é dada pelo somatório da multiplicação das variáveis binárias pelas distâncias entre as cidades. A equação 2 representa, matematicamente, a função objetivo do problema.

$$\begin{aligned} \text{MIN } Z = & 61,6X_{1,2} + 43,5X_{2,3} + 38,8X_{3,4} + 77,5X_{4,13} + 43,1X_{1,5} + 71,5X_{5,6} + 43,6X_{6,7} + 21,7X_{7,8} \\ & + 94,1X_{5,8} + 102X_{1,8} + 23,7X_{8,9} + 39,5X_{9,10} + 38X_{8,11} + 20,9X_{11,12} + 28,9X_{12,10} \\ & + 47,5X_{10,13} \end{aligned} \quad (2)$$

Na Tabela 3, a coluna 'nó de referência' retrata todas as cidades consideradas na construção da rede. O fluxo líquido é dado pela diferença entre o fluxo que entra e o que sai de cada nó. Logo, o nó de origem (São

Carlos) deve possuir fluxo líquido igual a -1, 1 no destino (São Sebastião do Paraíso) e 0 para os nós intermediários. Assim, as restrições do problema também se encontram na referida tabela.

Tabela 3 - Restrições do problema

Restrições	Nó de referência
$-(X_{1,2} + X_{1,5} + X_{1,8}) = -1$	Nó São Carlos
$X_{1,2} - X_{2,3} = 0$	Nó Porto Ferreira
$X_{2,3} - X_{3,4} = 0$	Nó Casa Branca
$X_{3,4} - X_{4,13} = 0$	Nó Mococa
$X_{1,5} - X_{5,6} - X_{5,8} = 0$	Nó Araraquara
$X_{5,6} - X_{6,7} = 0$	Nó Jaboticabal
$X_{6,7} - X_{7,8} = 0$	Nó Sertãozinho
$X_{7,8} + X_{5,8} + X_{1,8} - X_{8,9} - X_{8,11} = 0$	Nó Ribeirão Preto
$X_{8,9} - X_{9,10} = 0$	Nó Serrana
$X_{9,10} + X_{12,10} - X_{10,13} = 0$	Nó Altinópolis
$X_{8,11} - X_{11,12} = 0$	Nó Brodowski
$X_{11,12} - X_{12,10} = 0$	Nó Batatais
$X_{4,13} + X_{10,13} = 1$	Nó São Sebastião do Paraíso

Fonte: Dados da pesquisa

#### 4.3. SOLUÇÃO DO MODELO E RESULTADOS

A Tabela 4 contém os resultados obtidos para o problema. Os valores encontrados para as variáveis de decisão para a seleção do melhor caminho são expostos na coluna "Rota selecionada". Como pode ser observado, as

variáveis  $X_{1,8}$  (de São Carlos para Ribeirão Preto),  $X_{8,9}$  (de Ribeirão Preto para Serrana),  $X_{9,10}$  (Serrana para Altinópolis) e  $X_{10,13}$  (de Altinópolis para São Sebastião do Paraíso) foram selecionadas para comporem o caminho mínimo. Ainda, a menor distância total a ser percorrida é de 212,7 quilômetros.

Tabela 4 - Resultados fornecidos pelo SOLVER

De	Para	Variável	Distância (km)	Rota selecionada
São Carlos	Porto Ferreira	$X_{1,2}$	61,6	0
Porto Ferreira	Casa Branca	$X_{2,3}$	43,5	0
Casa Branca	Mococa	$X_{3,4}$	38,8	0
Mococa	São Sebastião do Paraíso	$X_{4,13}$	77,5	0
São Carlos	Araraquara	$X_{1,5}$	43,1	0
Araraquara	Jaboticabal	$X_{5,6}$	71,5	0
Jaboticabal	Sertãozinho	$X_{6,7}$	43,6	0
Sertãozinho	Ribeirão Preto	$X_{7,8}$	21,7	0
Araraquara	Ribeirão Preto	$X_{5,8}$	94,1	0
São Carlos	Ribeirão Preto	$X_{1,8}$	102,0	1
Ribeirão Preto	Serrana	$X_{8,9}$	23,7	1
Serrana	Altinópolis	$X_{9,10}$	39,5	1
Ribeirão Preto	Brodowski	$X_{8,11}$	38,0	0
Brodowski	Batatais	$X_{11,12}$	20,9	0
Batatais	Altinópolis	$X_{12,10}$	28,9	0
Altinópolis	São Sebastião do Paraíso	$X_{10,13}$	47,5	1
<b>Distância total</b>				<b>212,7</b>

Fonte: Dados da pesquisa

Para a definição dos valores das variáveis de decisão, foram consideradas as restrições do problema. Assim, a Tabela 5 apresenta os

resultados para o fluxo líquido (LHS da restrição) e a oferta/demanda considerada como limitação (RHS da restrição).

Tabela 5 - Restrições para a resolução do problema

Nó	Fluxo Líquido	Oferta/demanda
São Carlos (1)	-1	-1
Porto Ferreira (2)	0	0
Casa Branca (3)	0	0
Mococa (4)	0	0
Araraquara (5)	0	0
Jaboticabal (6)	0	0
Sertãozinho (7)	0	0
Ribeirão Preto (8)	0	0
Serrana (9)	0	0
Altinópolis (10)	0	0
Brodowski (11)	0	0
Batatais (12)	0	0
São Sebastião do Paraíso (13)	1	1

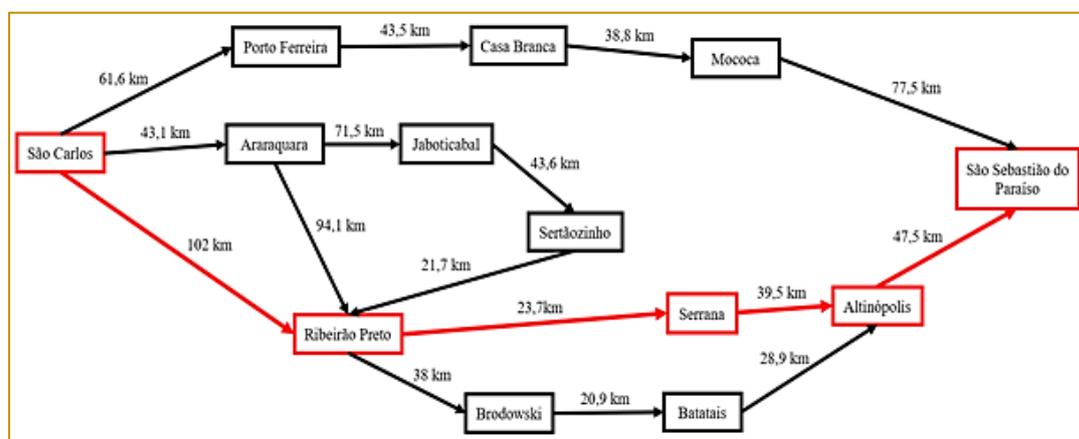
Fonte: Dados da pesquisa

Portanto, ao analisar a solução ótima, tem-se que o caminho de menor distância total percorrida é: São Carlos – Ribeirão Preto – Serrana – Altinópolis – São Sebastião do Paraíso. As distâncias dos arcos que ligam os nós do caminho mais curto são: 102 km de São Carlos à Ribeirão Preto, 23,7 km entre Ribeirão Preto e Serrana, 39,5 km de Serrana

até Altinópolis e, por fim, 47,5 km de Altinópolis à São Sebastião do Paraíso.

Logo, o veículo responsável pelo transporte dos jornais poderá percorrer uma distância de 212,7 km se o caminho mais curto for adotado. A Figura 3 ilustra a rede com o menor caminho em destaque.

Figura 3 - Rede com o caminho mais curto



Fonte: Dados da pesquisa

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da aplicação do problema do caminho mais curto, foi identificada a rota que apresenta a menor distância entre a gráfica responsável por realizar a impressão dos jornais e a matriz responsável pela distribuição dos mesmos. Logo, o objetivo almejado no início do estudo foi alcançado, uma vez que houve uma redução de 24,6 km da distância percorrida pelo veículo responsável pela entrega dos jornais.

É importante frisar que o uso da rota de menor caminho poderá proporcionar para a empresa maior rapidez no transporte dos jornais, podendo auxiliar na redução de custos e no aumento da qualidade de serviço prestado ao consumidor. Saliencia-se que o objetivo, ao analisar a situação abordada, é de apenas encontrar o caminho com menor distância, considerando-se uma cidade de origem e uma de destino final pré-estabelecido.

## REFERÊNCIAS

- [1] Associação Nacional De Jornais. Circulação média diária dos jornais pagos. Disponível em: < <http://www.anj.org.br/circulacao-diaria-2/>>. Acesso em: 06 de fev. 2018.
- [2] Arenales, M.; Morabito, R.; Armentano, V.; Yanasse, H. Pesquisa Operacional. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier: 2007.
- [3] Bryman, A. Research methods and organization studies. London: Uniwin Hyman, 1989. 224 p.
- [4] Colin, E. C. Pesquisa operacional: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- [5] Creswell, J. W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- [6] Diniz, I. M. N.; Calafiori, L. A. S.; Villasboas, P. G. B.; Vale, R. C. C.; Bachega, S. J. In: Simpósio de Engenharia de Produção (Simpep), 24., 2017, Bauru. Anais... Bauru: UNESP-CB, 2017. p. 1 - 13.
- [7] Goldbarg, M. C.; Luna, H. P. L. Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- [8] Hillier, F. S.; Lieberman, G. J. Introdução à Pesquisa Operacional. 9 ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.
- [9] Jasika, N.; Alispahic, N.; Elma, A.; Iivana, K.; Elma, L.; Nosovic, N. Dijkstra's shortest path algorithm serial and parallel execution performance analysis. In: International Convention on Information And Communication Technology, Electronics AND Microelectronics, 35., 2012, Opatija. Proceedings... Opatija: IEEE, 2012. p. 1811-1815.
- [10] Lachtermacher, Gerson. Pesquisa operacional na tomada de decisões: modelagem em Excel. Rio de Janeiro: Elsevier: 2009.
- [11] Lima, R. S.; Lima, J. P.; Pons, N. A. D. Precisão aceitável? A utilização do Google Earth para obtenção de mapas viários urbanos para SIG. Infogeo, v. 11, p. 34-36, 2009.
- [12] Stevenson, W. J. Administração das Operações de Produção. Rio de Janeiro: LTC, 2001.
- [13] Taha, H. A. Pesquisa Operacional. 8 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.
- [14] Vasconcelos, S. A.; Peixoto, G. R. G.; Almeida, W. S.; Barros, V. C.; Bachega, S. J. Aplicação do problema do caminho mais curto para otimização de rota de um frigorífico. In: Simpósio DE Engenharia de Produção (Sienpro), 1., 2017, Catalão. Anais... Catalão: UFG-RC, 2017. p. 1 - 10.
- [15] Wang, S-X. The improved Dijkstra's shortest path algorithm and its application. Procedia Engineering, v. 29, p.1186-1190, 2012.
- [16] Wang, Y.; Vrancken, J.; Soares, M. S. Road network representation using dijkstra's shortest path algorithm. In: Its World Congress And Exhibition On Intelligent Transport Systems Ans Services, 16., 2009, Stockholm. Proceedings... Stockholm: Intelligent Transport Systems (ITS), 2009. 5p.

# Capítulo 12

## *O IMPACTO DA INSTALAÇÃO DE UMA GRANDE INDÚSTRIA NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA CIDADE DE MIRAGUAÍ/RS.*

*Carine Lima Silva*

*Kassia Dall Asta*

*Larissa Bonafé*

*Rafael Rudolfo Kreutz*

*Pedro Henrique Muller Amorim*

**Resumo:** O artigo teve como objetivo avaliar os impactos socioeconômicos da instalação de uma empresa do setor agroindustrial no município de Miraguaí-RS. Dessa forma, buscou-se analisar qual a interferência da instalação de um frigorífico no desenvolvimento econômico do município. A pesquisa apresenta uma abordagem quantitativa. Os dados analisados foram taxa de emprego e desemprego, valorização imobiliária e renda per capita nos anos anteriores e posteriores a instalação do frigorífico. A coleta foi realizada através da busca de informações em bancos de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Fundação de Economia e Estatística (FEE), Cadastro Geral de Empregos (CAGED) e Prefeitura Municipal de Miraguaí. Os resultados obtidos revelam que houve um aumento significativo na renda per capita e valorização imobiliária no município após o ano de 2007, enfatizando que a instalação de uma indústria em uma cidade de pequeno porte contribui para o crescimento e desenvolvimento regional.

**Palavras-chave:** Impactos Socioeconômicos, Instalação Agroindústria, Desenvolvimento Regional.

## 1. INTRODUÇÃO

A economia, seja ela nacional, regional ou local tem sua relevância representada através da produtividade que é medida através de alguns indicadores como renda per capita, número de habitante, número de empregos, valorização imobiliária e acumulação de capital (TEIXEIRA, 2005, VEIGA, 2001, SIEDENBENG, 2006). O desenvolvimento local de um município pode ocorrer influenciado por diversos fatores. Nessa pesquisa destaca-se uma análise sobre o comportamento da economia, geração de emprego, renda per capita e valorização imobiliária e seus impactos no avanço da localidade, depois da instalação de uma empresa agroindustrial no município.

O estudo tem como motivação a necessidade de se verificar se os aspectos socioeconômicos após a instalação da indústria trazem algum impacto aos indivíduos que nela compõem. Os municípios de pequeno porte, na maioria das vezes, desenvolvem sua produção econômica em torno da agricultura e empreendimentos familiares, visando atender as necessidades básicas dos municípios (COUTINHO, 2011).

Com base no exposto, este estudo tem como pergunta de pesquisa: quais os impactos socioeconômicos provocados pela instalação de uma empresa do setor agroindustrial na cidade de Miraguai? Para tanto, teve por objetivo analisar a existência ou não de interferência na economia regional e crescimento econômico após a implantação de frigorífico na cidade. Dessa forma, para responder parcialmente essa questão de pesquisa, buscou-se verificar através de dados secundários e quantitativos se houve um aumento no número de emprego, valorização imobiliária e se aumentou a renda per capita após a instalação do frigorífico.

O artigo apresenta em seu referencial teórico uma breve contextualização sobre a taxa de crescimento da renda per capita, de emprego e desemprego e, valorização imobiliária da cidade de Miraguai entre os anos de 2006 a 2015. Como estratégia de pesquisa foi eleito como método o estudo de caso e pesquisa bibliográfica. A pesquisa trata-se de um estudo de caso quantitativo com análise de dados secundários, onde se analisou os dados do PIB do município no período que compreende a um período antes e após a implantação do frigorífico. A hipótese de pesquisa aqui levantada é houve uma

elevação na oferta de empregos, renda e valorização imobiliária após a instalação do frigorífico na cidade.

O artigo tem sua sequência organizada de maneira que na próxima seção apresenta-se uma breve fundamentação teórica com o propósito de trazer alguns conceitos e características do tema abordado sob o ponto de vista de alguns autores referente aos temas, impacto no emprego após a instalação de novas indústrias, impacto da renda per capita e valorização dos imóveis locais. Na sequência são apresentados os procedimentos metodológicos que foram adotados, em seguida, apresenta-se a análise dos resultados e, por fim, as considerações finais.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção busca evidenciar alguns dos principais conceitos, autores e trabalhos acerca dos temas em estudo, afim de que o leitor possa compreender de forma um pouco mais aprofundada o que está sendo discutido. A mesma está dividida em quatro blocos, em que o primeiro aborda questões sobre o impacto do emprego com a instalação de novas indústrias locais, o segundo apresenta informações referentes ao impacto na renda per capita com a vinda de novas indústrias, em seguida, aborda-se a valorização dos imóveis locais geradas pela instalação de indústrias em municípios, e por fim, no último bloco é apresentada uma breve contextualização do município de Miraguai.

### 2.1. IMPACTO NO EMPREGO APÓS A INSTALAÇÃO DE NOVAS INDÚSTRIAS

Os pequenos municípios, na sua maioria, desenvolvem sua produção econômica em torno da agricultura e empreendimentos familiares. Logo, parece ser necessário que aos gestores públicos busquem opções de investimentos com vista ao maior desenvolvimento econômico. Dentre as diversas opções existentes, uma das formas para propiciar um maior desenvolvimento econômico pode ser através dos incentivos municipais para que novas empresas venham a se instalar na cidade. Esse processo, na sua maioria das vezes, é realizado através de incentivos fiscais, incubadoras de empresas (que são ambientes planejados para empresas interessadas em investir em novos

projetos), disponibilização de terrenos, entre outras formas possíveis de incentivos.

Para possibilitar a viabilização do processo de implantação de uma nova empresa, os gestores públicos devem levar em conta a relação existente entre os investimentos, que o município terá que dispor, e a contrapartida que será a contribuição resultante no aumento da renda per capita local, o número de empregos que serão ofertados e a renda industrial (BASSO, MUENCHEN, 2006). Realizar o processo de estímulo à industrialização é uma das estratégias fundamentais para instigar o crescimento local (FERGUSON, 1988).

Os frigoríficos no Oeste Paranaense foram os protagonistas do desenvolvimento regional, as empresas geraram estatísticas positivas em relação à geração de emprego e produção (HECK, 2015). Pode-se perceber que nas últimas décadas algumas industriais têm tido um maior interesse pela busca de opções para instalação de seus parques industriais em cidades do interior dos estados do Brasil (DALMÁS, STADUTO, WILLERS, 2007). Segundo os autores, essa ação vem auxiliando para uma ampliação do mapa do emprego, que até então era basicamente concentrado, em sua grande maioria, nas grandes cidades, gerando dessa forma, muitas vezes o êxodo das pessoas do campo para a cidade.

Para Dalmás, Staduto e Willers (2007), o setor de frigoríficos estimula a mão de obra especializada para engorda de frangos, produção de insumos para ração, atrai cursos e projetos direcionados ao agronegócio. Além disso, este é um setor que vem crescendo dia após dia e que traz por consequência o crescimento no número de empregos na região. Em complementação Souza (2008), afirma que além dos empregos diretos, o setor de frangos gera empregos indiretos e induzidos, como produtores rurais (integrados) e setores de transportes, sendo assim considerado como um dos setores chaves na economia.

O processo de implementação de um parque industrial proporciona ao desenvolvimento regional e local e por consequência uma elevação no número de empregos (GOMEZ, 2002; HECK, 2015). Para exemplificar essa questão traz-se o caso da instalação de uma unidade frigorífica na cidade de Mozarlândia em 1999. Após a instalação da unidade houve um processo de surgimento de novos

moradores na região, os quais contribuíram para o desenvolvimento do município. Como resultado do processo de instalação da unidade frigorífica e com o intuito de melhor atender a população, foi necessária à instalação de agências bancárias, lojas, bares e supermercados, o que por consequência acabou também impulsionando o mercado imobiliário. Estes novos estabelecimentos trouxeram uma contribuição na geração de mais empregos para o município (FERREIRA, 2014).

A elevação no número de empregos gera, por consequência, uma maior arrecadação fiscal para o município o que resultará em um maior potencial de desenvolvimento local, uma melhor qualidade de vida dos munícipes e uma possibilidade de elevação da geração de empregos (HECK, 2015). A contribuição das empresas para o desenvolvimento local pode ser verificada a partir da sua contribuição para a sociedade, pela geração de riquezas, de empregos, reprodução social, e o montante de capital (BASSO; MUENCHEN, 2006). Em seu estudo, Vasconcellos, Pignatti e Pignatti, (2009), verificaram que houve um aumento no número de empresas e de empregos formais na indústria frigorífica no Mato Grosso. O responsável pelo maior crescimento de empregos seria o frigorífico bovino, logo depois, vindo a indústria avícola e carne suína. Para eles, os frigoríficos representam um terço de toda a mão de obra empregada no setor industrial.

Para Finckler e Cêa (2009), a instalação de frigoríficos tem um fator importante que é ser um facilitador do processo de geração de novos empregos, pois esse ramo de produção exige baixa escolaridade e qualificação dos trabalhadores para inserção no setor. Em seu estudo destacam que a maioria dos funcionários de frigoríficos tem o ensino fundamental incompleto e atuam na produção, exercendo a função de operadores. A produção em frigoríficos se caracteriza pelo trabalho manual, repetitivo, simples, altamente desgastante e sem rotatividade como descarregamento, sangria, escaldagem, depenagem, pendura das aves, evisceração, espostejamento, desossa e resfriamento, não demandando muito conhecimento. No estado do Pará os frigoríficos geram, cerca de, 7.918 empregos formais, deste total, apenas 261 empregados possuem graduação ou formação técnica, o

que corresponde a 3,3% no segmento (DALLEMOLE; MENDES; AMIN, 2009).

## 2.2.IMPACTO DA RENDA PER CAPITA COM INSTALAÇÃO DE INDÚSTRIA

A renda per capita é um dos fatores socioeconômicos que examinam a renda de cada indivíduo dentro de uma determinada população, calcula-se uma média do valor. A qualidade de vida pode ser baseada no produto interno bruto, segundo SCARPIN e SCARPIN (2006, p.02):

É possível que a medida de qualidade de vida mais difundida, até o surgimento do Índice de Desenvolvimento Humano (IDHI) tenha sido o Produto Interno Bruto (PIB) per capita. No entanto, conhecer o PIB per capita de um país ou região não é suficiente para avaliar as condições de vida de sua população, uma vez que é necessário conhecer a distribuição desses recursos e como se dá o acesso a eles.

A construção desse aspecto de desenvolvimento reflete na relação da qualidade de vida. A questão que se coloca é avaliar o nível da qualidade de vida de uma determinada região ou município, como fazê-lo e quais os critérios que pode ser considerado como mais significativos para o desenvolvimento local (SCARPIN, BOFF, 2008). Algumas teorias sugerem que as instituições afetam o nível de renda por meio da distribuição do poder político, da garantia dos direitos de propriedade, da geração de oportunidade econômicas, do estímulo à inovação e à acumulação de capital humano, além de outras vias (PEREIRA; NAKABASHI; SACHSIDA, 2010).

Para Kuznets (1983), a estratégia de crescimento econômico por si só não traz benefícios para a sociedade, pois o aumento da renda per capita não necessariamente atinge todas as classes sociais.

Desde que o produto per capita tenha permanecido o mesmo ou declinado apenas ligeiramente as taxas mais altas de crescimento populacional nos tempos modernos significaram necessariamente taxas de crescimento mais elevadas do produto total. A capacidade de manter cifras rapidamente crescentes nos mesmos níveis de vida ou em níveis apenas ligeiramente inferiores, em si e por si mesma, pode ser considerada como crescimento econômico. Mas as características distintas do

crescimento econômico moderno é a combinação de altas de aumento da população com altas taxas do aumento do produto per capita. (KUZNETS, 1983, p.45)

A elevação no número de empregos no município traz por consequência uma maior arrecadação fiscal e aumenta a renda per capita o que resultará em um maior potencial de desenvolvimento local e uma melhor qualidade de vida dos munícipes (HECK, 2015).

## 2.3.VALORIZAÇÕES DOS IMÓVEIS LOCAIS GERADAS PELA INSTALAÇÃO DE INDÚSTRIAS

Com o objetivo de tentar elucidar e compreender qual a influência da instalação de indústrias sobre a flutuação dos preços dos imóveis cabe destacar, primeiramente, o entendimento sobre o processo de valorização do solo, uma vez que esse se diferencia de outras mercadorias, por não se tratar de um capital, mas sim, um equivalente de capital, valorizável pela forma de apropriação e uso, e não diretamente de trabalho (FREITAS; NETTO, 2007).

Essa valorização se dá, de forma diferente nas áreas urbanas e rurais. A valorização do solo rural leva em conta a fertilidade do solo, estradas que facilitem acesso e cultivo, água para irrigação, dentre outras. Já a valorização urbana está mais intrinsecamente relacionada aos custos de produção/aquisição e sua localização (BRUNA et al., 2011). Dessa forma, leva-se em conta a vizinhança, ou seja, quanto maior for a proximidade e facilidade de acesso à mercados, escolas, igrejas, maior será sua valorização frente à imóveis situados, por exemplo, em periferias. Leva-se em conta também a sua acessibilidade, segurança, suas condições internas e possibilidade de reformas, caso necessite, e, muitas vezes, torna-se além de necessidade básica de moradia, um sonho de consumo, agregando valor ao imóvel (ALBUQUERQUE et al., 2006).

Sob essa ótica, o valor do solo urbano não é determinado pela produção, e sim pela oferta e procura, caracterizando a procura como uma demanda, que influenciada pelo consumidor final, assim sendo, suas preferências são levadas em conta, além da qualidade, e do preço que está disposto a pagar, tornando a aquisição ou locação do imóvel em um investimento (YOSHIDA, 2013).

O proprietário da terra, que objetiva valorizar seu solo tem como opção construir, pensando em locar ou vender a terceiros, ou realiza loteamentos, fracionando suas terras em partes menores para facilitar a comercialização. Em qualquer das alternativas anteriores, a terra será transformada em mercadoria. Em alguns casos, o proprietário aguarda expansão urbana almejando uma maior valorização (BRUNA et al., 2011).

Outra contribuição para a valorização imobiliária é o processo de industrialização que se caracteriza como um processo de modernização pelo qual passam os meios de produção de uma sociedade, sendo acompanhado pela ampliação tecnológica e desenvolvimento da economia (FERREIRA, 2005). Quando ocorre a industrialização em uma cidade existe uma tendência de que esta receba migrantes para sua área, acelerando a urbanização. Logo, quanto mais pessoas num mesmo local, maior será a procura por atividades comerciais, moradia, mais empregos serão gerados, maior será a arrecadação de impostos, desenvolvendo a cidade como um todo (PENA, 2018).

#### 2.4 CARACTERIZAÇÃO DA LOCALIDADE DE ESTUDO: MUNICÍPIO DE MIRAGUAÍ

Emancipado em 15 de dezembro de 1965, o nome Miraguaí foi dado em homenagem ao velho cacique caingangue primeiro morador da localidade. A população predominante no Município de Miraguaí é brasileira (PREFEITURA MUNICIPAL DE MIRAGUAÍ, 2017).

De acordo com o censo populacional do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2010 a população de Miraguaí é de 4.855 habitantes. O município é localizado no noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, a, aproximadamente 370 km de distância da capital do estado gaúcho, possuem uma extensão territorial de 129,64 Km<sup>2</sup>, e densidade demográfica de 37, 24 hab/km<sup>2</sup>. O município está dividido em três distritos: Sede, Tronqueiras e Sítio Gabriel e um bairro: Irapuá.

A cidade está localizada na divisa com a Área Indígena do Guarita, numa grande extensão entre os municípios de Redentora e Tenente Portela. Possui 4.855 habitantes, desde 2.070 residem na zona urbana e 2.786 residem na rural e, sendo 2.413 masculinos e 2.442

femininos, descendentes de imigrantes italianos, alemães, poloneses, holandeses, entre outros, miscigenados por caboclos e indígenas (PLANO MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO MIRAGUAÍ-RS, 2015).

A base econômica de Miraguaí é a agricultura, cultivada numa área total aproximada de 13.500 hectares, distribuídos em 855 propriedades, aproximadamente, em regime de economia familiar, onde se produz milho, soja, feijão, mandioca, batatas, frutíferas e hortaliças, basicamente e também se criam animais como aves, suínos, peixes e bovinos, destacando-se principalmente, a produção leiteira, hoje, suporte econômico fundamental para o homem do campo. Na busca pelo crescimento econômico solidificam-se ações no que se refere à economia, observando as tendências de novas oportunidades na avicultura e suinocultura, pois a economia está basicamente alicerçada na produção primária, a autossustentação e sobreposta pela monocultura de soja e trigo e pecuária leiteira.

O trabalho familiar passa a ser substituído pelas máquinas ocorrendo o processo de êxodo rural, esvazia o campo, forma-se as vilas este processo é tão rápido que os governos não se preparam para o enfrentamento da nova situação, economicamente observa -se crescimento na avicultura e na pecuária leiteira O desenvolvimento comercial, industrial como uma perspectiva crescente; sendo que atualmente o maior empregador ainda é o poder público (Estado e Município), no que se refere a indústria hoje a nova possibilidade de emprego é a Indústria Frigorífica de Aves (PLANO MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO MIRAGUAÍ-RS, 2015).

### 3. MÉTODO

Neste tópico são apresentados os procedimentos metodológicos que foram adotados na pesquisa, a fim de possibilitar o alcance dos objetivos propostos. Dessa maneira discutem-se as estratégias e método da pesquisa, síntese do caso estudado, a coleta de dados e, por fim, são apresentados os passos de análise dos dados que será usada na pesquisa.

### 3.1 ESTRATÉGIAS E MÉTODOS DA PESQUISA

Para que o desenvolvimento de uma pesquisa atinja um resultado eficiente, é fundamental que se adote alguns procedimentos metodológicos para a sua efetuação. Segundo Gil (1991), as estratégias e táticas de pesquisa que deverão ser utilizadas dependerão dos objetivos que se pretende atingir com sua execução. Assim, a seguir serão descritos os procedimentos que foram adotados no decorrer da pesquisa para que os objetivos fossem alcançados satisfatoriamente.

A presente pesquisa apresenta um caráter exploratório, a qual tem por objetivo explorar determinado problema ou situação a fim de proporcionar maior familiaridade com o tema (MALHOTRA, 2011; HAIR et al., 2010). Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, Sampieri et al. (2006), destacam que as pesquisas podem ser classificadas como quantitativas, qualitativas e multimodal ou misto. O enfoque quantitativo utiliza a coleta e análise de dados para responder às questões de pesquisa, estabelecidas previamente, e confia na medição numérica, na contagem e frequentemente no uso de estatísticas para estabelecer com exatidão padrões de comportamento de uma população. Dessa forma, com base no exposto e levando em consideração o objetivo, a presente pesquisa adotou o enfoque quantitativo.

Como estratégia de pesquisa foi eleito como método o estudo de caso e pesquisa bibliográfica. “O estudo de caso é uma investigação empírica que analisa um fenômeno contemporâneo em profundidade em seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes” (YIN, 2010, p. 39).

A pesquisa bibliográfica é definida pelo autor Gil (2008, p.50) como “material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”. O mesmo complementa afirmando que as pesquisas, em muitas situações, só são possíveis se tendo base em fatos passados e em dados secundários (GIL, 2008).

### 3.2 SÍNTESES DO ESTUDO DE CASO

Fundada em junho de 2007, no município de Miraguai, a Mais Frango nasceu para atingir a excelência na Indústria de Alimentos. O empreendedorismo de seus sócios, a tecnologia dos equipamentos e o desempenho de seus colaboradores garantem a qualidade dos produtos e a presença da marca em todo o Brasil e a exportação para: Japão, Emirados Árabes, Iraque, Ilhas Maldivas entre outros, totalizando 50 países (MAIS FRANGO, 2017).

A empresa Mais Frango está instalada com um frigorífico no interior do município de Miraguai, no distrito de Irapuá, situada na ERS 330. Além do Frigorífico, também pertencem a Mais Frango a Yucumã Alimentos, especializada na produção de embutidos, e fábrica de rações. Atualmente as unidades referidas geram mais de 750 empregos diretos (PREFEITURA MUNICIPAL DE MIRAGUAI, 2017).

A empresa Mais Frango Miraguai Ltda industrializa frangos, tendo como produtos, diversos cortes do frango, como, shawarma, frango inteiro, coxa e sobrecoxa desossada, peito de frango entre outros. Todo o processo produtivo e de vendas é realizado pela empresa. Atualmente estão abatendo cerca de 70.000 frangos por dia, em um turno de abate, se consolidando em uma das maiores empregadoras da região Celeiro.

Atualmente a empresa possui 118 integrados, os quais estão distribuídos em mais de 14 municípios da região, dando oportunidade de emprego e renda para as famílias do meio rural, empregando a mão de obra familiar, ajudando a fixar as famílias no meio rural, evitando assim o êxodo rural.

### 3.3 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada em três etapas. A primeira foi feita através de uma pesquisa bibliográfica. Na segunda foi feita a coleta dos dados secundários através do banco de dados da Fundação de Economia e Estatística (FEE) e através da série histórica, Informação de saúde (TABNET), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Cadastro Geral de Empregos (CAGED). Na terceira etapa realizou-se uma análise dos dados obtidos. As coletas deram-se através de sites de pesquisas estatísticas, e teve como objetivo visualizar e tecer um comparativo com dados anterior e posterior à

implantação do Frigorífico Mais Frango no município de Miraguaí – RS. Para os dados inerentes a valorização imobiliária, devido a indisponibilidade dos mesmos em institutos de pesquisa, realizou-se entrevista via telefone a prefeitura municipal e proprietário de imóveis da cidade.

### 3.4 ANÁLISE DE DADOS

No que tange a análise dos dados coletados, a primeira etapa da análise será a estatística descritiva das variáveis com a finalidade de caracterizar o comportamento das variáveis analisadas. Essa etapa tem por finalidade

identificar indícios e índices postos em evidência através dos dados coletados. Esse procedimento foi realizado em dois estágios. O primeiro consistiu em analisar, a partir da literatura recente, possíveis indícios e reflexões teóricas que apresentam uma relação entre a implantação de indústrias e o desenvolvimento regional. O segundo consistiu em realizar uma análise dos dados históricos encontrados a fim de fazer-se uma comparação e confirmar ou não a teoria. Esse procedimento foi desenvolvido através dos seguintes passos: busca de relações teóricas, coleta de dados, tabulação dos dados, elaboração de gráficos e tabelas, conforme demonstrado na Figura 1.

Figura 1 – Passos de análise dos dados



Fonte: Desenvolvida pelos autores (2018)

No primeiro estágio realizou-se uma breve contextualização sobre as relações teóricas referente ao assunto de pesquisa. No estágio dois, o primeiro passo foi à coleta de dados realizada através dos sites de informações e canais de busca. O segundo procedimento adotado neste estágio foi à tabulação de dados através da elaboração de tabelas contendo todos os dados obtidos. Por fim, realizou-se análises comparativas por meio de tabelas e gráficos para identificar comportamentos e tendências.

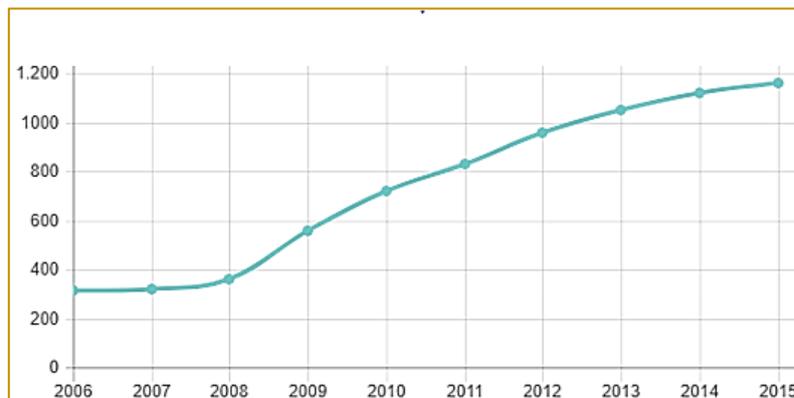
### 4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Essa seção está organizada de maneira que inicialmente são apresentados os dados

sobre série histórica, pessoal ocupado assalariado. Posteriormente, é realizado uma análise da taxa de desemprego. Em seguida, apresenta-se os índices de renda per capita por ano no período em análise. Por fim, tem-se algumas informações sobre a valorização imobiliária.

O primeiro aspecto a ser analisado refere-se a análise dos dados através da comparação dos anos de 2006 a 2015 no que se refere a questão da ocupação, ou seja, o número de empregos ofertados no município nesse período. Esses dados foram coletados do IBGE e são representados na Figura 1.

Figura 1- Série histórica do pessoal ocupado, assalariado, no município de Miragaí entre os anos 2006 a 2015



Fonte: IBGE (2018)

Os dados demonstram que a partir de 2007, ano da instalação do frigorífico, houve uma elevação no número de empregados no município, em 2006 o número de empregos gerados era de 331, já em 2015 este número passou para 1162, um aumento de 251%. Para Heck (2015), o crescimento de empregos, gera também uma “economia externa” de prestadores de serviços,

permitindo maior arrecadação fiscal e geração de empregos, itens que o autor estabelece na correlação direta com o “desenvolvimento regional”.

A etapa seguinte análise foi desenvolvida através da comparação da taxa de desemprego. Esses dados foram coletados do Tabnet (Informações de saúde) e estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Taxa de desemprego

Ano	Percentual
2000	2,15
2010	2,72

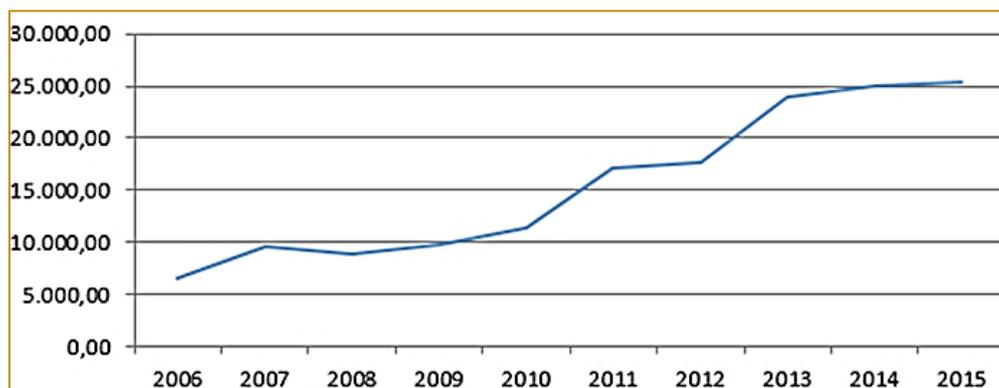
Fonte: Tabnet (2018)

Conforme a Tabela 1 pode-se evidenciar um aumento significativo na taxa de desemprego de 2000 para 2010, ou seja, parece que a instalação do frigorífico não afetou positivamente esse indicador uma vez que a fábrica se instalou no município em 2007. Esses dados se contradizem, no entanto, através dos dados do CAGED, onde é possível verificar que no período de 2007 a 2017 houve 4.994 admissões e 3.970 desligamentos. Logo, apresenta-se um saldo positivo no período, mas revela-se uma alta rotatividade, ou seja, este número elevado de desligamentos pode estar relacionado com a taxa de desemprego encontrada. Fato esse

que é confirmado por Finckler e Cêa (2009), que destacam em seu estudo a dificuldade de adaptação dos trabalhadores com as atividades altamente desgastantes desenvolvidas em frigoríficos e que por consequência essas empresas tendem a ter uma elevada rotatividade.

O terceiro fator em análise na pesquisa foi à renda per capita. Para analisar a mesma foram utilizados os dados do Tabnet (Informações em saúde) e FEE (Fundação de economia e estatística), foram selecionados os anos de 2006 a 2015 conforme Figura 3.

Figura 3 - Renda per capita por ano



Fonte: Tabnet e FEE (2018)

Os resultados demonstram que houve um aumento de 44,4 % do ano 2006 para 2007. Isso demonstra que a instalação do frigorífico no ano de 2007 teve uma influência representativa na elevação da renda per capita do município. Já quando analisado a evolução de 2006 até o ano de 2015 percebe-se que houve um aumento de 281%. Logo, fica evidente que a renda per capita dos munícipes vem em um crescimento positivo desde a implantação da empresa.

Outros autores têm ratificado esses resultados através de suas pesquisas onde afirmam que existe uma influência da instalação de empresas no desenvolvimento regional (BASSO; MUENCHEN, 2006; SOUZA, 2008; HECK, 2015). A análise da variação do PIB retrata o desempenho econômico daquela localidade, este indicador engloba a dinâmica de todos os setores da economia e toda renda por eles gerada (RIBEIRO et al., 2010). Sendo assim, o aumento deste indicador demonstra o quanto à renda e a economia do município melhoraram neste período.

É possível verificar ainda um aumento no número de empresas, em 2006, Miraguai tinha 111 estabelecimentos comerciais, já em 2015, esse número passou para 178 (IBGE, 2018). Esses dados demonstram que além dos impactos diretos gerados pela instalação da empresa também houveram impactos indiretos com a elevação em mais de 38% no número de novos estabelecimentos comerciais no município após a vinda do frigorífico.

Corroborando com esses resultados a pesquisa realizada por Ferreira (2014), onde o mesmo identificou que após a instalação de uma unidade frigorífica na cidade de Mozarlândia em 1999, houve um processo de surgimento de novos moradores na região, os quais contribuíram para o desenvolvimento do

município. Como resultado do processo de instalação da unidade frigorífica e com o intuito de melhor atender a população, segundo o autor, foi necessário à instalação de agências bancárias, lojas, bares e supermercados, o que por consequência acabou também impulsionando o mercado imobiliário.

No que tange a valorização imobiliária não se obteve êxito na Prefeitura Municipal de Miraguai, pois não há dados coletados e analisados sobre o tema, os dados que possuem são apenas para contabilização de Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU). Dessa forma, não há como tecer comparativos de dados secundários, e não foi possível conseguir informações. Como na cidade ainda não existem imobiliárias, optou-se por realizar entrevista com um proprietário de imóveis local, o mesmo possui 15 imóveis alugados na cidade de Miraguai, o qual destacou que:

- Os imóveis que antes valiam entre cinquenta e sessenta mil reais, hoje valem quinhentos mil, e, os proprietários não almejam vender, aguardando maior valorização;
- Os aluguéis de casas e apartamentos são ofertados, em média a um salário mínimo, todos os locatários praticam valor parecido. Antes da vinda da Mais Frango para o município era cobrado metade deste valor, o qual considera que aumentou em torno de 100%.
- Antigamente a oferta por casas para alugar era grande, com pouca procura, hoje, é difícil encontrar imóvel para locar.

Através destes relatos, de um dos maiores ou quem sabe o maior locatário da cidade, pode-se observar que a instalação do frigorífico no município trouxe também uma melhora

considerável na valorização, tanto do imóvel, quanto no valor das locações.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo avaliar os impactos socioeconômicos da instalação de uma empresa do setor agroindustrial no município de Miraguaí - RS. Para isso, foi realizada uma análise documental de dados e informações sobre renda per capita, emprego e valorização de imóveis, disponibilizadas em sites oficiais, entre os anos de 2006 a 2015.

Os resultados demonstram que a instalação de uma indústria em uma cidade de pequeno porte, traz impactos socioeconômicos diretos e indiretos para o seu crescimento econômico e desenvolvimento regional.

Apesar de ser uma empresa voltada ao abate e industrialização do frango e seus derivados, embutidos e rações, a empresa em si, fomenta a cidade e região de diversas formas, pois além de gerar empregos diretos, também gera empregos indiretamente, através de seus integrados, que são os criadores das aves, fortificando e incentivando também a avicultura, ajudando também na diminuição do êxodo rural.

Percebe-se a influência positiva que a instalação do frigorífico proporcionou na cidade de Miragaí. Os resultados da presente pesquisa vão de acordo com outros trabalhos

já realizadas por diversos autores. Logo, parece que em sua maioria, as pesquisas indicam que uma nova indústria em um município de pequeno porte traz benefícios positivos para a cidade onde se instala, ressaltando assim, a importância dos municípios em buscarem cada vez mais alternativas de estímulo a implantação de indústrias em suas cidades.

Os resultados da pesquisa demonstram que os benefícios são os mais variados e vão desde o aumento da oferta de emprego, do aumento do dinheiro em circulação, que por consequência de um maior poder aquisitivo as pessoas tendem a consumir mais, ao aumento da renda per capita e até o aumento do número de novos estabelecimentos comerciais devido a novas demandas que surgem em consequência da vinda da empresa para a cidade. Dessa forma, a implantação de uma indústria tende a gerar um aumento na valorização dos imóveis, aumentando a visibilidade do município, assim como também uma melhora na renda per capita.

O presente trabalho apresentou algumas limitações como o fato de ter sido abordado apenas um município. Seria interessante para trabalhos futuros a possibilidade de uma análise comparativa com um maior número de localidades a fim de verificar se os resultados são similares.

## REFERÊNCIAS

- [1] Albuquerque, A. C. de; Lins, R. D. B. A valorização imobiliária na avaliação do Estudo de Impacto da Vizinhança. IV Congresso Brasileiro de Direito Urbanístico "Desafios para o Direito Urbanístico Brasileiro no Séc. XXI". Anais, São Paulo, 2006. Disponível em: <[http://www.ibdu.org.br/imagens/A\\_Valorizacao\\_Imobiliaria\\_na\\_Avaliacao.pdf](http://www.ibdu.org.br/imagens/A_Valorizacao_Imobiliaria_na_Avaliacao.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2017.
- [2] Basso, D; Muenchen, J.V. Contribuição de Diferentes Tipos de Empresas Industriais para o Desenvolvimento Local: o caso do município de Ijuí/RS. Desenvolvimento em questão, Editora Unijuí, ano4, n. 7, jan./jun, p. 95-125. 2006.
- [3] Bruna, G. C.; Maciel, V. F. E B.; Marcelo D.M. Setor imobiliário e valorização do solo urbano – VI Fórum FAU –Mackenzie, Anais, São Paulo, 2010. Disponível em: <[http://www.mackenzie.br/fileadmin/IPM/MackPesquisa/SETOR\\_Imobiliario\\_e\\_Valorizacao\\_do\\_Solo\\_Urbano.pdf](http://www.mackenzie.br/fileadmin/IPM/MackPesquisa/SETOR_Imobiliario_e_Valorizacao_do_Solo_Urbano.pdf)>. Acesso em: 13 nov. 2017.
- [4] Caged. Disponível em: <[http://bi.mte.gov.br/bgcaged/caged\\_perfil\\_municipio/index.php](http://bi.mte.gov.br/bgcaged/caged_perfil_municipio/index.php)>. Acesso em: 30 de janeiro de 2018.
- [5] Coutinho, S. A. Perfil, relações e necessidades: uma análise sobre as cidades pequenas. GeoTextos, vol 7, n.1 Eletrônica. Jul 2011. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/geotextos/article/viewFile/5270/3781>> Acesso em 10 mar. 2018.
- [6] Dallemole, D; Mendes, F.A.T.; Amin, M.M. Gestão, integração e competitividade do segmento de frigoríficos no estado do Pará. Revista de Estudos Sociais, ano 11, n. 22, v. 2, 2009.
- [7] Dalmás, S. R. P. Staduto, J. A. R. Willers, E. M. Da fronteira agrícola a fronteira agroindustrial: uma análise da concentração das empresas de abate e de processamento da carne de frango no Oeste do Paraná. RDE, Salvador, ano IX, n.16, p.48-60, dez/2007.
- [8] Fee. Disponível em: <<https://www.fee.rs.gov.br/indicadores/pib-rs/municipal/serie-historica/>> Acesso em 29 de janeiro de 2018.

- [9] Ferguson, B. W. Estratégias DE Crescimento Local - Industrialização de Pequenas Cidades Paranaenses -o caso de Toledo. Revista Geografia (Londrina), v.5, p. 77-99. 1988.
- [10] Ferreira, J. S. W. A cidade para poucos: breve história da propriedade urbana no Brasil. Simpósio "Interfaces das representações urbanas em tempos de globalização. UNESP e SESC. Anais. Bauru, 2005.
- [11] Ferreira, M.E. De L. A implantação do Frigorífico Bertin no município de Mozarlandia-GO: uma análise da nova realidade socioeconômica e ambiental local. Brasília, 2014. 112f. Monografia (Licenciatura em Geografia)- Universidade de Brasília, 2014.
- [12] Finckler, A. L. Cêa, G. S. S. Atuação dos trabalhadores em frigoríficos da região oeste do Paraná: as qualificações requeridas. Revista da RET - Rede de Estudos do Trabalho, v.3, n.5, 2009.
- [13] Freitas, C. A. L. L de Neto, A. V. O processo de valorização do solo urbano: formação e apropriação da mais valia espacial. Anais. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/cemarx/ANAIS%20IV%20COLOQUIO/comunica%E7%F5es/GT2/gt2m1c2.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2017.
- [14] Gil, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 1991.
- [15] Gil, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6ª Edição, São Paulo: Editora Atlas, 2008.
- [16] Hair, J. R; Black, W. C.; Babin, B. J.; Anderson, R. E. Multivariate Data Analyses. 7 ed. New Jersey: Pearson, 2010.
- [17] Heck, F. M.A. Relação capital x trabalho em frigoríficos no oeste paranaense: desenvolvimento regional ou luta de classes? Anais do XI Enepege, Presidente Prudente, outubro. 2015.
- [18] Ibge. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/miraguai/panorama>>. Acesso em: 26 nov. 2017.
- [19] Ibge. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/miraguai/pesquisa/19/29765?tipo=gráfico>>. Acesso em: 29 jan. de 2018.
- [20] Kuznets, S. Crescimento econômico moderno. São Paulo: Abril, 1983.
- [21] Mais Frango. Disponível em: <[http://www.maisfrango.com.br/historia\\_31.html](http://www.maisfrango.com.br/historia_31.html)>. Acesso em: 26 nov. 2017.
- [22] Malhotra, N. K. Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- [23] Plano Municipal de Educação Miraguai-RS. 2015. Disponível em <<http://www.ufrgs.br/monitoramentopne/planos-municipais-de-educacao-rs/m/miraguai>>. Acesso em: 16 fev. 2018.
- [24] Pena, R. F. A. Industrialização e seus efeitos; Brasil Escola. Disponível em: <<http://brasilescola.uol.com.br/geografia/industrializacao-seus-efeitos.htm>>. Acesso em 26 fev. 2018.
- [25] Pereira, A. E. G; Nakabashi, L; Sachside, A. Qualidade das Instituições e PIB per capita nos municípios brasileiros. IPEA: Texto de Discussão 1623, Brasília, junho de 2011.
- [26] Prefeitura Municipal de Miraguai. Disponível em: <<http://www.miraguai.rs.gov.br/municipio/historico/>>. Acesso em: 26 nov. 2017.
- [27] Ribeiro, F. C. S, et al. 2010. A Evolução do Produto Interno Bruto Brasileiro entre 1993 e 2009, Curitiba. Revista FAE Vitrine da Conjuntura, Curitiba, v.5, n 2. Jun. 2010.
- [28] Sampieri, R. H.; Collado, C. H.; Lucio, P. B. Metodologia da pesquisa. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.
- [29] Scarpin, J. E. Marines, L. B. Relações entre os indicadores de renda per capita e a esperança de vida ao nascer nos municípios dos Estados da região sul do Brasil: um estudo empírico. Revista Alvançe – Eletrônica, v. 15, n. 02., Univali, p. 262 – 283, mai/ago. 2008.
- [30] Scarpin, J. E.; Scarpin, M. R. S.: Relação entre Investimentos e Políticas Educacionais e a Renda per capita dos municípios dos Estados da Região Sul do Brasil: um estudo empírico. EnANPAD 2006, Salvador/BA, set. 2006.
- [31] Siedenberg, D. R. Dicionário do Desenvolvimento Regional. Santa Cruz: Edunisc, 2006.
- [32] Souza, E. C. de. Os setores de produção e de abate e processamento de frangos de corte e seus impactos na economia paranaense. 2008. 97 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2008.
- [33] Tabnet. Disponível em: <<http://www.tabnet.datasus.gov.br>>. Acesso em: 29 de jan. de 2018.
- [34] Teixeira, N. G. Desenvolvimento econômico: notas sobre seu financiamento. Revista Desenbahia, n. 2, p. 7-23, 2005.
- [35] Veiga, J. E. da V. O Brasil rural ainda não encontrou seu eixo de desenvolvimento. Estudos Avançados, v. 43, n. 15, p. 101-119, 2001.
- [36] Yoshida, G. Entenda quais são os fatores que influenciam no preço do imóvel. Revista eletrônica: Zap em Casa, 2013. Disponível em <<https://revista.zapimoveis.com.br/entenda-quais-sao-os-fatores-que-influenciam-no-preco-do-imovel/>> . Acesso em 14 nov. 2017.
- [37] Yin, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos (2ª Ed.). (A. Thorell, Trad.). Porto Alegre: Bookman. 2010.

# Capítulo 13

## *ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS NO SERVIÇO DE SAÚDE: UM ESTUDO DE CASO EM UM HOSPITAL PÚBLICO DE GRANDE PORTE DO DISTRITO FEDERAL*

*Isabella Rodrigues Oliveira de Sousa*

*Sílvia Araújo dos Reis*

**Resumo:** O destino da crescente quantidade de lixo urbano é um problema a ser pensado pela administração pública e pela sociedade como um todo. Quando se trata de resíduos de serviços de saúde o tema fica ainda mais complexo por compreender um grau de periculosidade elevado, seja para o ser humano ou para o meio ambiente. Em 2 de agosto de 2010, foi promulgada a Lei nº 12.305, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que visa a obrigatoriedade da Logística Reversa no país, a qual deve envolver como atores empresas, governo e sociedade civil. Ela também determina que as empresas possuam o compromisso de elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) e destaca a importância da Logística Reversa nos diversos setores econômicos da contemporaneidade. Apesar de compreender uma área geográfica relativamente pequena, o Distrito Federal é um grande produtor de lixo. O presente trabalho busca analisar a Logística Reversa em um Hospital de Grande Porte do Distrito Federal. Essa pesquisa compreende um estudo exploratório-descritivo de natureza aplicada. O problema é abordado através de pesquisa qualitativa, pois o processo e seu significado são os focos principais da abordagem. Os resultados mostraram que os principais problemas associados a falta de eficiência e eficácia da gestão dos resíduos hospitalares é a falta de recursos financeiros, técnicos e físicos para tal atividade logística. A pesquisa revela que a questão do lixo ainda não é vista como prioridade do ponto de vista da administração pública, sobretudo quando se trata de uma organização que lida diretamente com a saúde e com a vida das pessoas. Os estudos apontam para a necessidade de se atribuir importância à problemática do lixo, que tem ligação direta com a saúde humana e da natureza; por meio da alocação responsável de recursos financeiros advindos da administração pública, capacitação profissional e espaços adequados para a melhoria de seus processos.

## 1. INTRODUÇÃO

Os hospitais produzem grande variedade de resíduos, sendo 10 a 25% representados por resíduos perigosos e infectantes apresentando elevados riscos à saúde humana, além de riscos para o meio ambiente (CHAERUL; TANAKA; SHEKDAR, 2008).

Os custos com o tratamento e a disposição final dos resíduos de serviços de saúde e a preocupação com a saúde da população e preservação ambiental, vem se tornando cada vez mais relevantes nas políticas governamentais nacionais.

O fluxo reverso de bens e serviços começa no momento em que o consumidor gera os resíduos de pós-venda e pós consumo, que são duas sub-áreas da logística reversa, dividindo-a de acordo com o motivo do seu retorno ao ciclo produtivo e o canal que irá percorrer (LEITE, 2009).

Com relação a logística reversa de resíduos sólidos no Brasil foi sancionada a lei 12.305, de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Entre princípios, diretrizes, metas, responsabilidades e instrumentos relacionados à geração de resíduos sólidos no Brasil, ela define a logística reversa como um processo que busca viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao ciclo produtivo, para reaproveitamento ou destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Mesmo diante da legislação e da importância do gerenciamento adequado de resíduos, muitos estabelecimentos de saúde continuam não praticando a logística reversa de resíduos, devido a fatores como falta de recursos financeiros e técnicos.

Diante disso, este trabalho analisará a logística reversa de resíduos sólidos em um hospital público de grande porte, fazendo um comparativo entre o que existe na literatura e o que tem sido realizado na prática, por meio de uma revisão sistemática de literatura e um estudo de caso em um hospital de grande porte do Distrito Federal.

O trabalho tem como objetivo central, a melhoria dos processos do hospital analisado e a motivação de novos estudos da Logística Reversa em outros estabelecimentos de saúde distribuídos ao longo do território nacional.

## 2. LOGÍSTICA REVERSA EM HOSPITAIS

De todos os instrumentos legais, os que mais têm sido utilizados como referência para boas práticas no gerenciamento de resíduos de serviços de saúde são a Resolução RDC Anvisa nº 306, de 2004, que dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde; e a Resolução Conama nº 358/2005, que dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.

A logística reversa de resíduos de serviços de saúde se mostra importante, por apresentar, em alguns casos, a presença de materiais infectantes, perfuro cortantes ou químicos perigosos. Desse modo, é necessário atribuir relevância e exigirem-se cuidados especiais visando evitar infecção hospitalar, risco ocupacional, bem como risco ambiental e biológico por meio do contato com esses materiais.

É obrigatória a segregação dos resíduos na fonte e no momento da geração, de acordo com suas características, para fins de redução do volume dos resíduos a serem tratados e dispostos, garantindo a proteção da saúde e do meio ambiente (BRASIL, 2015). Observar para que a coleta seletiva aconteça de forma adequada na fonte também é fundamental para que o gerenciamento de resíduos seja menos oneroso, já que a ação corretiva custa mais do que a preventiva.

No entanto, em 2015, cerca de 30% dos municípios brasileiros ainda destinaram seus Resíduos de Serviços de Saúde sem declarar o tratamento prévio dado aos mesmos, o que contraria a legislação vigente e apresenta riscos diretos aos trabalhadores, à saúde pública e ao meio ambiente (ABRELPE, 2015). Nota-se a necessidade de fazer com que a realidade do gerenciamento de resíduos dos hospitais brasileiros esteja cada vez mais próxima da legislação e das determinações técnicas estabelecidas, visando a saúde pública e ambiental.

## 3. METODOLOGIA

A natureza da pesquisa é aplicada, sendo também um estudo exploratório-descritivo. Sua forma é essencialmente qualitativa. Os procedimentos técnicos utilizados foram revisão sistemática, estudo de caso, entrevista e pesquisa-ação realizados em um hospital público do Distrito Federal (SILVA; MENEZES, 2005).

A primeira etapa foi o desenvolvimento da revisão sistemática da literatura baseada no protocolo de Cronin, Ryan e Coughlan (2008), a respeito de estudos realizados em hospitais brasileiros, que podem ser encontrados na literatura com o objetivo de compreender quais são as técnicas desenvolvidas no processo de gerenciamento de resíduos de saúde no país, bem como sua viabilidade técnica e econômica.

A segunda etapa da elaboração da pesquisa foi o desenvolvimento de um estudo de caso que se deu por meio de entrevista com pautas, observação simples e análise documental em um hospital de grande porte do Distrito Federal. O processo estudado no

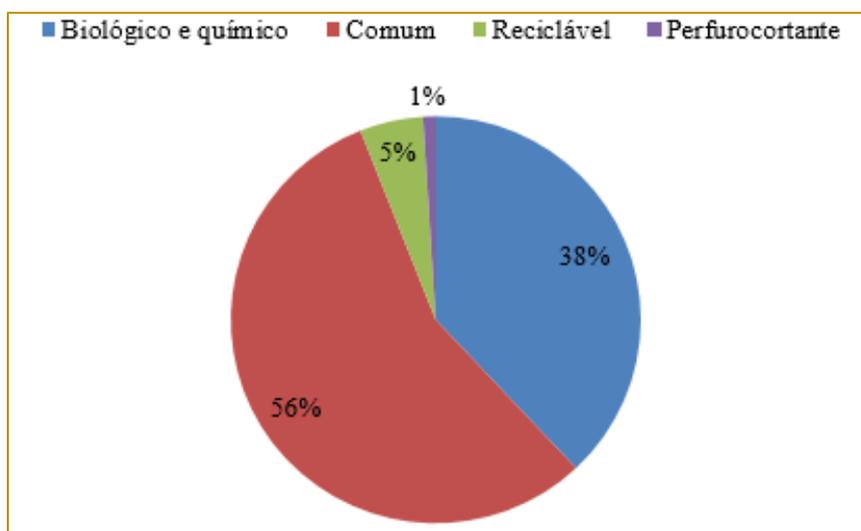
hospital compreende desde o momento da geração de resíduos até a disposição final do rejeito e pode ser encontrado no ANEXO.

Por fim, foi elaborada uma pesquisa-ação visando a aplicação das boas práticas encontradas na literatura, no hospital em questão.

#### 4. RESULTADOS

De acordo com o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde do hospital de grande porte analisado, no ano de 2015 os resíduos produzidos eram divididos da seguinte forma:

Gráfico 1 — Porcentagem de resíduos do hospital por tipo (2015)



Fonte: adaptado do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde (2015)

##### 4.1. COLETA DE DADOS NO HOSPITAL

Os resíduos que vão para incineração ficam em um abrigo externo inapropriado. Diariamente os resíduos são pesados, entretanto, ainda não há a separação dos resíduos dos grupos A e B. A empresa responsável pela incineração de resíduos não tem disponibilizado as bombonas específicas para o resíduo químico. A coleta seletiva está sendo implementada no hospital, mas os únicos resíduos que apresentam reciclagem efetiva são papelão e plástico. Existe falta de espaço físico no hospital e a estrutura é antiga, o que gera uma produção de 5000-6000 lâmpadas queimadas por ano. As lixeiras e sacos plásticos são insuficientes e inapropriados. Apesar de apresentar grande

quantidade de problemas, nota-se que o setor responsável pelos resíduos tem feito grandes esforços para que a situação venha a melhorar, mesmo diante da grande falta de recursos. Para que fossem analisadas as fases do manejo de resíduos do hospital de grande porte do Distrito Federal, foi desenvolvido o “Fluxograma 1— Manejo de resíduos do hospital” que se encontra ao final do texto, no ANEXO.

## 4.2. REVISÃO SISTEMÁTICA

O protocolo utilizado para o desenvolvimento da revisão sistemática foi o de Cronin, Ryan e Coughlan (2008), que apresenta as seguintes etapas:

- a) formulação da questão de pesquisa;
- b) conjunto de critérios de inclusão e exclusão;
- c) seleção e acesso da literatura;
- d) avaliação da qualidade da literatura incluída na revisão e;
- e) análise, síntese e disseminação dos resultados.

Na Revisão Sistemática buscou-se verificar o que tem sido estudado e documentado no Brasil, nas bases utilizadas, à respeito da logística reversa e do gerenciamento de resíduos de saúde nos estabelecimentos de saúde brasileiros, sejam eles públicos ou particulares. Ao final da análise, é possível verificar a ordem cronológica dos artigos, um panorama aprofundado de cada um deles, a divisão deles em subgrupos por assunto, e as conclusões obtidas com a aplicação deste procedimento.

Foram desenvolvidas 4 buscas:

- a) periódicos da CAPES; formato (“logística reversa” AND “hospital”); últimos 20 anos; periódicos revisados por pares; português; artigos que tinham como foco o estudo do gerenciamento de resíduos em ambiente de saúde específico; exclusão dos repetidos. Ao final foram obtidos **6 resultados**;
- b) periódicos da CAPES; formato (“resíduos sólidos” AND “hospital”); últimos 20

anos; periódicos revisados por pares; português; artigos que tinham como foco o estudo do gerenciamento de resíduos em ambiente de saúde específico; exclusão dos repetidos. Obtendo-se **17 resultados**;

c) Biblioteca Digital de Monografias da Universidade de Brasília; formato (“logística reversa” AND “hospital”). Todos os documentos da BDM são trabalhos acadêmicos, em português. Por isso, ao final foram selecionados apenas aqueles que tinham como foco o estudo do gerenciamento de resíduos sólidos em ambiente de saúde específico, excluindo-se assim aqueles que tratavam do assunto apenas de modo teórico. Não foi encontrado **nenhum resultado**;

d) Biblioteca Digital de Monografias da Universidade de Brasília; formato (“resíduos sólidos” AND “hospital”). A segunda parte dessa busca seguiu o formato da busca anterior. Todos os documentos da BDM são trabalhos acadêmicos, em português. Por isso, ao final foram selecionados apenas aqueles que tinham como foco o estudo do gerenciamento de resíduos sólidos em ambiente de saúde específico, excluindo-se assim aqueles que tratavam do assunto apenas de modo teórico. Obtendo-se apenas **1 resultado**.

Após as 4 buscas, elaborou-se um quadro com os **21 resultados** obtidos com a aplicação dos filtros e a exclusão dos repetidos. No Quadro 1 são apresentados: o título do documento, a numeração que será utilizada a partir deste momento para o mesmo, o ano de publicação, os autores e a fonte de publicação. Os documentos estão dispostos em ordem cronológica.

Quadro 1 — Resultados obtidos com a revisão sistemática

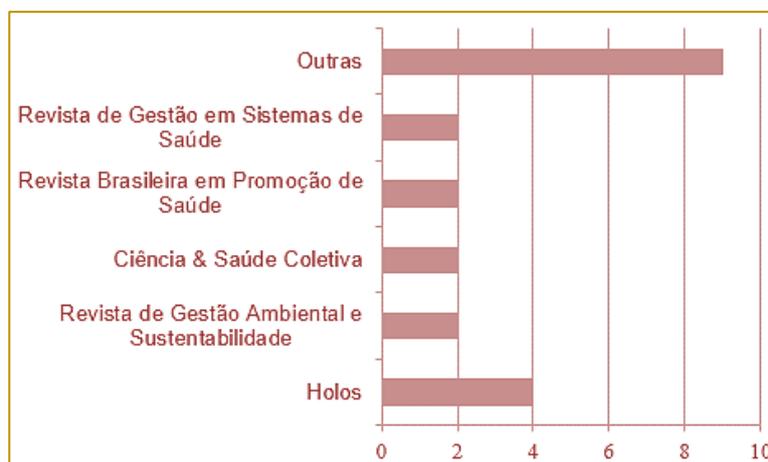
Nº	Ano	Título	Autores	Fontr
1	2005	Gerenciamento de resíduos sólidos de odontologia em postos de saúde da rede municipal de Belo Horizonte, Brasil	NAZAR, M. W.; PORDEUS, I. A.; WERNECK, M. A. F.	Revista Panamericana de Salud Pública
2	2009	Gerenciamento de resíduos sólidos dos serviços de saúde: aspectos do manejo interno no município de Marituba, Pará, Brasil	SALES, C.C.L. et al.	Ciência & Saúde Coletiva
3	2010	Implantação do programa de gerenciamento de resíduo em um hospital psiquiátrico	RUFINO, N. A.; JALES, E.; MONTEIRO, C. B.	Revista de Pesquisa: Cuidado é fundamental online
4	2010	Gerenciamento dos resíduos em três hospitais públicos do Mato Grosso do Sul, Brasil	TIVIROLLI, K.; TIVIROLLI, S.; SKOWRONSKI, J.	Revista Brasileira em Promoção da Saúde
5	2011	Resíduos sólidos de serviços de saúde: uma fotografia do comprometimento da equipe de enfermagem	DOI, K. M.; MOURA, G. M. S. S.	Revista gaúcha de enfermagem
6	2012	Resíduos sólidos de serviços de saúde e meio ambiente: percepção da equipe de enfermagem	SILVA, I. T. S.; BONFADA, D.	Revista da rede de Enfermagem do Nordeste
7	2012	Treinamentos sobre Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde(RSSS) em Hospitais de Porto Alegre/RS na Percepção dos Profissionais Atuantes	BERTO, D. N.; CZYKIEL, R.; BARCELLOS, M. D.	Revista de Gestão em Sistemas de Saúde
8	2013	Sistemas de Informações Gerenciais (SIG): ferramenta de monitoramento de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde(RSS) e dos custos de tratamento	SCHNEIDER, V. E. et al.	Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade
9	2013	Gestão de resíduos de serviços de saúde: avaliação dos procedimentos adotados no hospital da cidade de Guaporé-RS	OLIVEIRA, C. et al.	Holos
10	2013	Gerenciamento de resíduos: estudo descritivo-exploratório no pronto-socorro de um hospital-escola	DIAZ, P. S. et. al.	Online Brazilian Journal of Nursing
11	2014	Logística Reversa como meio de Instrumentalização organizacional do desenvolvimento sustentável	AVERO, S. A. J.; SENHORAS, E. M.	Revista de Administração de Roraima
12	2014	Avaliação do gerenciamento de resíduos sólidos no Hospital Universitário de Brasília	SOUSA, J. M.; MENDONÇA, P. S.	Biblioteca Digital de Monografias - UnB
13	2014	Descarte de medicamentos: uma análise da prática no programa saúde da família	ALENCAR, T. O. S. et al.	Ciência & Saúde Coletiva
14	2014	Diagnóstico preliminar do sistema de gestão de resíduos de serviços de saúde da liga norte riograndense contra o câncer : policlínica	RÊGO, G. S.	Holos
15	2015	Logística reversa: como reaproveitar placas de petri no fluxo de trabalho de um laboratório de microbiologia	LUI, C. L. C. et al.	Revista Inovação, Projetos e Tecnologias
16	2015	Desafio no gerenciamento de resíduos em serviços públicos de saúde	RIZZON, F.; NODARI, C. H.; REIS, Z. C.	Revista de Gestão em Sistemas de Saúde
17	2015	A educação em saúde ambiental nos serviços de saúde do SUS	ALVES, M.; XIMENES, M.; ARAÚJO, M.	Holos
18	2016	Logística Reversa de Resíduos da Classe D em Ambiente Hospitalar: Monitoramento e Avaliação da Reciclagem no Hospital Infantil Cândido Fontoura	ZAJAC, M. A. L. et al.	Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade
19	2016	Estratégia educativa sobre manejo de resíduos sólidos de saúde na unidade de terapia intensiva	BILO, B. B. et al.	Revista Brasileira em Promoção da Saúde
20	2016	Resíduos de serviços de saúde: mapeamento de processo e gestão de custos como estratégias para sustentabilidade em um centro cirúrgico	NOGUEIRA, D. N. G.; CASTILHO, V.	Revista de Gestão
21	2017	Procedimento de registro dos parâmetros intervenientes na logística reversa em uma farmácia hospitalar	REIS, C. C. C. et al.	Exacta

Fonte: elaborado pela autora

Os artigos encontrados nas bases são provenientes de 14 fontes, sendo que 9 delas só aparecem uma vez. As revistas “Ciência & Saúde Coletiva”, “Revista de Gestão em Sistemas de Saúde”, “Revista Brasileira em

Promoção da Saúde” e “Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade” são a fonte de 2 artigos cada e 4 artigos foram publicados na revista “Holos”, de acordo com o gráfico abaixo.

Gráfico 2 — Quantidade de documentos encontrados por fonte

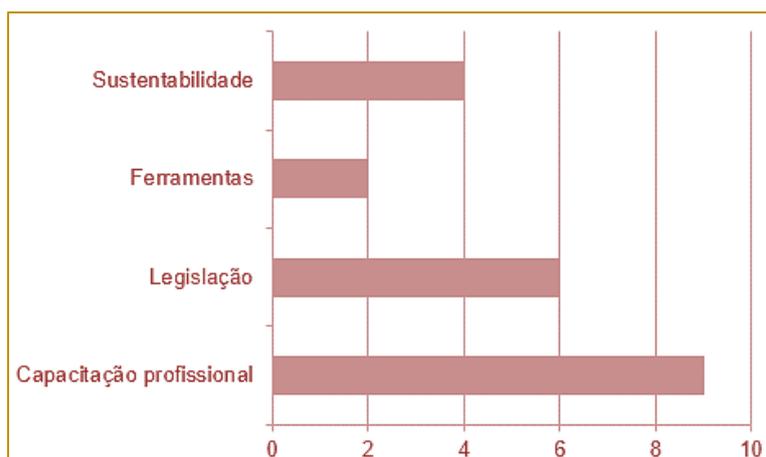


Fonte: elaborado pela autora

Todos os documentos encontrados tratam do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, entretanto, cada um deles estuda uma área específica do gerenciamento. Desse

modo, eles foram divididos em 4 subgrupos, de acordo com o foco da abordagem. Os resultados da divisão são apresentados no gráfico abaixo.

Gráfico 3 — Quantidade de documentos encontrados por foco



Fonte: elaborado pela autora

Conforme o gráfico 2, a maior parte dos artigos trata da capacitação profissional ligada ao gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, seguida da legislação, das ferramentas e da sustentabilidade ligada ao tema.

Durante a análise dos artigos, observou-se que o tema “Logística Reversa de resíduos de serviço de saúde” ainda é pouco abordado, sendo que o mesmo aparece comumente como “Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde”. O tema “Logística Reversa” é relativamente novo no Brasil,

tendo em vista que passou a ser disseminado em 2010, com a Lei 12.305/10 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Os maiores problemas encontrados nos estabelecimentos de saúde analisados estavam relacionados à segregação de resíduos, ou seja, diretamente ligados à capacitação profissional, à conscientização dos usuários em geral e ao cuidado com a fase de acondicionamento. Isso mostra que grande parte dos problemas do gerenciamento de resíduos, seria resolvida com o aprimoramento de sua fase inicial.

De modo geral, observou-se que os hospitais analisados apresentam falta de capacitação profissional e falhas em todas as fases do manejo dos resíduos. Existe conscientização dos funcionários, mas certa dificuldade em promover uma postura de minimização de impacto ambiental no seu contexto de trabalho. Nota-se que é necessário se estabelecer metas práticas e exequíveis na implementação gradual do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, bem como desenvolver treinamento e capacitação profissional para aqueles que estão ligados ao manejo dos resíduos e os usuários do serviço de saúde. Observa-se também a parcela de responsabilidade do Estado, que tem o dever de tomar conhecimento da gravidade do problema do lixo hospitalar e repassar verba suficiente para que assim se possam obter melhores índices de eficiência na prática dos hospitais brasileiros.

## 5. CONCLUSÃO

Com a revisão sistemática buscou-se analisar o gerenciamento de resíduos nos hospitais brasileiros estudados e as práticas existentes, entretanto os resultados obtidos evidenciaram que ainda há muitas falhas nos casos estudados, o que mostra que o gerenciamento de resíduos precisa evoluir muito nos hospitais do Brasil.

A entrevista, a observação e a análise documental realizadas mostraram que o Hospital de grande porte do Distrito Federal não apresenta resultados tão diferentes daqueles apresentados pelos demais. O mesmo possui estrutura física inadequada, além de problemas sérios com a instalação elétrica, que é muito antiga, e produz grande quantidade de lâmpadas queimadas todo ano. Com relação a isso, o DECRETO Nº 9.177, de 23 de outubro de 2017, do

Presidente da República, regulamenta o art. 33 da Lei nº 12.305/10, obrigando fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, entre outros produtos, a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, consideradas as mesmas obrigações imputáveis aos signatários e aos aderentes de acordo setorial firmado com a União.

Nesse sentido, a administração do hospital deve junto à Secretaria de Saúde do Distrito Federal, entrar em contato com a atual empresa fornecedora de lâmpadas para providenciarem as devidas medidas em prol da solução do problema.

Observa-se que falta educação ambiental para todos os envolvidos nos serviços de saúde. Não existe verba para sensibilizar os funcionários com folders, cartazes e treinamentos relacionados à gestão de resíduos, o que leva os gestores responsáveis a tirarem do próprio bolso para tentarem melhorar a gestão de resíduos. Infelizmente o alcance dessas atitudes é mínimo diante do potencial de desenvolvimento da área na possibilidade de a administração pública tomar responsabilidade no empenho da melhoria dos processos logísticos reversos.

Como recomendações a serem propostas ao hospital considerando a atual situação técnica e econômica apresentada e a revisão sistemática surge, em primeiro lugar, a necessidade da administração do hospital realizar uma pesquisa efetiva verificando qual seria o impacto orçamentário da adequação do hospital à legislação existente em relação aos resíduos sólidos, tendo em vista que os três problemas mais sérios são a produção de lâmpadas queimadas, os coletores em não conformidade e a utilização incorreta dos coletores, tanto por trabalhadores, quanto por pacientes e acompanhantes.

Existe um ponto-chave a ser tratado pelo hospital: a elaboração de propostas de educação ambiental e medidas de segurança no ambiente de trabalho, fazendo com que a consciência ambiental passe a ser parte do trabalho dos funcionários, e não só daqueles que lidam diretamente com o lixo, mas também de médicos, enfermeiros, gestores, etc. Um modo de aumentar a adesão dos treinamentos sobre manejo de resíduos seria dando algum tipo de bonificação a cada funcionário participante.

Da mesma forma, o hospital deve se preocupar em conscientizar também os usuários dos serviços de saúde, sobretudo aqueles que estão internados e seus acompanhantes, que ficarão por períodos maiores no hospital. Esse trabalho pode ser realizado através de apresentações teatrais, músicas e panfletos, por exemplo.

Observou-se que se as fases de segregação e acondicionamento não forem realizadas de forma correta, a logística reversa é dificultada, e por esse motivo a educação ambiental é essencial na melhoria dos processos. O hospital deve tratar com urgência a questão do acondicionamento do lixo de maneira adequada, evitando assim acidentes ocupacionais, bem como com a sociedade e a natureza.

## REFERÊNCIAS

- [1] Alencar, T. O. S. et al. Descarte de medicamentos: uma análise da prática no programa saúde da família. *Ciência & Saúde Coletiva*, v.19(7), 2157-2166, 2014.
- [2] Alves, M.; Ximenes, M.; Araújo, M. A educação em saúde ambiental nos serviços de saúde do SUS. *Holos*, v.5, 414-429, 2015.
- [3] Avero, S. A. J.; Senhoras, E. M. Logística Reversa como meio de Instrumentalização organizacional do desenvolvimento sustentável. *Revista de Administração de Roraima*, v. 4(1), 152-156, 2014.
- [4] Berto, D. N.; Czykiel, R.; Barcellos, M. D. de. Treinamento sobre resíduos sólidos de serviços de saúde (RSSS) em hospitais de Porto Alegre/RS na percepção de profissionais atuantes. 2012. 22 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: 2012.
- [5] Bilo, B. B. et al. Estratégia educativa sobre manejo de resíduos sólidos de saúde na unidade de terapia intensiva. *Revista Brasileira em Promoção da Saúde*, v. 29(2), 163-171, 2016.
- [6] Brasil. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015*. São Paulo, 2015.
- [7] Brasil. Ministério do Meio Ambiente. *Política Nacional de Resíduos Sólidos*. Brasília, 2010.
- [8] Brasil. Ministério do Meio Ambiente. *Resolução n. 358*. Brasília, 2005.
- [9] Brasil. Ministério do Meio Ambiente. *Resolução n. 306*. Brasília: 2004.

As notícias divulgadas pela mídia nos últimos anos têm mostrado certa ineficiência no repasse de verbas para o setor de saúde. É muito complicado fazer reformas para adequar o hospital à legislação e até comprar lixeiras e sacos plásticos para o acondicionamento de resíduos, sem a boa distribuição da verba pública.

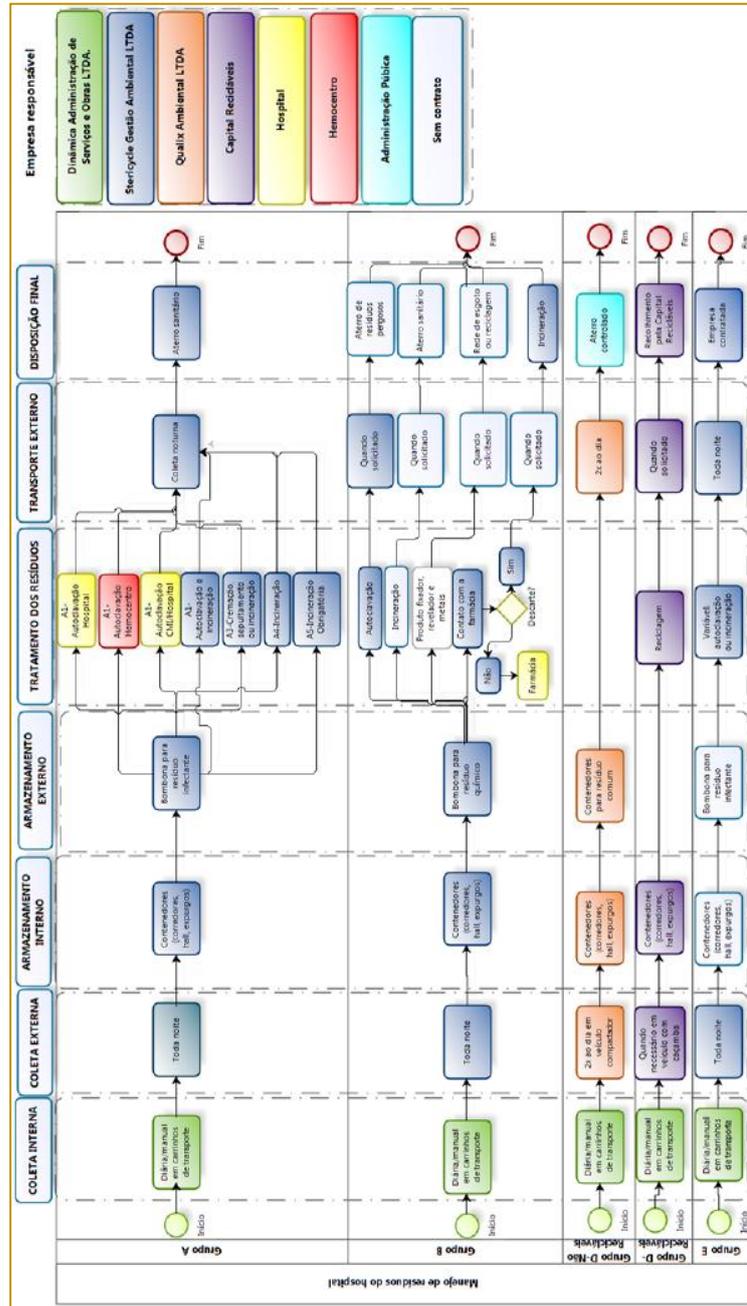
Infelizmente, este não é um fato que tem ocorrido apenas na área da saúde pública. O Brasil ainda precisa melhorar muito no que tange à gestão, principalmente quando se trata de recursos financeiros. Enquanto os interesses individuais forem mais importantes que os interesses coletivos, o país sofrerá com o atraso em todas as esferas.

- [10] Chaerul, M.; Tanaka, M.; Shekdar, A. V. A system dynamics approach for hospital waste management. *Waste Management*, v. 28(2), 442-449, 2008.
- [11] Cronin, P., Ryan, F., Coughlan, M. Undertaking a literature review: a step-by-step approach. *British Journal of Nursing*, v. 17(1), 38-43, 2008.
- [12] Diaz, P. S. et. al. Gerenciamento de resíduos: estudo descritivo-exploratório no pronto-socorro de um hospital-escola. *Online Brazilian Journal of Nursing*, v.12(4), 964-974, 2013.
- [13] Doi, K. M.; Moura, G. M. S. S. Resíduos sólidos de serviços de saúde: uma fotografia do comprometimento da equipe de enfermagem. *Revista gaúcha de enfermagem*, v.32(2), 338-344, 2011.
- [14] Leite, P. R. *Logística reversa: meio ambiente e competitividade*. 2ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- [15] Lui, C. L. C. et al. Logística reversa: como reaproveitar placas de petri no fluxo de trabalho de um laboratório de microbiologia. *Revista Inovação, Projetos e Tecnologias*, v. 3(1), 111-126, 2015.
- [16] Nazar, M.W.; Pordeus, I.A.; Werneck, M. A. F. Gerenciamento de resíduos sólidos de odontologia em postos de saúde da rede municipal de Belo Horizonte, Brasil. *Revista Panamericana de Salud Publica*, v. 17(4), 237- 242, 2005.
- [17] Nogueira, D. N. G.; Castilho, V. Resíduos de serviços de saúde: mapeamento de processo e gestão de custos como estratégias para sustentabilidade em um centro cirúrgico. *Revista de Gestão*, v.23, 362-374, 2016.
- [18] Oliveira, C. et al. Gestão de resíduos de serviços de saúde: avaliação dos procedimentos adotados no hospital da cidade de Guaporé-RS. *Holos*, v.2, 251-260, 2013.

- [19] Rêgo, G. S. Diagnóstico preliminar do sistema de gestão de resíduos de serviços de saúde da liga norte riograndense contra o câncer : policlínica. *Holos*, v(4), 72-77, 2014.
- [20] Reis, C. C. C. et al. Procedimento de registro dos parâmetros intervenientes na logística reversa em uma farmácia hospitalar. *Exacta*, v.15(3), 383-393, 2017.
- [21] Rizzon, F.; Nodari, C. H.; Reis, Z. C. Desafio no gerenciamento de resíduos em serviços públicos de saúde. *Revista de Gestão em Sistemas de Saúde*, v. 4(1), 40-54, 2015.
- [22] Rufino, N. A.; Jales, E.; Monteiro, C. B. Implantação do programa de gerenciamento de resíduo em um hospital psiquiátrico. *Revista de Pesquisa: Cuidado é fundamental online*, número suplementar dos 120 anos da EEAP/Unirio, 682-684, 2010.
- [23] Sales, C.C.L. et al. Gerenciamento de resíduos sólidos dos serviços de saúde: aspectos do manejo interno no município de Marituba, Pará, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 14(6), 2231-2238, 2009.
- [24] Schneider, V. E. et al. Sistemas de Informações Gerenciais (SIG): ferramenta de monitoramento de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde(RSS) e dos custos de tratamento. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v.2(1), 166-188, 2013.
- [25] Silva, E. L.; Meneses, E. M. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. 4. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2005.
- [26] Silva, I. T. S.; Bonfada, D. Resíduos sólidos de serviços de saúde e meio ambiente: percepção da equipe de enfermagem. *Revista da rede de Enfermagem do Nordeste*, v.13(3), 650-657.
- [27] Sousa, J. M.; Mendonça, P. S. Avaliação do gerenciamento de resíduos sólidos no Hospital Universitário de Brasília. 2014. 50 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso(Bacharelado em Gestão em Saúde Coletiva) - Universidade de Brasília. Brasília: 2014.
- [28] Tivirolli, K.; Tivirolli, S.; Skowronski, J. Gerenciamento dos resíduos em três hospitais públicos do Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira em Promoção da Saúde*, v. 23(3), 213-220, 2010.
- [29] Zajac, M. A. L. et al. Logística Reversa de Resíduos da Classe D em Ambiente Hospitalar: Monitoramento e Avaliação da Reciclagem no Hospital Infantil Cândido Fontoura. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v.5(1), 78-93, 2016.

ANEXO

Fluxograma 1 — Manejo de resíduos do hospital



Fonte: elaborado pela autora

# Capítulo 14

## MAPEAMENTO E AVALIAÇÃO DE PRÁTICAS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NOS PROJETOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ) CAMPUS MACAÉ

*Victória Fernandes da Silva*

*Isabella Arlochi de Oliveira*

*Bruno Neves Amado*

*Luan Santos*

**Resumo:** As universidades possuem a missão de produzir e transmitir conhecimento científico. São nestes ambientes que são fomentados os estudos, debates, atividades extracurriculares como projetos acadêmicos e iniciação científica, tornando a construção do saber um processo coletivo e dinâmico. Após o início das primeiras discussões a respeito do meio ambiente em meados do século XX, disciplinas relacionadas a esse tema foram adicionadas aos planos de ensino no meio acadêmico, tal como ocorreu na Universidade Federal do Rio de Janeiro campus Macaé (UFRJ-Macaé). Neste sentido, o presente artigo teve como objetivo realizar o mapeamento, por meio da utilização de um questionário, e a avaliação sobre como os 13 projetos acadêmicos e de extensão das Engenharias da UFRJ-Macaé trabalham o conceito de desenvolvimento sustentável em suas práticas cotidianas, seus conhecimentos, bem como ações relacionadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). O estudo mostrou que a maioria dos projetos leva em consideração frequentemente questões socioambientais em seus planejamentos e definição de diretrizes, porém ainda há diversas oportunidades de melhorias a serem implementadas, de modo que os projetos, atuando de maneira extensionista e se utilizando da infraestrutura fornecida pela universidade, podem causar maiores impactos na sociedade na qual estão inseridos, promovendo a inovação e o empreendedorismo.

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o tema ambiental tem estado em voga devido à crescente necessidade de se repensar a exploração dos recursos naturais, conferindo à humanidade uma existência menos excessiva e mais sustentável. As primeiras advertências e linhas de pensamento iniciaram em 1962 e 1972 com as publicações dos livros *Silent Spring*, da bióloga e ecologista Rachel Carson, e *The Limits to Growth*, de Donella Meadows et al. Essas publicações foram alicerces para o início da difusão da consciência ambiental e que culminaram em muitas conferências sobre o meio ambiente, nas quais questões sociais, econômicas e ambientais passaram a ser discutidas.

Em setembro de 2015, líderes mundiais se reuniram na sede da Organização das Nações Unidas (ONU) em Nova York e elaboraram a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Essa agenda funciona como um plano de ação coletivo em que estão presentes os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que são medidas ambiciosas para cada indivíduo do planeta colocar através de suas ações o mundo em um caminho mais justo, sustentável e seguro. Assim, é evidente que questões como a erradicação da pobreza, proteger o meio ambiente e enfrentar as mudanças climáticas, garantindo a qualidade de vida e bem-estar para as gerações futuras são responsabilidades de todos.

De acordo com Araújo (2004), o papel da educação superior nas discussões sobre sustentabilidade vai além da relação ensino/aprendizagem vista em salas de aula. Ela avança no sentido de projetos extraclasse envolvendo a comunidade do entorno, visando soluções efetivas para a população local, o que reforça a importância do fomento aos projetos acadêmicos (extensão, empresa júnior, equipes de competição) alinhados à temática de desenvolvimento sustentável nas universidades. Afinal, com essas atividades os discentes colocam em prática toda teoria aprendida, produzem conhecimento científico e tecnológico e impactam não só suas vidas pessoais e profissionais, mas também todo o meio acadêmico e a sociedade civil.

Neste contexto, encontra-se a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) Campus Macaé que, embora seja um campus recente (10 anos), possui a chancela e a importância de uma das melhores universidades do país.

A UFRJ é referência em ensino, pesquisa e extensão, bem como em inovação tecnológica, tendo visibilidade nacional e internacional. Assim, muitas ideias e atitudes tomadas dentro da universidade ganham proporções significativas, alcançando inúmeras pessoas e servindo de exemplo para outras Instituições de Ensino Superior (IES).

Atualmente, a UFRJ-Macaé conta com diversos projetos acadêmicos o que denota um grande potencial de amadurecimento nas questões socioambientais e na internalização e vivência dos ODS. Logo, o presente artigo objetiva realizar um levantamento dos projetos em andamento nos cursos de Engenharia do Campus UFRJ-Macaé (Engenharia de Produção, Mecânica e Civil) em termos de práticas de desenvolvimento sustentável. Como resultado, foram propostas soluções de possíveis ações que podem ser adotadas pelos projetos a fim de se alinharem aos ODS, inspirando novas atitudes tanto dentro do ambiente universitário quanto para além dessa esfera.

Dessa forma, o artigo está estruturado em 6 seções. A primeira parte refere-se à introdução, na qual é feita uma contextualização do estudo e se apresentam os objetivos do trabalho. Em seguida, a segunda seção trata do referencial teórico, que discutirá os ODS e os projetos de extensão da UFRJ-Macaé. A terceira seção abrange a metodologia utilizada no trabalho e a quarta refere-se à análise dos resultados. Posteriormente, a quinta parte aborda algumas proposições de melhorias que podem ser adotadas pelos projetos citados e, por fim, a sexta seção apresenta o referencial bibliográfico.

## 2. SUSTENTABILIDADE E EXTENSÃO NA UFRJ-MACAÉ

Nesta seção serão brevemente apresentadas discussões sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), além dos projetos de extensão desenvolvidos pela UFRJ-Macaé.

## 2.1. OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)

Alinhada ao tema de desenvolvimento sustentável, a Organização das Nações Unidas (ONU) e seus 191 Estados-Membros estabeleceram, em 2000, um pacto global chamado Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) com foco para as nações em desenvolvimento e definido a partir da Declaração do Milênio. Esse pacto propôs metas até 2015 para a construção de um futuro melhor para a humanidade de modo a tornar o mundo um lugar mais justo, solidário e melhor para se viver.

Com o fim do prazo para implementação dos ODM em 2015, os países integrantes da ONU se reuniram na sede da organização, em Nova York, e decidiram um plano de ação para erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir que as pessoas alcancem a paz e a prosperidade. Trata-se da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que contém 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Dessa forma, em pronunciamento oficial Helen Clark, ex-administradora do PNUD citou, em relação às discussões sobre estes novos objetivos, que todos os avanços obtidos com os ODM só ocorreram devido ao foco, financiamento e ação de cada um dos países. Afirmou também que, além dos trabalhos ainda incompletos com relação aos ODM, existem grandes desafios a serem superados pela nova agenda global. “Os novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável orientarão o desenvolvimento para os próximos quinze anos, oferecendo uma oportunidade de atender aspirações globais dos cidadãos para um futuro mais pacífico, próspero e sustentável.” (PNUD, 2015).

Assim, os ODS foram aprovados em 2015 após um processo de consulta global que iniciou em 2013 a partir do documento “O Futuro que Queremos” estabelecido na Rio+20. Esse processo foi muito amplo e envolveu instituições, organizações, empresas privadas, academia, mídia e sociedade civil, permitindo assim uma variedade de experiências e perspectivas.

Portanto, verifica-se que a construção dos 17 ODS alinhou tanto os processos dos ODM, quanto os resultantes da Rio+20 e, por isso, é tão abrangente e integrador. No total, são 17 objetivos e 169 metas divididos em 5 grandes áreas: pessoas, planeta, paz, prosperidade e

parcerias em que o foco principal está fundamentado nos três pilares do desenvolvimento sustentável: social, ambiental e econômico.

Por fim, de acordo com Santos (2017), é importante destacar que, a efetiva implementação dos 17 ODS deve estar acompanhada de um conjunto de indicadores e ferramentas bem estruturadas de modo a auxiliar o planejamento de políticas públicas em todas as esferas e níveis governamentais. Tal esforço também contribui para monitorar o progresso e garantir transparência e responsabilização de todas as partes envolvidas, incluindo o setor privado e a sociedade civil.

## 2.2. A UFRJ E OS PROJETOS DE EXTENSÃO DA UFRJ-MACAÉ

A Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) é referência nacional no meio acadêmico, sendo a primeira e maior universidade federal do país. Criada em 1920, aproxima-se atualmente de seu centenário, buscando ao longo desta história prover ensino de qualidade e construir uma sociedade justa, moderna e competitiva. Sua tradição e qualidade se refletem na classificação como melhor universidade federal do Brasil no QS World University Rankings de 2015 e no Ranking Universitário da Folha de São Paulo (RUF), em 2017.

A UFRJ está instalada principalmente na cidade do Rio de Janeiro, porém possui atuação em 10 municípios do Estado, incluindo Macaé, onde se faz presente desde a década de 1980 por meio da consolidação do Núcleo em Ecologia e Desenvolvimento Socioambiental de Macaé (NUPEM). Fisicamente, a universidade está disposta em Macaé em três polos, quais sejam, Universitário, Barreto e Ajuda, com cerca de 2.357 alunos de graduação matriculados nos onze cursos de graduação e três cursos de pós-graduação oferecidos, além de mais de 248 professores que circulam no local. Apesar da UFRJ estar presente há pouco tempo na cidade, apenas 10 anos, seu desenvolvimento no local tem sido notório, devido à excelência de docentes, pesquisadores, técnicos e um corpo discente cada vez mais engajado e participativo.

O levantamento desse estudo foi aplicado a treze projetos do curso de Engenharia da UFRJ-Macaé e as informações presentes

nessa seção foram coletadas tanto no questionário ao qual os integrantes dos respectivos grupos responderam, quanto em entrevistas com os membros.

- Catena Consultoria: fundada em 2014, a Catena Consultoria é a Empresa Júnior da Universidade Federal do Rio de Janeiro – Campus Macaé. É constituída por discentes dos cursos de Engenharia Produção, Mecânica e Civil. A Catena presta serviços de consultoria e conta com o auxílio de professores experientes. Trata-se de uma instituição sem fins lucrativos, com o intuito de fomentar o espírito empreendedor, desenvolvendo habilidades técnicas, acadêmicas, pessoais e profissionais de seus membros através da elaboração de projetos para empresas e entidades no geral e pela vivência adquirida no ambiente empresa-universidade.

- PET Engenharias Macaé: o Programa de Educação Tutorial (PET) Engenharias da UFRJ Macaé foi criado em março de 2017. A atuação do PET se subdivide em diversas atividades de ensino, pesquisa e extensão, em áreas como arduino, compósitos, Excel, Computacional Fluid Dynamics (CFD) e ensino de conceitos de física. Assim, são desenvolvidas palestras, cursos, oficinas, pesquisas acadêmicas e ações de extensão como, por exemplo exposições de experimentos e cursos para alunos da escola pública e ações sociais. Além disso, o PET também promove oficinas sobre energias renováveis, que possuem embasamento teórico exposto aos alunos e parte prática, demonstrando o funcionamento das ferramentas que compõem seus sistemas de captação e produção de energia.

- Mentes à obra: o projeto Mentes à Obra, criado em março de 2015, tem como principal atividade a realização de reformas em instituições filantrópicas sem fins lucrativos. O programa promove a oportunidade de colocar em prática conhecimentos adquiridos pelos discentes em sala de aula, permitindo-lhes a transformadora experiência de participar de um processo de projeto de Engenharia do início ao fim e proporcionando-lhes um aprendizado que vai além de conhecimentos técnicos e teóricos.

- Centro Interativo de Divulgação Científica (CIDC): criado em 2013, o CIDC consiste em um espaço não formal de ensino, voltado para a divulgação científica ao público leigo. Atualmente, o centro é composto apenas por alunas (engenheiras), mostrando sintonia com a tendência recente da inserção feminina nos espaços acadêmicos. O projeto já apresentou para diversas escolas municipais e particulares da região em eventos como Inverno com Ciência e SIAC.

- Petrus: fundada em 2014, a Petrus é a primeira equipe do projeto Fórmula SAE Brasil da Universidade Federal do Rio de Janeiro Campus Macaé e de toda a região. Foi criada por iniciativa dos alunos e conta com o apoio de docentes do Campus Macaé. O desafio de desenvolver e montar um carro de fórmula 1 motivou os discentes do curso de engenharia a formarem a equipe para a elaboração do protótipo e posterior participação na competição.

- Ali Babaja: teve seu início em 2014 e é a primeira equipe de competição universitária de Baja SAE da região Norte Fluminense. O grupo é composto por estudantes de engenharia e tem como objetivo a construção de um veículo off-road, monoposto e robusto. Os alunos são responsáveis pelo desenvolvimento de todo o projeto, desde a parte teórica até a montagem, tendo autonomia para alterar a estrutura, materiais utilizados, otimizar os subsistemas mecânicos (direção, freio, transmissão e suspensão) do veículo, bem como a aquisição de patrocínio.

- 1/14 Bees: a equipe foi criada em 2017 e visa construir um avião radiocontrolado de escala reduzida para representar a UFRJ-Macaé no torneio SAE AeroDesign. Além disso, o grupo está comprometido em exercer atividades de extensão voltada para a comunidade macaense com temáticas que abordam os conceitos físicos e matemáticos trabalhados na confecção do projeto.

- Equipe Fernando Amorim: a Equipe Fernando Amorim, a qual teve seu início em 2014, é formada por alunos das engenharias da UFRJ-Macaé. A principal atividade da equipe é projetar e desenvolver embarcações

movidas a energia solar. Organiza-se em três setores, Administrativo, Elétrico e Mecânico.

- Liga de Investimentos de Macaé (LIMAC): a LIMAC foi criada em 2017 e se trata de um projeto direcionado por alunos de graduação da UFRJ-Macaé. Possui como principal finalidade aproximar e fornecer capacitação a seus estudantes sobre assuntos de mercado financeiro e investimentos através de grupos de estudo, cursos, palestras, competições e outros eventos.

- A.A.A. Engenharia UFRJ Macaé: a Associação Atlética Acadêmica Engenharia UFRJ-Macaé surgiu em 2014 com o intuito de trazer para o Polo Universitário o mundo de competições e esportes. Iniciou suas atividades com treinos semanais e em 2015 participou da sua primeira competição esportiva.

- Centro de Referência em Inovação para Operações Sustentáveis (CRIOS): trata-se de um laboratório criado em abril de 2016 e fisicamente localizado no Campus Macaé junto aos cursos de Engenharia. A principal atividade do projeto é o gerenciamento do Laboratório de Empreendedorismo e Inovação, Incubadora de Empresas e Espaço de Coworking. O CRIOS tem como missão desenvolver as capacidades empreendedoras da UFRJ-Macaé e transformar sua região de influência em um ecossistema de empreendedorismo e inovação.

- Aprenda Programar Jogando: o projeto foi criado em 2016 e seu objetivo é apresentar conceitos de programação e computação, além de mostrar às crianças e jovens que é possível que eles sejam criadores das tecnologias que utilizam no dia a dia. Nas atividades realizadas pelo projeto, as crianças e jovens podem criar jogos e aplicativos para smartphones e tablets.

- Inovar e Aprender: o projeto, que surgiu em maio de 2014, visa desenvolver o conhecimento tecnológico de alunos da rede municipal de ensino através de kits educacionais. Nesse sentido, a iniciativa utiliza-se dos conjuntos de robótica da Lego Education para estimular o aprendizado da programação em blocos, orientando os jovens

participantes para a solução de problemas reais em menor escala nas competições promovidas.

### 3. METODOLOGIA

Nesta seção são apresentados o método de estudo utilizado, a justificativa para tal e os procedimentos para coleta de informações.

#### 3.1. MÉTODO DE PESQUISA

O estudo adotou como modelo de pesquisa o levantamento de dados, orientado pela necessidade de determinar o comportamento de uma população, tomando o conhecimento direto da realidade estudada em uma interpretação mais livre (GIL, 2008). Assim, para a seleção da população, foi tomado o campus da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), da cidade de Macaé, com a consideração da totalidade dos projetos acadêmicos no eixo das engenharias contempladas, quais sejam Produção, Mecânica e Civil.

#### 3.2. INSTRUMENTO E COLETA DE DADOS

Este trabalho considerou a coleta de dados junto aos membros dos projetos analisados através de um formulário elaborado na ferramenta Google Forms e enviado por meio eletrônico a todos (um total de 13 discentes), em 25/02/2018, de modo a verificar o conhecimento que os integrantes dos projetos possuíam sobre desenvolvimento sustentável e o comprometimento com práticas voltadas para tal.

No instrumento de coleta, solicitou-se aos pesquisados dados que justificassem a presença ou ausência de ações para as diversas questões que permeiam o conceito de desenvolvimento sustentável. Foram tratados os seguintes pontos: inserção de práticas sustentáveis na formulação das estratégias da equipe; concepção dos resultados sociais, econômicos e ambientais gerados; quais atividades são consideradas importantes para a melhoria do desempenho ambiental do projeto; identificação das vantagens e obstáculos na implementação de políticas sustentáveis; reconhecimento de ações tomadas acerca de rejeitos, resíduos e recursos naturais; investimento em tecnologias para redução dos impactos causados; capacitação em educação ambiental dos seus membros para

aperfeiçoamento contínuo dos processos; conhecimento sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e abrangência destes nos projetos, assim como ações para alcançá-los e perspectivas de implementação de ações sustentáveis ao longo do ano.

### 3.3. TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

A avaliação dos dados ocorreu por meio de tabulação dos mesmos, utilizando a ferramenta Excel, para realização do comparativo entre os projetos e análise do alcance dos impactos do campus. Ressalta-se que a pesquisa não apresentou dados faltosos, uma vez que os respondentes eram impossibilitados de enviar o questionário, caso alguma pergunta não fosse respondida.

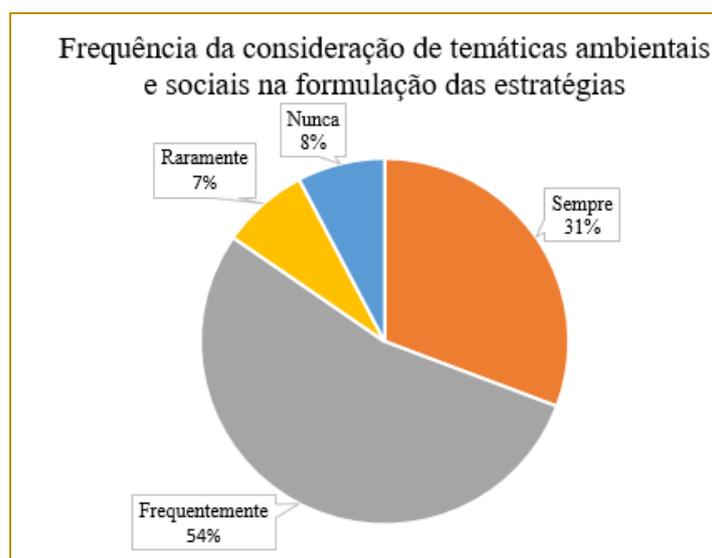
## 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Dos 13 projetos acadêmicos selecionados do curso de Engenharia da UFRJ-Macaé todos responderam ao questionário proposto, havendo, assim, 100% de aproveitamento na aplicação deste formulário.

De posse dos resultados dos questionários, o cruzamento dos dados obtidos possibilita um melhor entendimento acerca do atual panorama dos projetos quanto ao desenvolvimento sustentável, suas principais ações de cunho socioambiental e oportunidades de melhorias nesta área.

Os dados revelaram que, mais da metade dos projetos (54%), consideram, frequentemente, questões socioambientais em seus planejamentos e definições de estratégias e 31% afirmaram sempre levar em conta essas temáticas.

Gráfico 1. Frequência da consideração de temáticas ambientais e sociais na formulação de estratégias

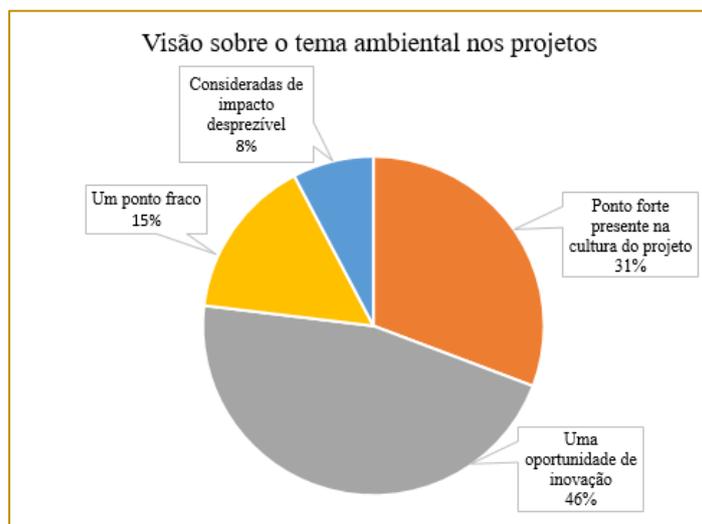


Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do questionário

Como esperado, a maior parte dos projetos enxerga o tema do meio ambiente como uma oportunidade de melhoria e inovação e apenas um projeto considerou suas atividades como de impacto desprezível.

Essa resposta pode indicar a necessidade de revisão dos processos realizados por este projeto, afinal sempre existem pontos a serem otimizados.

Gráfico 2. Visão sobre o tema ambiental nos projetos

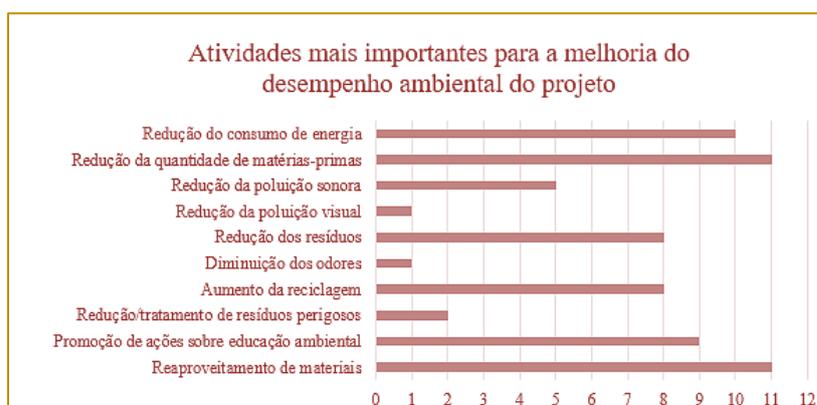


Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do questionário

Para a melhoria do desempenho ambiental dos projetos acadêmicos, os fatores que se mostraram de maior relevância foram: redução da quantidade de matérias-primas utilizadas, redução do consumo de energia e reaproveitamento de materiais. Esse resultado, presente no Gráfico 3, demonstra a preocupação com a redução, reutilização e reciclagem dos insumos utilizados nos processos realizados pelos projetos e com a economia de energia, que é de grande importância para todos, desde os que realizam atividades mais práticas aos com um viés mais teórico.

De acordo com as respostas, as principais vantagens na implementação de políticas sustentáveis nos projetos da universidade são: desenvolvimento e incentivo às soluções ambientais, redução e controle de custos, demonstração pública do compromisso relativo à gestão ambiental e a preocupação com o futuro de um planeta mais sustentável, seguro e justo. Deste modo, é evidente que muitos se interessam pelo âmbito socioambiental pela possibilidade de redução de despesas, mesmo que seja necessário um investimento e o retorno aconteça em longo prazo.

Gráfico 3. Atividades consideradas mais importantes para a melhoria do desempenho ambiental do projeto



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do questionário

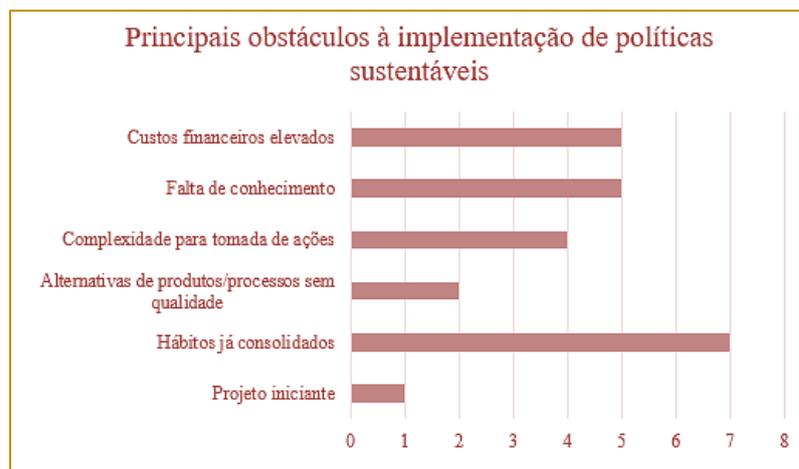
Como apresentado no Gráfico 4 a seguir, nota-se que o maior empecilho para a implantação de políticas sustentáveis são os

hábitos já consolidados nos projetos e a falta de conhecimento. Assim, a quebra de paradigma é importante para que os

integrantes mudem seu mindset, comecem a estudar pontos de melhoria e a executar modificações em suas estruturas em prol de

atitudes que promovam impactos positivos no meio ambiente.

Gráfico 4. Principais obstáculos à implementação de políticas sustentáveis



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do questionário

Mais da metade dos respondentes (54%) afirmaram que seus projetos executam atividades contínuas de impacto social. Isso evidencia o alcance que as atitudes tomadas pelos discentes podem ter na sociedade. Um exemplo disso foi a campanha de doação realizada em dezembro de 2017 para a Casa do Idoso, entidade filantrópica do município, a qual reuniu todos os projetos estudados nesse levantamento e obteve sucesso na adesão do corpo acadêmico, colaborando para o desenvolvimento da instituição. Dessa mesma forma, a partir da inserção da educação ambiental na agenda universitária e a consequente difusão desses conhecimentos, seria possível o estabelecimento de ações e projetos específicos voltados para o desenvolvimento sustentável da comunidade.

Quanto aos resíduos gerados pelas atividades realizadas, 69% deles alegaram possuir externalidades negativas compreendidas em: papéis, jornais, plásticos, restos de metais, madeira, tintas e resinas. Além disso, a maioria dos projetos não possui indicadores que permitam estimar a quantidade de resíduos produzida semanalmente por suas tarefas. Quanto ao descarte dos resíduos, 56% possuem ações para dar um destino adequado a eles e 78% não possuem programas para minimização dos mesmos, o que nitidamente é uma questão a ser analisada. Os que possuem,

reaproveitam ao máximo os materiais ou doam o que ainda é útil.

No que diz respeito ao consumo de recursos naturais, apenas 23% dos pesquisados afirmaram conseguir estimar tal quantidade e que tomam atitudes para aumento da eficiência dos processos, a fim de minimizar os impactos. Além disso, 89% das respostas foram negativas quanto ao conhecimento da quantidade de resíduos gerados semanalmente pelas atividades dos projetos. Tais fatos corroboram a estatística de 77% dos grupos que não definem a responsabilidade pela gestão ambiental, tendo-a em segundo plano nas diretrizes das equipes e que não investem em tecnologia para melhor aproveitamento dos recursos, apesar de 69% das equipes possuírem políticas de desenvolvimento e capacitação, visando o aperfeiçoamento contínuo dos seus membros.

Por fim, 77% dos projetos declararam não conhecer os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), dado que evidencia as oportunidades de melhorias que podem ser implementadas, a partir da educação ambiental do corpo acadêmico. Segundo o levantamento, as equipes que possuem conhecimento sobre o assunto responsabilizam-se principalmente pelos ODS 4, 8, 9, 12 e 17 – educação de qualidade; trabalho decente e crescimento econômico; indústria, inovação e tecnologia; consumo e produção responsáveis e parcerias e meios

de implementação – ressaltando a percepção da necessidade de integração da educação com o uso da tecnologia para atingir o desenvolvimento sustentável.

## 5. PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS E PRINCIPAIS CONCLUSÕES

A pesquisa realizada com os projetos de extensão permitiu observar o nível de conhecimento apresentado por seus membros acerca do conceito de desenvolvimento sustentável. No entanto, a partir da análise das práticas sustentáveis realizadas por estes e do levantamento dos projetos presentes na Cidade Universitária, verifica-se a gama de possibilidades para que os grupos, atuando de maneira extensionista e utilizando-se da infraestrutura fornecida pela universidade, possam causar maiores impactos na sociedade na qual estão inseridos, promovendo a inovação e o empreendedorismo.

Entre as perspectivas de implementação de melhorias para este ano, as equipes destacaram a utilização sustentável da energia investida em seus produtos (bens ou serviços) e o investimento em formas simples de redução e reutilização de insumos como papel e material utilizado em experimentos e projetos. Além disso, atitudes básicas, desde

que a cultura de educação ambiental seja implementada, podem ser incentivadas pelos grupos, dada a visibilidade destes no ambiente acadêmico. Por exemplo, pode-se utilizar folhas recicladas para impressão, promover a implantação de checklists nos laboratórios e salas ocupadas pelos grupos de modo a verificar práticas sustentáveis e, assim, reduzir o consumo de energia. Esse checklist poderia ser útil para certificar-se de que as luzes de um determinado ambiente foram apagadas ou se o ar condicionado foi devidamente desligado ao final do dia ou quando o local estiver vazio. Tratam-se de atitudes simples, mas que impactam positivamente o meio ambiente e estimulam uma mudança cultural mais alinhada aos ODS.

Por tudo isso, confirma-se que a integração dos conhecimentos de engenharia e educação ambiental é capaz de promover uma sociedade mais justa e voltada para o desenvolvimento sustentável. Além disso, o processo de desmistificação do saber contido no ambiente acadêmico afirma-se, por meio de práticas simples implementadas visando a melhoria contínua e o alinhamento aos ODS, como forte agente de mudança dos sistemas de produção e formas de consumo atuais.

## REFERÊNCIAS

[1] Carson, R. Silent spring. Boston: Houghton Mifflin Company, 1962.

[2] Meadows, Donella H. The Limits to Growth; a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind. New York: Universe Books, 1972.

[3] Pnud. Por que os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável interessam? No dia em que representantes de Estado de todo o mundo se reúnem para discutir o futuro do planeta, Helen Clark cita desafios como erradicação da pobreza e fome em artigo. PNUD, 25 de setembro de 2015. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/Noticia.aspx?id=4154>>. Acesso em: 03 nov. 2015.

[4] Santos, L.; Santos, T. Os ODS e seus indicadores: novas classes gramaticais, uma mesma morfologia. Pontes, vol 13, n. 2, 2017.

[5] Araújo, M. I de O. A universidade e a formação de professores para a educação ambiental. Revista Brasileira de Educação Ambiental, Brasília, n. 0, p.71-78, nov. 2004.

[6] Onu – Organização das Nações Unidas. Declaração do Milênio. Nova York, 6-8 de Setembro de 2000. Disponível em: <<https://www.unric.org/html/portuguese/uninfo/DecdoMil.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2018.

[7] Campus UFRJ-Macaé: Apresentação. Disponível em: <<http://www.macaee.ufrj.br/index.php/2016-02-15-16-00-04/2016-02-22-14-38-42>>. Acesso em: 25 fev. 2018.

[8] Gil, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 6ª Ed. São Paulo: Atlas S. A., 2008.

# Capítulo 15

## *AVALIAÇÃO DA PEGADA HÍDRICA DE IMPORTAÇÃO NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DOS ESTADOS DA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL*

*Rodolfo José Sabiá*

*Thais Aparecida Ribeiro Clementino*

*Luis Gabriel de Alencar Alves*

*Caio Vinicius de Araujo Ferreira Gomes*

**Resumo:** Em decorrência da importação de produtos originados de outras nações para dentro do Brasil, existe uma grande quantidade de água indireta a cada produto importado pelo país, sejam eles produtos básicos, manufaturados ou semimanufaturados. Entender o porquê de haver um consumo indireto da água é muito importante para a sustentabilidade da nação e suas respectivas bacias hidrográficas, e dessa forma, avaliar e utilizar indicadores de sustentabilidade irão viabilizar o uso correto dos recursos hídricos. O trabalho tem por objetivo analisar e quantificar a pegada hídrica dos produtos agrícolas importados pelos estados da Região Nordeste do Brasil, no ano de 2017. Foram avaliados todas as pegadas hídricas dos produtos referentes as atividades agrícolas. O fluxo de água foi comparado com a capacidade atual (2018) de armazenamento de água das 12 bacias hidrográficas do estado do Ceará, revelando em termos da gestão dos recursos hídricos, que é mais sustentável importar produtos para o Nordeste brasileiro. Foi-se obtido que 13,81% da capacidade atual de todos os reservatórios do estado do Ceará são destinados apenas ao abastecimento humano, de todos os habitantes, por um período de um ano, e que 92,57% corresponde a capacidade dos mesmos reservatórios para suprir a pegada hídrica de importação em cima de todo o volume atual dos açudes do Ceará, mostrando assim que há uma necessidade de importar produtos ao invés de produzi-los no próprio estado.

## 1. INTRODUÇÃO

A sociedade vivencia hoje um desequilíbrio entre os recursos naturais e o crescimento populacional, sendo a água o fator preponderante de conflitos no século vigente. Sabe-se que a bacia hidrográfica é a unidade fundamental para a contextualização da água na sociedade e seu respectivo equilíbrio, porém na atualidade, se extrapola essa visão fazendo com que surja uma nova vertente que aponta a importância da água para o desenvolvimento econômico, social e ambiental, através do fluxo de água virtual e da pegada hídrica proveniente de outras bacias hidrográficas nacionais e internacionais, constatando-se a sua relevância frente ao uso direto convencionalmente entendido como apropriação de água pela maioria da população. Apesar do uso direto da água estar presente na disponibilidade da água superficial e subterrânea, e ser responsável pela maioria das atividades de abastecimento, agricultura e indústria, o uso indireto da água representa um fator de maior dimensão, que no cotidiano não é apresentado de modo transparente mas, participa do processo produtivo de qualquer bem ou produto.

É nessa perspectiva que o trabalho avalia e quantifica a pegada hídrica dentro de uma área delimitada geograficamente. O nordeste brasileiro possui nove (9) estados constituídos por: Ceará, Bahia, Pernambuco, Maranhão, Alagoas, Piauí, Paraíba, Rio Grande do Norte e Sergipe, que participou com 12,89% das importações totais do Brasil no ano de 2017, conforme o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC). Vale a pena salientar que foram avaliados os produtos básicos, manufaturados e semimanufaturados provenientes das atividades de produção primária, sendo exportados por países como China, Estados Unidos, Argentina, Alemanha, Chile, dentre outros. O fluxo de água virtual importada foi comparado com a capacidade total e atual de armazenamento dos reservatórios do estado do Ceará, por se tratar de um estado que é referência no armazenamento de água, visto a localização do nordeste brasileiro e a sua consequente periodicidade do fenômeno da seca.

A pegada hídrica pode ser considerada como um indicador abrangente da apropriação de recursos hídricos, vis a vis ao conceito tradicional e restrito de captação de água. A pegada hídrica de um produto é o volume de

água utilizado para produzi-lo, medida ao longo de toda a cadeia produtiva (HOEKSTRA et al., 2011). Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo analisar e quantificar a pegada hídrica dos produtos agrícolas importados pelos estados da Região Nordeste do Brasil, de acordo com os indicadores de sustentabilidade pegada hídrica azul, verde e cinza e subsidiar a discussão de políticas públicas para o equacionamento do fluxo de água virtual, entrada e saída de água das bacias hidrográficas, bem como fomentar a conscientização da população do nordeste brasileiro e a importância para o uso racional da água e adoção de práticas ecologicamente corretas, que proporcionem a manutenção da água direta e o menor uso da água indireta.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Em escala global, a maior parte da retirada de água no mundo é para o setor agrícola, com diferenças entre os países dependendo da relevância do setor agroalimentar na economia. A água virtual e a pegada hídrica podem ser úteis para expressar o impacto sobre os recursos hídricos de cada processo de produção e o bem com o objetivo de levar a um uso sustentável da água em nível global. O comércio internacional pode estar ligado aos fluxos de água virtuais, na verdade, através da importação de commodities, os países pobres em água podem economizar seus próprios recursos hídricos (LAMASTRA et al., 2017).

A água desempenha um papel fundamental para sustentar a sobrevivência de qualquer ecossistema e sustentar o desenvolvimento de qualquer sociedade. Ao contrário de outros recursos naturais, a água cumpre um alto número de funções para as quais não há substituto. A escassez hídrica é uma das questões ambientais mais preocupantes que o mundo enfrenta hoje e continuará enfrentando em um futuro próximo (ALLEN, 1998), especialmente nas regiões áridas e semiáridas do mundo onde a escassez de água é um fator limitante (ou até mesmo um constrangimento) para o desenvolvimento econômico, e onde os desafios da água e alimentos são particularmente urgentes. Apesar de a água ser um recurso renovável, sua disponibilidade é ditada por uma variedade de fatores exógenos e endógenos, que estão sujeitos a uma variabilidade

considerável: diversas dotações de água ao longo do tempo e do espaço, diversas condições climáticas, padrões irregulares de chuvas e assim por diante (FRACASSO; SARTORI; SCHIAVO, 2016).

## 2.1 PEGADA HÍDRICA E ÁGUA VIRTUAL

A pegada hídrica de um produto é o volume de água utilizado para produzi-lo, medida ao longo de toda cadeia produtiva. É um indicador multidimensional, que mostra os volumes de consumo de água por fonte e os volumes de poluição pelo tipo de poluição, todas as componentes de uma pegada hídrica total são especificadas geográfica e temporalmente. A pegada hídrica azul de um produto refere-se ao consumo de água azul (superficial e subterrânea) ao longo de sua cadeia produtiva. “Consumo” refere-se à perda de água (superficial ou subterrânea) disponível em uma bacia hidrográfica. A perda ocorre quando a água evapora, retorna a outra bacia ou ao mar ou é incorporada em um produto. A pegada hídrica verde refere-se ao consumo de água verde (água de chuva, desde que não escoe). A pegada hídrica cinza refere-se à poluição e é definida como o volume de água doce necessário para assimilar a carga de poluentes, a partir de concentrações naturais e de padrões de qualidade da água existentes. A pegada hídrica de um produto é definida como o volume total de água doce que é utilizado direta ou indiretamente em um processo produtivo. Sua estimativa é feita com base no consumo e na poluição da água em todas as etapas da cadeia produtiva. O cálculo é semelhante para todos os tipos de produtos, sejam eles derivados dos setores agrícola, industrial ou de serviços. A pegada hídrica de um produto é subdividida nas componentes verde, azul e cinza.

Um termo alternativo para a pegada hídrica de um produto é “conteúdo de água virtual”, mas o significado deste último é mais restrito, isso porque os termos água virtual e água incorporada, no entanto, referem-se ao volume de água incorporado no produto em si, enquanto o termo “pegada hídrica” se refere não somente ao volume, mas também ao tipo de água que foi utilizada (verde, azul, cinza), bem como quando e onde. Portanto, a pegada hídrica de um produto é um indicador multidimensional, enquanto o “conteúdo de água virtual” ou a “água incorporada” refere-

se somente ao volume (HOEKSTRA et al., 2011).

## 2.2 PEGADA HÍDRICA DE UMA ÁREA DELIMITADA GEOGRAFICAMENTE

Os estudos de pegada hídrica podem ter vários propósitos e podem ser aplicados em diferentes contextos. Cada um deles requer uma análise específica e permitirá alternativas diferentes em relação às suposições usadas. Pode-se avaliar a pegada hídrica de diferentes entidades, por isso, é mais importante começar especificando qual a pegada hídrica de interesse. Pode-se estar interessado, por exemplo, na:

- a) Pegada hídrica de uma etapa do processo;
- b) Pegada hídrica de um produto;
- c) Pegada hídrica de um consumidor;
- d) Pegada hídrica de um grupo de consumidores: pegada hídrica de consumidores em um país; pegada hídrica de consumidores em um município, província ou outra unidade administrativa; pegada hídrica de consumidores em uma bacia hidrográfica;
- e) Pegada hídrica dentro de uma área delimitada geograficamente: pegada hídrica dentro de um país; pegada hídrica dentro de um município, província ou outra unidade administrativa; pegada hídrica dentro de uma bacia hidrográfica; pegada hídrica de um negócio; pegada hídrica de um setor de negócios; pegada hídrica da humanidade como um todo.

A disponibilidade de água varia ao longo de um ano e entre anos diferentes. Além da disponibilidade variável da água, a demanda de água também varia no tempo. Deve-se, portanto, usar cautela na avaliação da tendência de uma pegada hídrica ao longo do tempo. Em qualquer estudo sobre pegada hídrica, deve-se explicitar o período de dados utilizado, pois o período escolhido irá influenciar o resultado. Em anos secos, a pegada hídrica azul de um produto agrícola será muito mais alta do que em anos úmidos, pois mais irrigação será necessária. Pode-se escolher calcular as pegadas hídricas de um ano em particular ou um número específico de anos, mas alternativamente pode-se escolher calcular a pegada hídrica em um ano médio, considerando o clima existente (definido como a média ao longo de um período consecutivo de 30 anos). Neste caso,

pode-se combinar diferentes períodos em uma só análise (HOEKSTRA et al., 2011).

## 2.4 PEGADA HÍDRICA DIRETA E/OU INDIRETA

A recomendação geral é incluir as pegadas hídricas direta e indireta. Apesar de as pegadas hídricas diretas serem os focos tradicionais dos consumidores e companhias, a pegada hídrica indireta é geralmente muito maior. Ao abordar somente a pegada hídrica direta, os consumidores negligenciariam o fato de que a maior parte de suas pegadas hídricas está associada aos produtos que eles compram em supermercados ou em outros lugares e não à água que eles consomem em casa. Para a maior parte das empresas a pegada hídrica em sua cadeia produtiva é muito maior do que a pegada hídrica de suas próprias operações. Assim, ignorar este componente pode levar a investimentos em melhorias no uso operacional da água da empresa, enquanto investimentos em aperfeiçoamentos na cadeia poderiam ser mais custo-efetivos (HOESKSTRA et al., 2011).

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

Bacia hidrográfica é uma área onde toda chuva que cai drena, por riachos e rios secundários, para um mesmo rio principal, localizada num ponto mais baixo de paisagem sendo separada das outras Bacias por uma linha divisória denominada divisor de água. O estado do Ceará, segundo o Plano Estadual dos Recursos Hídricos, está dividido em 12 Bacias Hidrográficas (COGERH, 2018).

A região hidrográfica, por sua vez, é composta por uma ou mais bacias hidrográficas contíguas e pelas águas subterrâneas e costeiras a elas associadas. Cada região hidrográfica constitui uma divisão administrativa e constitui a unidade principal de planejamento e gestão das águas, que são responsabilidade do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (O Eco, 2018).

As bacias hidrográficas que compõem o estado do Ceará são compostas pela Bacia do Acaraú, Alto Jaguaribe, Baixo Jaguaribe, Médio Jaguaribe, Banabuiú, Coreaú, Curu, Litoral, Metropolitana, Serra da Ipiapaba, Sertões de Crateús e o Salgado, contabilizando uma capacidade total de 18.630,25 hm<sup>3</sup>, porém no ano de 2017, o volume atual das bacias do Ceará é de apenas 3.150,18 hm<sup>3</sup>, correspondendo apenas a 16,9% da capacidade total dos açudes das 12 bacias do Ceará (FUNCEME, 2018). Esses dados foram necessários para servirem de comparação com a pegada hídrica de importação calculada através dos principais produtos importados da Região Nordeste no ano de 2017.

Sabe-se que no cálculo da pegada hídrica, o tempo analisado deve ser selecionado de acordo com a finalidade do estudo da pesquisa, variando de acordo com o tempo estabelecido pelo pesquisador. Por esse motivo, utilizou-se os volumes atual e total das Bacias Hidrográficas do Ceará, para a clareza de que a pegada hídrica se diferencia em tempos de seca e chuva, já que a região semiárida é caracterizada pelo fenômeno da seca. A tabela 1 representa as bacias hidrográficas e suas respectivas capacidades.

Tabela 1 - Reservatórios por bacia hidrográfica do estado do Ceará

Bacia Hidrográfica	Capacidade total (hm <sup>3</sup> )	Capacidade atual (hm <sup>3</sup> )
Acaraú	1.718,27	633,27
Alto Jaguaribe	2.778,52	293,04
Baixo Jaguaribe	24,00	14,47
Banabuiú	2.755,32	273,32
Coreaú	303,74	277,64
Curu	1.028,80	163,74
Litoral	214,90	169,45
Metropolitana	1.378,61	441,41
Médio Jaguaribe	7.386,69	633,14
Serra da Ibiapaba	141,00	50,88
Sertões de Crateús	448,09	68,06
Salgado	452,31	131,76
<b>TOTAL</b>	<b>18.630</b>	<b>3.150,18</b>

Fonte: Adaptado De Funceme - Fundação Cearense De Meteorologia E Recursos Hídricos (2018)

### 3.2 CÁLCULO DA PEGADA HÍDRICA DE IMPORTAÇÃO

A pegada hídrica calculada no presente trabalho corresponde ao volume de água exportada indiretamente de outros países para dentro do território brasileiro, e se trata da pegada hídrica de uma área delimitada geograficamente, a pegada hídrica de importação da Região Nordeste. Os produtos importados pelo Brasil são divididos em três (3) categorias: produtos básicos, semimanufaturados e manufaturados. O Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços - MDIC é um órgão integrante da estrutura da administração pública federal direta do país, é responsável por quantificar todos os produtos que são importados e

exportados pelo Brasil, mensalmente e anualmente, detalhando os produtos por fator agregado, estado, quantidade (em toneladas), colocação, origens das importações, destino das exportações, dentre outros dados.

Foram extraídos os produtos importados pelo Brasil das três categorias citadas acima, e separado a quantidade (em tonelada) pelos nove estados do Nordeste brasileiro, de cada produto correspondente. Após isso, foi calculada a pegada hídrica por produto importado e posteriormente, a pegada hídrica total de todos os produtos importados, divididos por estado, como mostrado na fórmula abaixo:

$$PH_{IMPORTADA} = PH_{BÁSICOS} + PH_{SEMIMANUFATURADOS} + PH_{MANUFATURADOS}$$

$$PH_{IMPORTADA} = (Q_{PB} * PH_{PROD}) + (Q_{PS} * PH_{PROD}) + (Q_{PM} * PH_{PROD}), \text{onde:}$$

$PH_{IMPORTADA}$  = pegada hídrica importada, em  $m^3/\text{ano}$ ;

$PH_{BÁSICOS}$  = pegada hídrica importada dos produtos básicos, em  $m^3/\text{ano}$ ;

$PH_{SEMIMANUFATURADOS}$  = pegada hídrica importada dos produtos semimanufaturados, em  $m^3/\text{ano}$ ;

$PH_{MANUFATURADOS}$  = pegada hídrica importada dos produtos manufaturados, em  $m^3/\text{ano}$ ;

$Q_{PB}$  = quantidade do respectivo produto básico, em Kg;

$Q_{PS}$  = quantidade do respectivo produto semimanufaturado, em Kg;

$Q_{PM}$  = quantidade do respectivo produto manufaturado, em Kg;

$PH_{PROD}$  = pegada hídrica de um produto, em l/Kg. (HOEKSTRA et al., 2011).

### 4. RESULTADOS

Os resultados da pegada hídrica de importação de cada estado da Região Nordeste do Brasil, foram obtidos através do cálculo de 29 produtos básicos, 22 produtos

manufaturados e 5 produtos semimanufaturados, que correspondem aos produtos de origem primária.

Tabela 2 - Pegada hídrica importação anual da Região Nordeste (2017)

Estado	Pegada Hídrica produtos básicos ( $m^3/\text{ano}$ )	Pegada Hídrica produtos manufaturados ( $m^3/\text{ano}$ )	Pegada Hídrica produtos semimanufaturados ( $m^3/\text{ano}$ )	Pegada Hídrica importada ( $m^3/\text{ano}$ )
Bahia	2.496.667.738,53	399.986.091,96	7.373.036,96	2.904.026.867,45
Pernambuco	1.157.220.308,34	889.064.234,00	218.788.076,28	2.265.072.618,62
Maranhão	298.750.230,13	15.293.604,74	172.851,96	314.216.686,83
Ceará	2.285.558.769,58	475.084.945,73	155.466.698,53	2.916.110.413,84
Alagoas	217.050.410,91	142.332.319,03	3.632.744,82	363.015.474,76
Piauí	125.037.010,02	4.521.604,14	6.295.812,28	135.854.426,44
Paraíba	633.192.467,45	297.900.013,87	225.459,08	931.317.940,40
Rio Grande do Norte	558.325.582,13	29.209.257,77	29.309,68	587.564.149,58
Sergipe	150.012.618,20	413.814.740,08	1.803.672,62	565.631.030,90
<b>TOTAL</b>	<b>7.921.815.135,28</b>	<b>2.667.206.811,33</b>	<b>393.787.662,21</b>	<b>10.982.809.608,82</b>

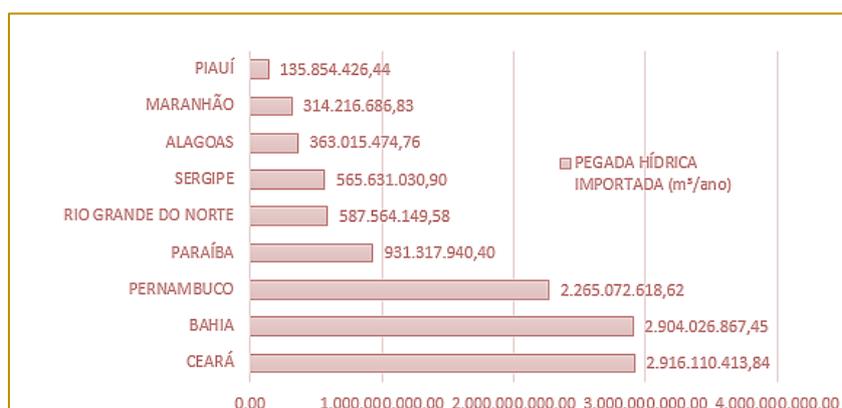
Fonte: Adaptado de Hoekstra (2011) e Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços - MDIC (2017)

Como mostrado na tabela 2, esta representa a pegada hídrica de importação total da Região Nordeste, no período de janeiro à dezembro de 2017. Os valores das pegadas hídricas dos produtos para efeito de cálculo, foram obtidos de Hoekstra (2011).

As pegadas hídricas de importação por estado foram representadas em ordem crescente, sendo o estado do Ceará o maior importador da Região Nordeste no ano de 2017, seguidos pela Bahia e Pernambuco, enquanto o Maranhão e Piauí são os estados

que possuem as menores pegadas hídricas de importação, ver figura 1. É importante ressaltar que o Ceará é o segundo maior importador de trigo do Brasil em 2017, correspondendo a 15,8% do total importado, e o maior importador de algodão, com 67,5% da importação nacional. Já o estado da Bahia, é o maior importador de cacau do Brasil, com 100% da importação deste produto, e o Pernambuco é o maior importador de óleo de soja do Brasil, correspondendo a 79,3% da importação do país.

Figura 1 – Pegada Hídrica de importação dos estados do Nordeste - Brasil (2017)

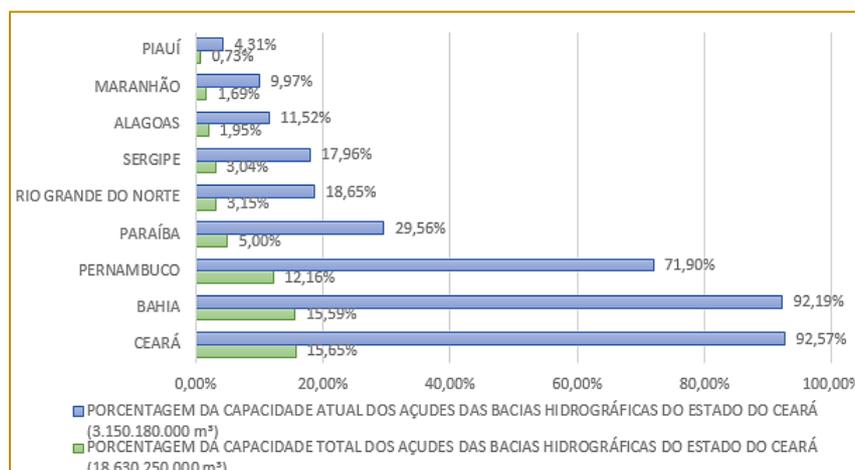


Fonte: Próprios autores

Após essa análise, os dados das pegadas hídricas da Região Nordeste foram comparados com as capacidades total e atual

de todos os açudes que compõem as 12 bacias hidrográficas do Ceará, ver figura 2.

Figura 2 - Comparação da Pegada Hídrica de importação da Região Nordeste brasileira com a capacidade de reservatórios por Bacia Hidrográfica do estado do Ceará (2017)



Fonte: Próprios autores

Os valores expostos na figura 2, revelam que o estado do Ceará tem uma pegada hídrica

de importação de 2.916.110.413,84 m³/ano, que corresponde a 15,65% da capacidade

total dos reservatórios das suas bacias hidrográficas. Analogamente, se comparada essa pegada hídrica com a capacidade atual dos mesmos reservatórios dessas bacias, percebe-se que a pegada hídrica corresponde a 92,57% dessa capacidade atual. Já para Pernambuco corresponde a uma pegada hídrica de 2.265.072.618,62 m<sup>3</sup>/ano, correspondendo a 12,16% da capacidade total das bacias do Ceará e 71,9% da capacidade atual dessas bacias. Com a menor colocação, o Piauí possui uma pegada hídrica de 135.854.426,44 m<sup>3</sup>/ano, que corresponde a 0,73% da capacidade total das bacias do Ceará e 4,31% da capacidade atual desses reservatórios. Essa análise teve como base os reservatórios do estado do Ceará, este que possui a maior capacidade de reservatórios do Nordeste, sendo referência para o Brasil na gestão de recursos hídricos.

## 5. CONCLUSÃO

A pegada hídrica de importação da Região Nordeste apresentado ao longo deste trabalho, revela a importância da água importada das bacias internacionais para os estados da Região Nordeste do Brasil. Fica evidente que é necessário do ponto de vista da gestão dos recursos hídricos, importar produtos provenientes de outros países para os estados dessa região, isso devido ao fenômeno periódico da seca, típico da Região Nordeste do Brasil. Se analisarmos quantitativamente que para o Ceará seria necessário 92,57% da capacidade atual de seus reservatórios, para suprir à quantidade de água embutida nos processos produtivos desses produtos, durante o período de um ano, fica nítido que é mais adequado importar esses produtos para dentro do estado do que gastar quase toda a água com a produção desses produtos agrícolas. Repare que a análise parte do ponto de vista da utilização da água para geração de produtos, ou seja, também tem-se que pensar primeiramente no abastecimento humano e na produção industrial.

Outro ponto significativo é o foco no aspecto econômico. Contraditoriamente, mesmo gastando mais água das bacias, seriam gerados maior quantidade de emprego e renda no estado, e o recurso financeiro seria melhor distribuído, pois os estados do Nordeste não possuem sustentabilidade adequada. Ideal para uma região é que suas bacias produzissem a maioria dos produtos que consomem, e só alguns supérfluos fossem importados, no entanto, no Nordeste do Brasil acontece o inverso, a maioria do que é consumido é fruto da importação. Vale a pena salientar que nem todo produto que um estado importa é consumido no mesmo estado, a expertise da logística do produto faz com que ele seja consumido no estado ou em outras regiões, dependendo da necessidade e do preço a ser negociado entre fornecedor/consumidor.

Faz-se necessário demonstrar que no estado do Ceará 7.948.707 habitantes ao consumir 150l/habitante dia, em um ano, consumirão 435.191.708,25 m<sup>3</sup>/ano, isso corresponde a 13,81% da capacidade atual dos açudes do estado do Ceará, sendo esses 13,81% exclusivamente destinados ao abastecimento humano das residências e isso, se todos os habitantes tivessem consciência e consumissem somente o necessário de água, mesmo assim, os 92,57% calculados da pegada hídrica de importação em comparação com a capacidade atual dos reservatórios, demonstram a incapacidade de suprir com a água do estado o fornecimento de tais produtos e o consumo da população, resultando assim, da necessidade de importar mesmo com a não geração de emprego e renda local.

## 6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Universidade Regional do Cariri (URCA) pelo fomento e incentivo as pesquisas e produções científicas.

## REFERÊNCIAS

- [1] Allen, Richard G. FAO Irrigation and Drainage Paper Crop by. Irrigation and Drainage, v. 300, n. 56, p. 300, 1998.
- [2] Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – Cogerh. Bacias hidrográficas, 2018. Disponível em: <<https://www.cogerh.com.br/bacias-hidrografica.html>>. Acesso em: 08 maio 2018.
- [3] Fracasso, Andrea; Sartori, Martina; Schiavo, Stefano. Determinants of virtual water flows in the Mediterranean. Science of the Total Environment, v. 543, p. 1054–1062, 2016.
- [4] Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - Funceme. Portal Hidrológico do Ceará – Reservatórios, 2018. Disponível em: <<http://www.hidro.ce.gov.br/>>. Acesso em: 08 maio 2018.
- [5] Hoekstra, Arjen Y.; Chapagain, Ashok; Aldaya, Maite M.; Mekonnen, Mesfin Mergia. Manual de Avaliação da Pegada Hídrica: Estabelecendo o Padrão Global. Earthscan, p. 216, 2011.
- [6] Lamastra, Lucrezia; Miglietta, Pier Paolo; Toma, Pierluigi; LEO, Federica; Massari, Stefania. Virtual water trade of agri-food products: Evidence from italian-chinese relations. Science of the Total Environment, v. 599–600, p. 474–482, 2017.
- [7] Mekonnen, Mesfin Mergia; Hoekstra, Arjen Y. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. Hydrology and Earth System Sciences, v. 15, n. 5, p. 1577–1600, 2011.
- [8] Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços - MDIC. Comex Vis: Visualizações de Comércio Exterior, 2017. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/comex-vis>>. Acesso em: 08 maio 2018.
- [9] O Eco. O que é uma bacia hidrográfica, 2015. Disponível em: <<http://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/29097-o-que-e-uma-bacia-hidrografica/?format=pdf>>. Acesso em: 08 maio 2018.

# Capítulo 16

## *AVALIAÇÃO DA PEGADA HÍDRICA NO CONSUMO DA MERENDA ESCOLAR EM ESCOLAS PÚBLICAS DE JUAZEIRO DO NORTE*

*Rodolfo José Sabiá*

*Mariane Leite de Souza*

*José Geraldo de Souza Silva*

*Andresa Dantas de Araújo*

*Layanne Nara Parente Cardoso*

**Resumo:** Um dos elementos mais importantes para a existência e a qualidade de vida da humanidade é a água, porém, vem se tornando um recurso cada vez mais escasso, afetando diretamente empresas, comunidades e a população mundial. No entanto, pouco se fala sobre a grande quantidade de água utilizada na alimentação escolar, um feito que está no cotidiano de todos os centros de ensino, sejam esses públicos e privados, onde o cálculo da Pegada Hídrica é de suma importância para dados e pesquisas relacionadas à esta iniciativa. A pesquisa em questão é de caráter exploratório-descritivo com ênfase na abordagem qualiquantitativa baseada em duas etapas que foram: um diagnóstico do uso dos alimentos da merenda escolar de 9 escolas públicas de Juazeiro do Norte-CE, com 7706 alunos e desenvolvido o modelo AHP para avaliar a importância do alimento da merenda escolar tomando como base os dados de pegada hídrica e os principais alimentos que fazem parte do cardápio das escolas separados por categoria. As duas fases fomentam o alcance do objetivo definido que é avaliar o consumo de água indireta embutida na merenda escolar das escolas públicas em Juazeiro do Norte-CE, através do cálculo da pegada hídrica, bem como propor alternativas viáveis para os cardápios das escolas. E por fim, pode-se concluir que é recomendável a utilização de frango na categoria carne; na categoria cereais, um maior consumo de macaxeira em relação ao arroz e na categoria derivados de produção animal, recomenda-se o leite. E quando valorada a categoria verduras a beterraba é uma excelente alternativa, sendo extremamente recomendável em relação ao coentro.

**Palavras-chave:** Pegada hídrica, Merenda Escolar, Método AHP

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos elementos mais importantes para a existência e a qualidade de vida da humanidade é a água, porém, vem se tornando um recurso cada vez mais escasso, afetando diretamente empresas, comunidades e a população mundial. Sendo assim, foi desenvolvida a pegada hídrica (PH) com o objetivo de calcular o uso desse recurso que são finitos e esgotáveis, propondo meios de utilização alternativos e inteligentes. Segundo Silva et al. (2013) a Pegada Hídrica é definida como um volume total de água doce sendo ela utilizada ou poluída para produzir bens e serviços aplicadas em um certo estabelecimento.

O cálculo da pegada hídrica é distribuído em três dimensões: uso industrial, doméstico e alimentação (MOREIRA & BARROS, 2015). Cada cálculo é avaliado independentemente, sendo que, quanto maior for o valor final desse cálculo, maior é a sua importância para registros e estudos, visto que a superioridade desses valores é diretamente atribuído à um maior poder aquisitivo.

A prática econômica dos municípios do Estado do Ceará define aspectos relacionados à utilização dos recursos naturais. Assim é necessário avaliar a gestão dos recursos hídricos para o desenvolvimento sustentável de regiões semiáridas (SABIÁ, 2015).

No entanto, pouco se fala sobre alimentação escolar, um feito que está no cotidiano de todos os centros de ensino, sejam esses públicos e privados, onde o cálculo da Pegada Hídrica é de suma importância para dados e pesquisas relacionadas à esta iniciativa.

Segundo Saraiva et al. (2012) o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) é a maior e mais antiga política pública no Brasil. A alimentação escolar é defendida como um direito dos estudantes e considerada uma das estratégias de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN). O Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), estabelece que a merenda escolar seja capaz de suprir no mínimo 20% das necessidades nutricionais de estudantes, entre 11 a 18 anos, caso estes permaneçam apenas em um período na instituição.

A pegada hídrica embutida na merenda escolar é um relevante aspecto que deve ser considerado, pois se trata de um volume

indireto de água que não é considerado por nossa sociedade, na realidade a contabilização desse impacto é fundamental para mudança de comportamento de nossos gestores, visto que, os valores da pegada hídrica indireta são extremamente elevados quando comparados aos valores da pegada hídrica direta. O cardápio das escolas devem ser repensados, para contemplar tanto nutricionalmente, quanto sustentavelmente baseado no indicador pegada hídrica, principalmente, por o Estado do Ceará está todo imerso na região semiárida do nordeste brasileiro, onde a escassez de água é uma realidade.

Objetivando avaliar o consumo de água indireta embutida na merenda escolar das escolas públicas em Juazeiro do Norte-CE, através do cálculo da pegada hídrica, bem como propor alternativas viáveis para os cardápios das escolas.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 PEGADA HÍDRICA

A escassez da água doce tem se destacado como um dos grandes dilemas das sociedades contemporâneas, devido a problemática ambiental vivenciada atualmente. Sendo uma questão ambiental cujos impactos tendem a ser cada vez mais graves, a escassez da água requer uma gestão eficaz dos recursos hídricos, ou seja, que sejam implementadas ações ambientalmente corretas e socialmente justas, onde todos tenham acesso ao recurso, sem comprometer a qualidade ambiental (MAIA et al., 2012).

Perante o crescente problema da crise hídrica, torna-se indispensável a utilização de ferramentas de gestão ambiental que visam auxiliar no uso dos recursos naturais de forma sustentável. Considerando algumas metodologias aplicadas para definição de indicadores de sustentabilidade ambiental pode-se contemplar para externar o uso sustentável dos recursos hídricos, a utilização de ferramentas como a Família das Pegadas, a pegada hídrica, pegada ecológica e pegada de carbono como uma iniciativa nos estudos ambientais (SILVA et al., 2015).

A pegada hídrica foi inserida com o propósito de ilustrar as relações pouco conhecidas entre o consumo humano e o uso da água nos diversos processos, envolvendo o comércio global e a gestão de recursos hídricos, sendo

usado como indicador do consumo em diversas partes do mundo (SILVA et al., 2013). O diferencial desse método consiste em várias questões, que vão desde a forma de contabilizar a pegada hídrica até a análise contextualizada de sua sustentabilidade e da necessidade de desenvolver práticas que envolvam toda a sociedade (EMPINOTTI; JACOBI, 2013).

A pegada hídrica demonstra, além da apropriação de água pelo homem, o quanto somos dependentes deste líquido insubstituível. A pegada hídrica per capita do brasileiro é 5.600 litros/dia, menor que muitas nações como Níger, Bolívia e Estados Unidos da América, que têm as maiores pegada hídrica per capita mundial, respectivamente com 9.600 litros/dia,

9.500 litros/dia e 7.800 litros/dia, superior se comparada à República do Congo com a menor pegada hídrica mundial, 1.500 litros/dia (HOEKSTRA; MEKONNEN, 2012).

A utilização da pegada hídrica como indicador abrangente da apropriação de recursos hídricos, incluindo usos diretos e indiretos, ao longo das cadeias produtivas, vem sendo integrado ao meio científico e empresarial de forma positiva, porém ainda não existem muitos estudos sobre este tema no Brasil (BLENINGER; KOTSUKA, 2015).

Segundo a World Wildlife Fund/WWF (2014) o cálculo da pegada hídrica é um indicador que expressa o consumo de água envolvido na produção dos bens e serviços que consumimos. O método permite que as empresas, os órgãos públicos, assim como a população em geral, entendam o quanto de água é necessário para a fabricação de produtos ao longo de toda a cadeia produtiva. Desta forma, os segmentos da sociedade podem quantificar a sua contribuição para os conflitos de uso da água e a degradação ambiental nas bacias hidrográficas em todo o mundo.

O lançamento de efluentes domésticos ou industriais sem o tratamento adequado nos corpos receptores afeta diretamente a disponibilidade de água doce, pois resulta na sua poluição, podendo ser capaz de afetar a qualidade da água ao ponto de impedir o seu uso para diversas atividades, principalmente para consumo humano (UNESCO, 2017).

Segundo o Tera Ambiental (2014), a pegada hídrica mostra os volumes de consumo de água por fonte e os volumes de poluição pelo

tipo de poluição. Ela pode ser medida em três tipos: pegada hídrica azul de um produto que refere-se ao consumo de água azul (superficial e subterrânea) ao longo de sua cadeia produtiva. A pegada hídrica verde que refere-se ao consumo de água verde (água de chuva, desde que não escoe). A pegada hídrica cinza refere-se à poluição e é definida como o volume de água doce necessário para assimilar a carga de poluentes, a partir de concentrações naturais e de padrões de qualidade da água existentes.

Sua importância reside no fato de que, ao avaliar a eficiência no uso do recurso hídrico, pode-se influenciar as tendências de consumo e fomentar a implantação de um manejo mais sustentável deste recurso (VANHAM; BIDOGLIO, 2013). Dessa forma, há urgência na aplicação de ferramentas de estudo para o planejamento e destino dos recursos hídricos, principalmente, pelo nível crítico de sua escassez em escala global (HANASAKI et al., 2012; HOEKSTRA et al., 2012).

## 2.2 ANALYTIC HIERARCHY PROCESS – A.H.P.

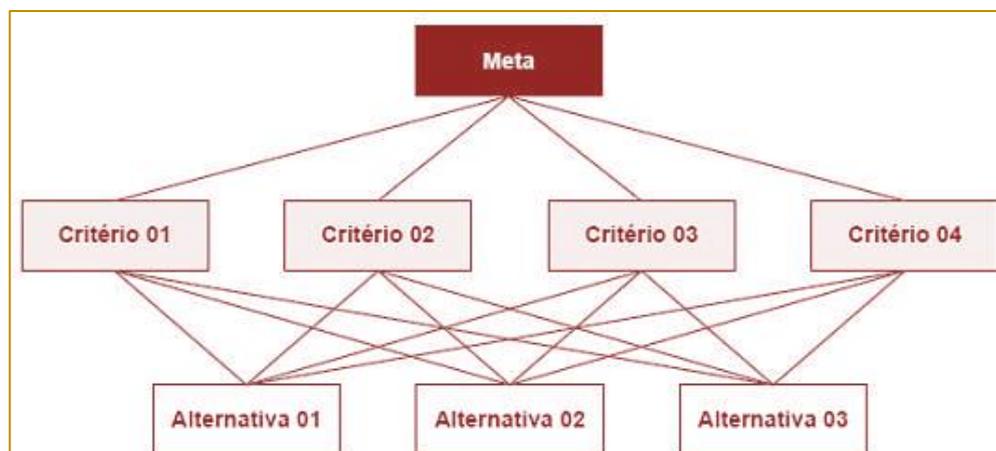
O AHP foi desenvolvido na década de 1970 por Thomas L. Saaty e foi extensivamente estudado a partir dessa época. Atualmente é aplicado para a tomada de decisão em diversos cenários complexos, em que pessoas trabalham em conjunto para tomar decisões e onde percepções humanas, julgamentos e consequências possuem repercussão de longo prazo (BHUSHAN; RAI, 2004).

O método AHP fundamenta-se em três etapas: construção de hierarquias através da estruturação do problema, estabelecimento de pesos para critérios e preferência para as alternativas e por fim, análise dos resultados (TRAMARICO; SALOMON; MARINS, 2012).

A utilização do AHP se inicia pela decomposição do problema em uma hierarquia de critérios mais facilmente analisáveis e comparáveis de modo independente (Figura 1). A partir do momento em que essa hierarquia lógica está construída, os tomadores de decisão avaliam sistematicamente as alternativas por meio da comparação, de duas a duas, dentro de cada um dos critérios. Essa comparação pode utilizar dados concretos das alternativas ou julgamentos humanos como forma de

informação subjacente (SAATY, 2008).

Figura 1 – Exemplo de hierarquia de critérios/objetivos



Fonte: Saaty (2008)

O AHP transforma as comparações, muitas vezes empíricas, em valores numéricos que são processados e comparados. O peso de cada um dos fatores permite a avaliação de cada um dos elementos dentro da hierarquia definida. Essa capacidade de conversão de dados empíricos em modelos matemáticos é o principal diferencial do AHP com relação a outras técnicas comparativas (VARGAS, 2010). Esse método representa uma melhoria para a tomada de decisões por gestores, que se baseiam muitas vezes em suas experiências ou sentimentos (SALGADO et al., 2015).

### 2.3. PEGADA HÍDRICA NA MERENDA ESCOLAR

O Programa Nacional de Alimentação Escolar/PNAE mostra objetivos existencialistas, porém ao longo dos anos, passou por mudanças significativas no âmbito de sua execução, devido a isso o emprego da alimentação saudável e adequada, a inclusão da educação alimentar e nutricional no processo de ensino e aprendizagem, e o apoio ao desenvolvimento sustentável regional estão entre as principais diretrizes atuais do programa (PNAE, 2016).

Em 2015, o programa atendeu, durante 200 dias letivos, a 41,5 milhões de escolares por dia, com um investimento de 3,76 milhões de reais anuais (PNAE, 2016). Atualmente, visa atender às necessidades nutricionais dos alunos durante o período escolar, contribuir

para a redução dos índices de evasão, promover hábitos alimentares saudáveis, além de estimular o desenvolvimento da economia local (PNAE, 2016).

A destinação de recursos financeiros do Programa para aquisição de alimentos de famílias agricultoras e empresas familiares rurais aumenta a oferta de produtos frescos e in natura, especialmente frutas e hortaliças, nos cardápios escolares (SIDANER et al., 2013).

A agricultura é o setor com maior gasto de água, estima-se que para o período entre 1996 e 2005, ela responda por 92% do consumo de água total no planeta, superando de longe o volume gasto no setor industrial com 4,4% e o consumo doméstico com 3,6%. O tamanho da pegada hídrica global é influenciado principalmente pelo consumo de alimentos e outros produtos agrícolas (HOEKSTRA e MEKONNEN, 2012).

A discussão sobre pegada hídrica abre espaço também para questionamentos ainda mais profundos. Um dos mais relevantes, diz respeito à produção de alimentos, discutindo a quantidade de água empregada na produção e o significado dessa produção em termos nutricionais. Uma principal referência nessa discussão é David Pimentel (2004) que defende como questão central a possibilidade de diminuição significativa da demanda de água a partir de modificações na dieta alimentar, o que está presente em vários textos de sua autoria, nos quais chama atenção para o volume elevado de água que

se gasta na produção de alimentos, atentando especificamente para o fato de que a produção de carne é um dos principais consumidores de água (GIACOMIN; OHNUMA, 2012).

Além de reduzir a demanda de água em escala global, Giacomini e Ohnuma (2012) sugerem que devemos orientar o nosso consumo a partir do cenário planetário de escassez de água atual para o local e a época onde não faz tanta falta. Esse é o cenário para o qual foi criado o conceito da pegada hídrica. Trata-se de um mecanismo de transparência. A ideia é que, com o auxílio da educação ambiental, os governos, as empresas, as comunidades e os consumidores possam reduzir o impacto de seus consumos, se conhecerem a pegada hídrica dos produtos que consomem e produzem e fizerem melhores escolhas.

### 3.METODOLOGIA

A pesquisa em questão é de caráter exploratório-descritivo (FREITAS et. al., 2007) com ênfase na abordagem qualitativa baseada em duas etapas que, em conjunto, fomentam o alcance do objetivo definido. Foi realizado um diagnóstico do uso dos alimentos da merenda escolar de 9 escolas públicas estaduais e municipais de Juazeiro do Norte-CE, que educam no total 7706 alunos e desenvolvido o modelo AHP para avaliar a importância do alimento da merenda escolar tomando como base os dados de pegada hídrica e os principais alimentos que fazem parte do cardápio das escolas.

A partir da análise dos cardápios foi possível determinar os alimentos mais utilizados no ambiente escolar e agrupá-los em quatro categorias distintas de acordo com sua natureza (carnes, cereais, derivados de produção animal e verduras). A organização possibilitou a criação de um estrutura de correlações. (figura 2).

Figura 2 – Hierarquia utilizada no AHP



Fonte: Os autores

No modelo AHP, o sistema gerado foi usado como base para criação de uma hierarquia, estrutura básica dos problemas de multicritério. A hierarquia propõe-se a avaliar a importância dos alimentos da merenda escolar tomando como base a Pegada Hídrica. A comparação par-a-par considerou as Pegadas Hídricas reconhecidas em pesquisa bibliográfica de cada ente, atribuindo grau de importância maior para os alimentos e categorias que apresentam menor PH. O nível de importância foi definido pelo confronto dos valores atribuindo-se graus de predominância de acordo com a magnitude da diferença dos valores absolutos de cada PH.

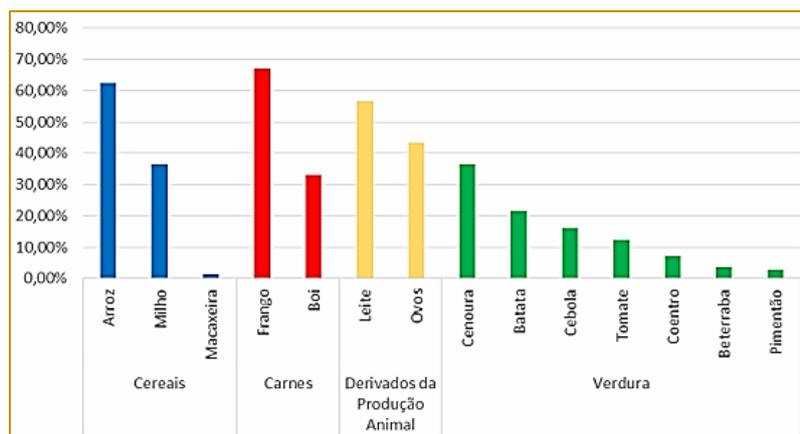
Como exemplo da valoração tomaremos a

beterraba e o coentro. Esta recebe grau de importância 9 (máximo) em comparação ao coentro pois sua PH é praticamente dez vezes menor (865 m<sup>3</sup>/t e 8.280 m<sup>3</sup>/t, respectivamente). A interpretação do grau de importância é que a beterraba é extremamente recomendável em relação ao coentro. Para comparação das categorias, foi utilizado o mesmo procedimento tomando a média da PH dos alimentos que a compunham.

### 4.RESULTADOS E DISCURSÃO

No diagnóstico do uso dos alimentos da merenda escolar de 9 escolas públicas de Juazeiro do Norte, com 7706 alunos verificou-se o consumo semanal expresso no gráfico 1:

Gráfico 1- Quantidade de alimentos presentes no cardápio da merenda escolar de Juazeiro do Norte – CE



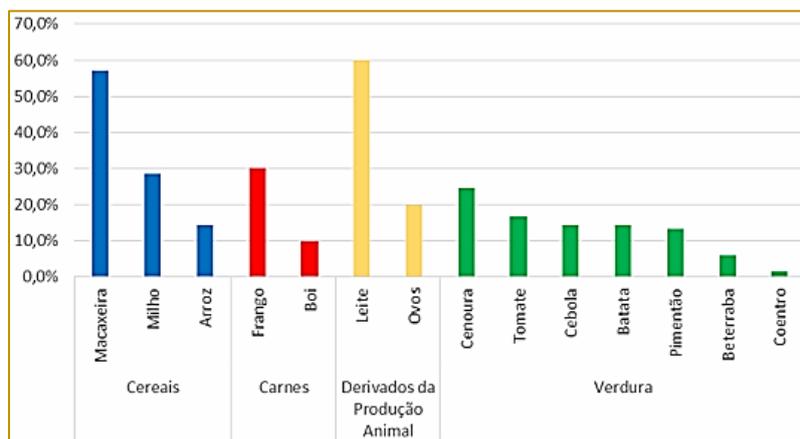
Fonte: Os autores

A merenda escolar parte fundamental para o desenvolvimento de uma educação pública de qualidade revela o compromisso do Governo do Estado do Ceará e dos municípios integrantes do mesmo. Os resultados deste trabalho indicam através da simulação com o Método AHP os alimentos

por categoria que devem ser valorizados para o cardápio da merenda escolar com relação a menor pegada hídrica, ou seja, ao menor gasto de água para produção do alimento.

Na simulação da pegada hídrica dos alimentos utilizados no cardápio da merenda escolar, é demonstrada no gráfico 2.

Gráfico 2 – Resultados da simulação do modelo AHP para alimentos presentes na merenda escolar baseada



Fonte: Os autores

No gráfico acima fica evidente que a carne de frango é o alimento que deve ser priorizado na categoria carne, assim como, a macaxeira deve ser preferencialmente usada como cereal e o leite na categoria de derivados de produção animal, não obstante, na categoria verduras as variações são quase insignificantes, muito próximas umas das outras, valendo a pena salientar que coentro,

mesmo tendo porcentagens próximas aos demais não é recomendável a sua utilização por possuir uma elevada pegada hídrica comparada aos demais vegetais.

A tabela exposta abaixo demonstra um comparativo dos valores da pegada hídrica dos alimentos usados para simulação do modelo AHP.

Tabela 1 - Valores da pegada hídrica dos alimentos usados para simulação do modelo AHP

Alimento	Pegada Hídrica m <sup>3</sup> /t
Arroz	2172
Milho	1222
Macaxeira	564
Frango	4325
Boi	15415
Leite	988
Ovos	3270
Cenoura	195
Batata	287
Cebola	272
Tomate	214
Coentro	8280
Beterraba	865
Pimentão	379

Fonte: Os autores.

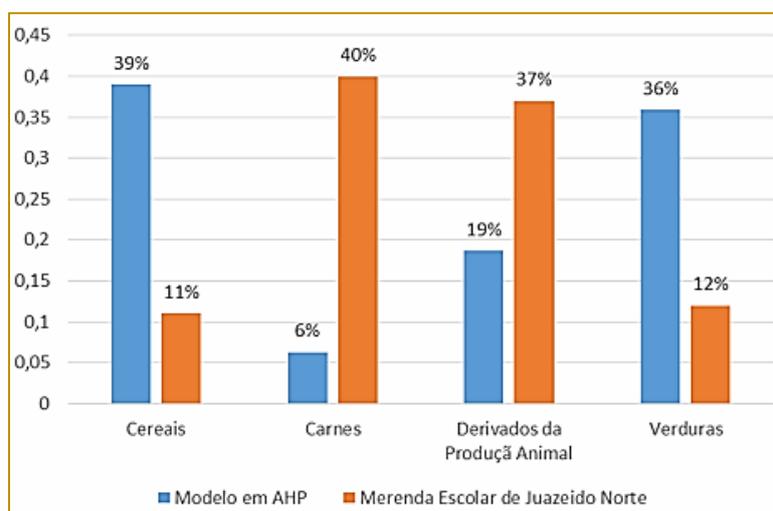
Fazendo a comparação dos dados simulados com os dados quantificados, ou seja, Gráfico 1 com o Gráfico 2, percebe-se que a orientação objetiva do maior consumo de carne de frango está de acordo com os dados simulados, bem como, o leite na categoria dos derivados da produção animal. Porém, quando relacionado a categoria cereais, verifica-se uma inversão de valores, ou seja, o alimento macaxeira que deveria ser privilegiado, por possuir uma menor pegada hídrica e ser um alimento de custo acessível e de fácil produção em nossa região, foi desprezado em relação ao arroz, que possui uma elevada pegada hídrica comparado com

a macaxeira, contudo, o cereal milho, é uma boa opção, pois está intermediário em relação a pegada hídrica entre ambos, sendo facilmente encontrado em nossa região e de excelente composição nutricional.

No tocante a categoria verdura, observou-se a inversão dos valores entre o tomate e a batata, visto que, o tomate tem sido desvalorizado nos cardápios escolares, no entanto, a cenoura e a cebola estão de acordo com a simulação realizada.

O gráfico 3, expõem a variação percentual das categorias de alimentos utilizados na merenda escolar:

Gráfico 3 – Variação Percentual das Categorias de Alimentos da Merenda Escolar x Resultado do Modelo AHP



Fonte: Os autores

A variação percentual das categorias de alimentos da merenda escolar de Juazeiro do Norte, retratada no gráfico 3, revelam que 77% (carne e derivados da produção animais) dos alimentos consumidos são alimentos provenientes da produção animal e possuem as maiores pegadas hídricas entre as categorias, enquanto as verduras que deveriam representar pelo menos 50%, possuindo as menores pegadas hídricas, representam apenas 12%.

## 5. CONCLUSÃO

A pegada hídrica das escolas, baseada na merenda escolar, é elevada e revela valores totalmente inversos aos recomendáveis simulados, no caso dos cereais, utiliza-se 11% e são recomendáveis 39%, já relacionando com carnes seria necessário apenas 6%, porém utiliza-se 40% de carne como ingrediente da merenda escolar. Para a categoria derivados tem-se uma utilização de 37%, sendo recomendável apenas 19% e para a categoria verduras, nota-se sua desproporcionalidade entre o utilizado e o recomendado sendo, 12% e 36% respectivamente.

Podendo-se assim afirmar que o cardápio da

merenda escolar fornecido as escolas é incompatível com sua pegada hídrica, sendo necessário, uma reformulação nas quantidades dos alimentos ou até na substituição por alguns alimentos com menores pegadas hídricas, salientando-se que essa alteração não influenciaria na qualidade nutricional do cardápio da merenda escolar.

Recomenda-se a utilização na categoria carne, de um maior volume de carne de frango, na categoria cereais, o maior volume de macaxeira em relação ao arroz e na categoria derivados de produção animal, recomenda-se o leite, sendo esses alimentos, em cada categoria os que demonstram melhores valores de pegada hídrica sem prejuízo na qualidade.

Fica evidente que quando valorada a categoria verduras a beterraba é uma excelente alternativa para o coentro, esta recebe grau de importância absoluto em comparação ao coentro pois sua PH é praticamente dez vezes menor (865 m<sup>3</sup>/t e 8.280 m<sup>3</sup>/t, respectivamente). A interpretação do grau de importância é que a beterraba é extremamente recomendável em relação ao coentro.

## REFERÊNCIAS

- [1] Fnde – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/programas/pnae>. Acesso em: 17 de abril de 2018
- [2] Bleninger, Tobias; Kotsuka, Luziadne Katiucia. Conceitos de Água Virtual e Pegada Hídrica: Estudo de Caso da Soja e Óleo de Soja no Brasil. *Recursos Hídricos*, v. 36, n. 1, 2015. Disponível em: <[www.aprh.pt/rh/pdf/rh36\\_n1-2.pdf](http://www.aprh.pt/rh/pdf/rh36_n1-2.pdf)> Acesso em: 03 de Maio de 2018.
- [3] Bhushan, Navneet; Rai, Kanwal. *Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process*. New York: Springer. Coyle, G. *The Analytic Hierarchy Process*. 2004. New York: Pearson Educational.
- [4] Empinotti, Vanessa Lucena; JACOBI, Pedro Roberto. Novas práticas de governança da água? O uso da pegada hídrica e a transformação das relações entre o setor privado, organizações ambientais e agências internacionais de desenvolvimento. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 27, p. 23–36, 2013. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/made/article/download/27928/20669>> Acesso em: 03 de Maio de 2018.
- [5] Giacomini, George Scarpat; Ohnuma, Alfredo Akira. Análise de resultados de pegada

hídrica por países e produtos específicos. *Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental* (e-ISSN: 2236-1170), nº 8, p. 1562-1572, SET-DEZ, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5902/223611706721>> Acesso em: 04 de Maio de 2018.

- [6] Hanasaki, N.; Fujimori, S.; Yamamoto, T.; Yoshikawa, S.; Masaki, Y.; Hijioaka, Y.; Kainuma, M.; Kanamori, Y.; Masui, T.; Takahashi, K.; Kanae, S. A global water scarcity
- [7] assessment under shared socioeconomic pathways – Part 2: Water availability and scarcity. 2012. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Disc.*, 9: 13933–13994, doi:10.5194/hess-17-2393-2013.
- [8] HOEKSTRA, Arjen Y.; Mekonnen, Mesfin M. The water footprint of humanity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 109, n. 9, 2012. Disponível em: <<http://waterfootprint.org/media/downloads/Hoekstra-Mekonnen-2012-WaterFootprint-of-Humanity.pdf>> Acesso em: 03 de Maio de 2018.
- [9] Hoekstra, Arjen Y.; Mekonnen, Mesfin M.; Chapagain, Ashok K.; Mathews, Ruth E.; Richter,
- [10] Brian D. Global monthly water scarcity: Blue water footprints versus blue water availability, 2012. *PLOS ONE*, 7: e32688, 1-9, doi:10.1371/journal.pone.0032688.

- [11] Maia, Herika Juliana L.; HORA, Sheila. Cantalupo.; Freitas, Janierk Pereira.; Vieira, Arthur Ami Pereira; Freitas, Francisco Eduardo. Pegada hídrica e sua relação com os hábitos domésticos, alimentares e consumistas dos indivíduos. *Revista Polêmica*, v. 11, n. 4, outubro/dezembro 2012. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/4333>> Acesso em: 29 de Abril de 2018.
- [12] Moreira, Rafael da Silva; Barros, José Deomar de Souza. Pegada hídrica de classes consumidoras que compõem a escola Antônio Landim de Macêdo em Aurora – CE. *Revista Polêmica*, v. 15, n.1, p. 18-27, abril, maio e junho 2015. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/15999>>. Acesso em: 01 de Maio de 2018.
- [13] Pimentel, David. et al. Water Resources: Agricultural and Environmental Issues. *Bioscience*, v. 54 n.10, p 909-918, out.2004.
- [14] Saaty, Thomas. L. Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors - The Analytic Hierarchy/Network Process. Madrid: Review of the Royal Spanish Academy of Sciences, Series A, Mathematics. 2008. Disponível em: <<http://www.rac.es/ficheros/doc/00576.pdf>> Acesso em: 14 de Maio de 2018.
- [15] Sabiá, Rodolfo José; Lima, Anna Flávia de Oliveira; Junior, Francisco Assis Vilar Sobreira. Método Analytic Hierarchy Process - AHP aplicado a pegada hídrica na Região Metropolitana do Cariri. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2015. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_214\\_266\\_27082.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_214_266_27082.pdf)>. Acesso em: 01 de Maio de 2018.
- [16] Salgado, Eduardo G.; Silva, Elizabete Ribeiro Sanches da; SILVA, Carlos Eduardo Sanches da; Mello, Carlos Henrique Pereira. An analytic hierarchy process analysis for small and medium sized enterprises: Prioritizing the practices of Total Quality Management in Brazil. *International Journal for Quality Research*, 9, n. 2, 2015. Disponível em: <<http://www.ijqr.net/journal/v9-n2/1.pdf>> Acesso em: 14 de Maio de 2018.
- [17] Saraiva, Elisa Braga; Silva, Ana Paula Ferreira; Sousa, Anete Araújo; Cerqueira, Gabrielle Fernandes; Chagas, Carolina Martins dos Santos; TORAL, Natacha. Panorama da compra de alimentos da agricultura familiar para o Programa Nacional de Alimentação Escolar. *SciELO*, 2012. Disponível em: <[https://www.scielo.org/scielo.php?pid=S1413-81232013001000004&script=sci\\_abstract&lng=pt](https://www.scielo.org/scielo.php?pid=S1413-81232013001000004&script=sci_abstract&lng=pt)>. Acesso em: 01 de Maio de 2018.
- [18] Sidaner, E.; Balaban, D.; Burlandy, L. The Brazilian school feeding programme: an example of an integrated programme in support of food and nutrition security. *Public Health Nutrition*, Wallingford, v. 16, n. 6, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1017/S1368980012005101>> Acesso em: 03 de Maio de 2018.
- [19] Silva, Vicente Paulo Rodrigues; Aleixo, Danilo de Oliveira; Almeida, Rafaela Silveira Rodrigues; CAMPOS, João Hugo Baracuy Cunha; ARAUJO, Lincoln Eloi. Modelo integrado das pegadas hídrica, ecológica e de carbono para o monitoramento da pressão humana sobre o planeta. *Revista Ambiente*, v. 11 n. 3, 2015. Disponível em: <<https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiente/article/view/3472>> Acesso em: 03 de Maio de 2018.
- [20] Silva, Vicente Paulo Rodrigues; Aleixo, Danilo de Oliveira; Neto, José Dantas; Maracajá, Kettrin F.B.; Araujo, Lincoln Eloi. Uma Medida de Sustentabilidade Ambiental: Pegada Hídrica. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v.17,n .1,p.100-105, 2013. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br/revista/v17n01/v17n01a14.pdf>>. Acesso em: 01 de Maio de 2018.
- [21] Tera Ambiental: Tratamento de Efluentes e Compostagem. Pegada Hídrica: indicador incentiva o consumo responsável da água. Março, 2014. Disponível em: <<http://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/pegada-hidrica-indicador-incentiva-o-consumo-responsavel-da-agua>> Acesso em: 03 de Maio de 2018.
- [22] Tramarico, Claudemir Leif; Salomon, Valério Antônio Pamplona; Martins, Fernando Augusto Silva; Junior, Jorge Muniz. Modelagem com AHP e BOCR para Seleção de Prestadores de Serviços Logísticos. *Revista eletrônica Pesquisa Operacional para Desenvolvimento*, v.4, n.2, 2012. Disponível em: <<http://www.podesenvolvimento.org.br/inicio/index.php?journal=podesenvolvimento&page=articulo&op=view&path%5B%5D=99&path%5B%5D=166>> Acesso em: 14 de Maio de 2018.
- [23] Unesco. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, 2017. Fatos e Números. 12p. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002475247552por.pdf>> Acesso em: 02 de Maio de 2018.
- [24] Vanham, Davy; Bidoglio, Giovanni. A review on the indicator water footprint for the EU28. *Ecol. Ind.* 26 (2013) 61-75, doi:10.1016/j.ecolind.2012.10.021.
- [25] VARGAS, Ricardo Viana. Using The Analytic Hierarchy Process (AHP) TO Select And
- [26] Prioritize. Projects IN A Portfolio. PMI Global Congress, 2010 – North America Washington – DC, EUA. 2010. Disponível em: <<http://www.urisan.tche.br/~pbatencourt/engsoftIII/SPPGP.pdf>> Acesso em: 14 de Maio de 2018.

[27] WWF - World Wildlife Fund. Programa Água Brasil lança estudo sobre Pegada Hídrica. 2014. Disponível em:

<[https://www.wwf.org.br/informacoes/noticias\\_meio\\_ambiente\\_e\\_natureza/?42983](https://www.wwf.org.br/informacoes/noticias_meio_ambiente_e_natureza/?42983)> Acesso em: 03 de Maio de 2018.

# Capítulo 17

## AVALIAÇÃO MECÂNICA E MICROESTRUTURAL DE LIGAS DO SISTEMA CuAlMn PASSIVEÍIS DO EFEITO MEMÓRIA DE FORMA SUBMETIDAS A TRATAMENTO DO CRESCIMENTO ANORMAL DE GRÃO

*Enilson de Sousa Costa*

*Carlos Cássio de Alcântara*

*José Joelson de Melo Santiago*

**Resumo:** As ligas memória de forma possuem aplicações nas áreas civil, robótica, automotiva, aeroespacial e biomédica, portanto estudar esses materiais para potencializar novas aplicações é importante para permitir avanços tecnológicos. Este trabalho teve como objetivo investigar a influência dos diversos tamanhos de grãos, obtidos por refinamento e tratamento de crescimento anormal de grão, nas propriedades mecânicas das ligas policristalinas com memória de forma CuAlMn, CuAlMnNb e CuAlMnTiB. As ligas foram elaboradas em forno sob atmosfera ambiente, tratadas termicamente para a obtenção de grãos grosseiros e então caracterizadas por ensaios de microscopia óptica, e dureza. Percebeu-se que ativação do crescimento anormal de grão está relacionada com a laminação, enquanto que a adição de inoculantes surte efeito na sua dureza. As ligas com refinadores mostraram se menos dúcteis

**Palavras-Chave:** Tamanho de grão. Dureza Brinell. Crescimento Anormal de Grão. Ligas com memória de forma.

## 1. INTRODUÇÃO

O efeito de memória de forma (EMF) foi descoberto em uma liga Au-47.5at%Cd, mas a sua real evolução foi conhecida por BUEHLER, GILFRICH e WILLEY (1963) com o desvendar do EMF na liga Ni-Ti. As ligas fundamentadas em Ni-Ti apresentam excelentes características de memória de forma (ZAK; KNEISSL; ZATULSKIJ, 1996, p. 367), salientando seu uso extenso na área biomédica, pelo fato de mostrar ótima biocompatibilidade (JAIN et al., 2016, p. 1289). Porém, o seu uso advém de um alto custo e demonstra complicação, devido ter baixa ductilidade, quando são elaboradas e processadas (MALLIK; SAMPATH, 2008, p.680).

Nos últimos anos, as ligas EMF possuem bastante aplicação devido suas características singulares, desta forma, possui uma vasta aplicação em peças mecânicas, como: união de tubos, fixadores mecânicos (ZAK; KNEISSL; ZATULSKIJ, 1996, p.363), atuadores mecânicos, aplicações biomédicas como odontologia, ortopedia, cirurgia cardiovascular (CZECHOWICZ; LANGBEIN, 2015, p. v).

As ligas de EMF que foram descobertas à base de cobre ou com inserção do mesmo, foram uma alternativa de grande valia para substituir as ligas Ni-Ti. Ainda na década de 60, houve melhorias nessas ligas (PINA, 2006). Como as ligas com adição de cobre apresentam melhor ductilidade, assim reduzem o seu custo de processamento, o que garante uma vantagem econômica (AZEVEDO, 2011).

As ligas do sistema Cu-Al com adição de Mn, apresentaram potencialidade para substituir as ligas de Ni-Ti. Essas ligas apresentam características superiores às outras ligas do sistema Cu-Al e possuem propriedades semelhantes às das ligas do sistema Ni-Ti (SUTOU et al., 2008 p. 901). Seu gasto produtivo é baixo (MIELCZAREK; KOPP; RIEHEMANN, 2009, p.146), há uma facilidade de processamento (DASGUPTA et al., 2015, p. 60), excelentes propriedades de amortecimento e altas condutividades elétrica

e térmica (LIU; HUANG; XIE, 2015, p. 211), porém apresenta algumas desvantagens como: baixa ductilidade, aparecimento de trincas e pequeno efeito memória de forma, reduzindo seu uso.

Com o intuito de melhorar algumas características desse tipo de liga a base de cobre, é inserido na composição dessa liga um terceiro e até quarto elemento, alterando propriedades como o tamanho do grão, grau de deformação, temperaturas de transformação e outras propriedades. Vários estudos foram realizados a fim de se conhecer a influência das diversas variáveis nas propriedades térmicas e mecânicas das ligas CuAlMn, dentre eles: estudos acerca da influência da composição química (ISHIDA, 1999, MALLIK; SAMPATH, 2008; MALLIK; SAMPATH, 2009; CANBAY; GENÇ; SEKERCİ, 2014; CANBAY; KARAGOZ; YAKUPHANOGLU, 2014; DASGUPTA et al., 2015; SUTOU; KAINUMA.); da morfologia e do tamanho de grão (SUTOU et al., 2006; SUTOU et al., 2013; LIU; HUANG; LIU; HUANG; XIE, 2014; XIE, 2015; ROCA et al., 2015); e referente à tratamentos térmicos (OBRADÓ et al., 1999; WANG et al., 2014).

Por intermédio desses estudos e diversos trabalhos atuais, Yang et al (2016), conseguiram aperfeiçoar a ductilidade da liga CuAlMn com o refino de grão, e Liu et al. (2017) acrescentou na superelasticidade através do crescimento anormal de grão (CAG).

Nesse trabalho será realizado um estudo microestrutural da liga CuAlMn com adição de elementos, como analisar o efeito dessa adição na microestrutura da liga.

## 2. METODOLOGIA

As atividades desenvolvidas foram inteiramente realizadas nas instalações da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). A metodologia adotada está apresentada no fluxograma da Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma da sequência metodológica.



Foram definidas três ligas policristalinas, Cu-Al-Mn, Cu-Al-Mn-Nb e Cu-Al-Mn-Ti-B, produzidas com elementos de pureza comercial (98%) nas composições: Cu-9,75%Al-8,1%Mn; Cu-9,75%Al-8,1%Mn-2,0%Nb e Cu-9,75%Al-8,1%Mn-0,5%Ti-0,5%B (% em peso) respectivamente. Os elementos foram primeiramente pesados em uma balança de precisão da marca shimadzu, modelo TX323L. Vale ressaltar que o manganês antes de ser pesado, necessitou passar por um processo de decapagem, para que fosse possível remover a camada superficial de óxido. Para isso, uma quantidade de manganês foi imersa em uma solução aquosa com ácido nítrico 10%, de composição H<sub>2</sub>O-5%HNO<sub>3</sub> (% em volume).

As ligas foram elaboradas em um forno tipo mufla da marca LUCADAMA, modelo LUCA2000, em um cadinho de argila-grafite, em quantidade de 350g, sob atmosfera ambiente e vazadas em moldes de seção retangular com dimensões, 37,13 mm de comprimento x 32,40 mm de largura x 7,14 mm de altura. Os corpos de prova foram manufacturados a partir do corte dos moldes em máquina de corte marca Risitec, modelo CMR-60.

Os corpos de prova das três ligas foram submetidos a tratamentos térmicos. Inicialmente todas as amostras foram submetidas a homogeneização a 850 °C por 12 horas com têmpera em água a temperatura ambiente. Posteriormente dividiram-se os corpos de prova e realizou-se três diferentes tratamentos térmicos com intuito de atingir o crescimento anormal de grão. Nesse tratamento o material é submetido a rampa de aquecimento até atingir 550°C e mantido nesse patamar por 15 minutos. Após isso, o material é novamente aquecido até 850°C e

mantido nesse patamar por 15 minutos. Por fim os corpos de prova foram resfriados bruscamente em água a temperatura ambiente, 25°C.

A análise de dureza foi realizada no durômetro da marca Mitutoyo, modelo HR-300, com carga de 187,5 kgf, tempo de aplicação de carga de 15 s, fator de carga 30 e uma esfera de 2,5 mm ensaiados em temperatura ambiente de acordo com a norma NBR NM-ISO6506-1. Para a medição das calotas esféricas foi utilizado um microscópio digital, juntamente com um software de edição de imagens.

Para análise metalográfica foi utilizado microscópio óptico da marca Olympus, modelo QX51. As amostras foram preparadas com lixamento manual e sequencial com lixas de numeração 80, 120, 320, 600 e 1200, seguidas de polimento mecânico em alumina 1µm. O ataque químico reativo utilizado nas ligas sem TiB foi o cloreto de ferro III (5g FeCl<sub>3</sub>, 30 ml de HCl fumante 37% e 100ml de H<sub>2</sub>O destilada). Para as ligas com TiB, o reativo foi 2g de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, 8ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 2ml HCl e 100 ml H<sub>2</sub>O destilada.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de dureza Brinell das Ligas CuAlMn, CuAlMnNb e CuAlMnTiB, os valores obtidos para os tratamentos térmicos: têmpera, CAG1, CAG2 e CAG3, estão apresentados na Tabela 1. Os valores obtidos mostram que o tratamento térmico utilizado não promoveu variação significativa da dureza. Tal resultado sugere a não ocorrência de mudanças microestruturais provenientes dos tratamentos para crescimento anormal de grão.

Tabela 1 – Resultados da Dureza Brinell.

Tratamentos Térmicos	Dureza [HB]		
	Liga CuAlMn	Liga CuAlMnNb	Liga CuAlMnTiB
Têmpera	208,1	222,1	234,7
CAG1	210,7	222,3	232,4
CAG2	221,3	211,4	226,7
CAG3	215,9	216,2	233,8

Observa-se um pequeno aumento de dureza com o acréscimo de Nb. Acredita-se que esse acréscimo é devido o Nb favorecer a nucleação de precipitados, aumentando a rigidez do material. A liga CuAlMnTiB apresentou a maior dureza no tratamento de têmpera quando comparada às outras ligas, tendo um acréscimo de, aproximadamente,

13% em relação à liga CuAlMn e 6% em relação à liga CuAlMnNb.

O tamanho médio de grão foi mensurado através da determinação do comprimento médio do intercepto, de acordo com a norma NBR NM241:2001, para os tratamentos térmicos de têmpera e CAG3, como pode ser visualizado na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados do Tamanho de Grão

Tratamentos Térmicos	Tamanho de Grão [mm]		
	Liga CuAlMn	Liga CuAlMnNb	Liga CuAlMnTiB
Têmpera	1,16	0,78	0,065
CAG3	1,17	0,78	0,059

O tamanho médio de grão diminuiu significativamente com acréscimo de Nb e TiB, comprovando a eficácia desses elementos como refinadores de grão em ligas CuAl. Em relação ao tratamento térmico não houve variação significativa do tamanho médio de grão, tal resultado reforça a hipótese que a eficácia do crescimento anormal de grão está associada com a

laminação, conforme apresentado por Alcântara (2017) que obteve um tamanho médio de grão de aproximadamente 5,0 mm com apenas um ciclo de CAG em uma liga CuAlMnTiB.

As micrografias das amostras realizadas após o ataque químico podem ser visualizadas na Figura 2, Figura 3 e Figura 4.

Figura 2 – Metalografia da Liga CuAlMn. (a) Amostra Temperada com zoom de 50x. (b) Amostra CAG3 com zoom de 50x.

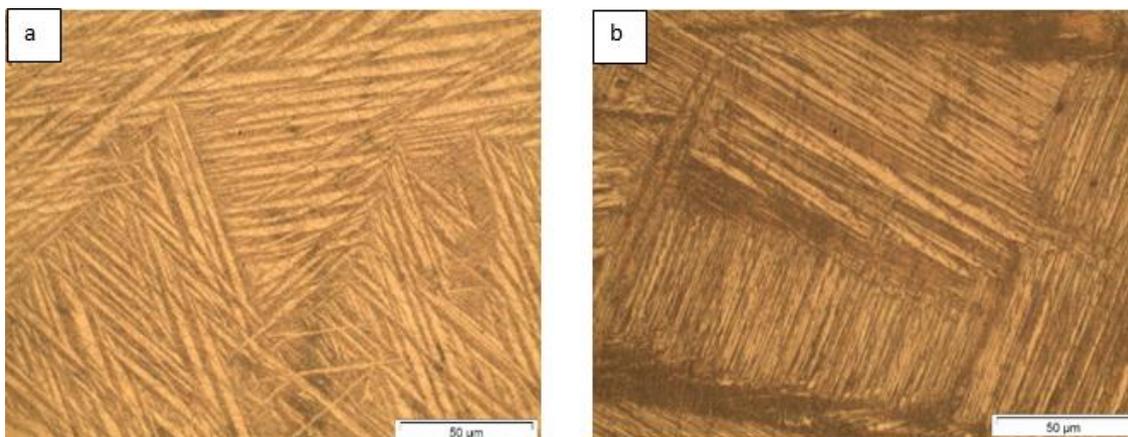


Figura 3 – Metalografia da Liga CuAlMnNb. (a) Amostra Temperada com zoom de 50x. (b) Amostra CAG3 com zoom de 50x.

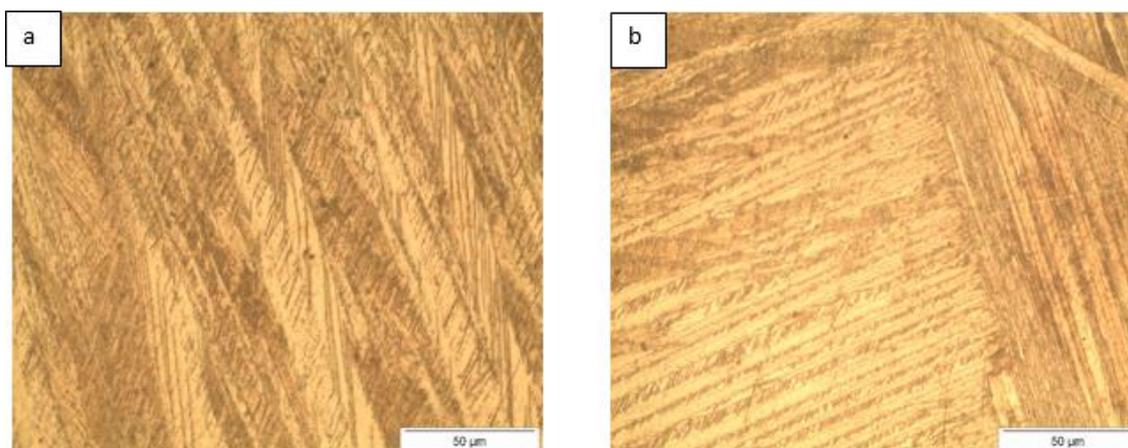
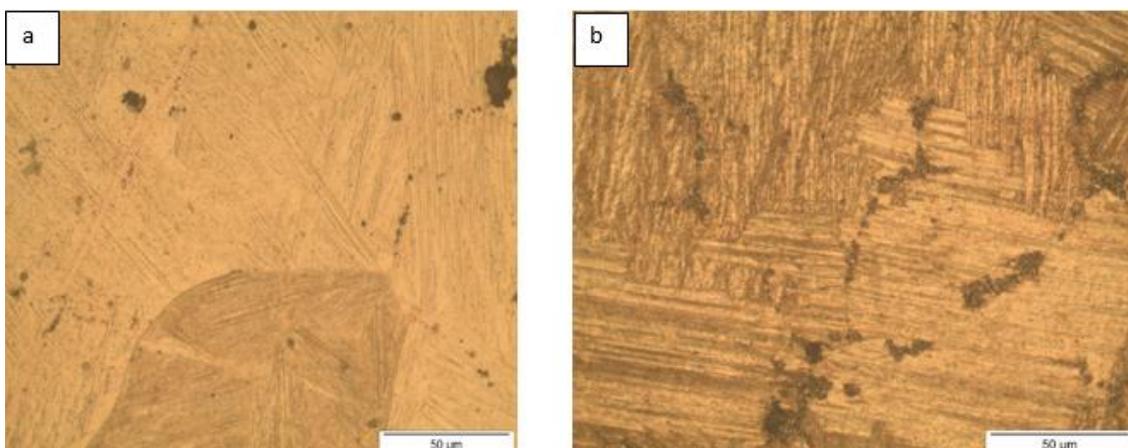


Figura 4 – Metalografia da Liga CuAlMnTiBc. (a) Amostra Temperada com zoom de 50x. (b) Amostra CAG3 com zoom de 50x.



Todas as amostras apresentaram plaquetas e agulhas, características da fase martensítica. Segundo as micrografias mostradas, evidencia-se o não Crescimento Anormal de Grão, tal fato pode ser explicado pela não utilização do processo de laminação na confecção dos Corpos de Prova. Em estudos realizados por Omori et al (2013), Liu et al (2017) e Alcântara (2017), todos os Cps que obtiveram o crescimento anormal de grão foram submetidos ao processo de laminação.

#### 4. CONCLUSÕES

Neste trabalho, a elaboração dos diferentes tipos de ligas através do processo

#### REFERÊNCIAS

- [1] Alcântara, C. C. de. Influência do Crescimento Anormal de Grão nas Propriedades Mecânicas de Ligas Superelásticas CuAlMnTiB e CuAlMn. 2017. 67 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) — Universidade Federal da Paraíba.
- [2] Andrés, F. J. P. Caracterización de la cinética de crecimiento de grano, desgaste y corrosión en aleaciones inteligentes con memoria deforma base cobre para aplicaciones tecnológicas. Tese (Doutorado em Ciências com Especialidade em Química) - Universitat Politècnica de Catalunya. 2000.
- [3] Araujo Filho, O. O. Obtenção e caracterização da liga quaternária –Cu-Zn-Al-Ni com efeito memória de forma. Dissertação de mestrado. Demec / UFPE, 2000.
- [4] Asociación Mercosur de Normalización. NM241:2001 - Determinação do tamanho de grão em materiais metálicos. 2001.
- [5] Azevedo, M. R. D. Estudo do Sistema DE LIGAS Cu-Al Passíveis do Efeito Memória de Forma. 2011. Monografia (Bacharel em Ciência e Tecnologia) — Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA.
- [6] Buehler, W. J.; Gilfrich, J. W.; Willey, R. C. Effect of low temperature phase changes on the mechanical properties of alloys near composition TiNi. *J. Appl. Phys.*, n. 34, p. None – 1475, 1963.
- [7] Canbay, C. A.; Genc, Z. K.; Sekerci, M. Thermal and structural characterization of Cu–Al–Mn–X (Ti, Ni) shape memory alloys. *Applied Physics: Materials Science & Processing*, A, n. 115, p. 371 – 377, Apr 2014.
- [8] Czechowicz, A.; Langbein, S. Shape Memory Alloy Valves: Basics, Potentials, Design. [S.l.]: Springer, 2015. ISBN 978-3-319-19081-5.

convencional de fundição foi realizada com êxito.

Ocorreu uma diminuição do tamanho médio de grão das ligas com refinadores em relação à liga sem refinador.

Percebeu-se o não crescimento anormal de grão em ligas não laminadas.

Todas as ligas submetidas a tratamento térmico apresentaram estrutura martensítica à temperatura ambiente.

Não houve alteração da dureza após as etapas de tratamento térmico, entretanto a liga CuAlMnTiB apresentou dureza superior as ligas CuAlMnNb e CuAlMn, sendo esta última a de menor dureza.

- [9] Dasgupta, R. et al. Role of alloying additions on the properties of Cu-Al-Mn shape memory alloys. *Journal of Alloys and Compounds*, v. 620, p. 60 – 66, Jan 2015. ISSN 0925-8388.
- [10] Funakuko, H. Shape memory alloys. New York : Gordon and Breach Science Publisher, 1987.
- [11] Garcia, Amauri; SPIM, Jaime Alvares; SANTOS, Carlos Alexandre dos. Ensaio dos Materiais. 2. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2012.
- [12] Hillert, M. On the theory of normal and abnormal grain growth. *Acta Metallurgica*, v. 13, n. 3, p. 227-38, mar. 1965.
- [13] Jain, A. K. et al. Effect of Varying Al/Mn Ratio on Phase Transformation in Cu-Al-Mn Shape Memory Alloys. *Transactions of the Indian Institute of Metals*, v. 69, n. 6, p. 1289 – 1295, 2016. ISSN 0975-1645.
- [14] Lagoudas, D. Shape Memory Alloy. Texas: Springer, 2008.
- [15] Lecce, L.; Concilio, A. Shape Memory Alloy Engineering for Aerospace, Structural and Biomedical Applications. [S.l.]: Elsevier, 2015. ISBN 978-0-08-099920-3.
- [16] Liu, J. et al. Microstructure and superelasticity control by rolling and heat treatment in columnar-grained Cu-Al-Mn shape memory alloy. *Materials Science & Engineering A*, 2017.
- [17] Liu, J.; Huang, H.; XIE, J. The roles of grain orientation and grain boundary characteristics in the enhanced superelasticity of Cu71.8Al17.8Mn10.4 shape memory alloys. *Materials and Design*, v. 64, p. 427 – 433, 2014.
- [18] liu, J.; Huang, H.; XIE, J. Superelastic anisotropy characteristics of columnar-grained Cu-Al-Mn shape memory alloys and its potential applications. *Materials & Design*, v. 85, p. 211 – 220, Nov 2015. ISSN 0264-1275.
- [19] Mallik, U. S.; Sampath, V. Effect of alloying on microstructure and shape memory

characteristics of Cu-Al-Mn shape memory alloys. *Materials Science and Engineering: A*, A, n. 481 - 482, p. 680 – 683, May 2008. ISSN 0921-5093.

[20] Mallik, U. S.; Sampath, V. Influence of quaternary alloying additions on transformation temperatures and shape memory properties of Cu-Al-Mn shape memory alloy. *Journal of Alloys and Compounds*, v. 469, p. 156 – 163, Feb 2009. ISSN 0925 8388.

[21] Mielczarek, A.; Kopp, N.; Riehemann, W. Ageing effects after heat treatment in Cu-Al-Mn shape memory alloys. *Materials Science and Engineering, A*, n. 521 - 522, p. 182 – 185, Sep 2009. ISSN 0921-5093.

[22] Mielczarek, A. et al. Mechanical and fatigue properties of Cu - Al - Mn shape memory alloys with influence of mechanical cycling on amplitude dependence of internal friction at room temperature. *Solid State Phenomena*, v. 137, p. 145 – 154, Mar 2008.

[23] Obradó, E. et al. Quenching effects in Cu-Al-Mn shape memory alloy. *Materials Science and Engineering: A*, A, n. 273, p. 586 – 589, Dec 1999. ISSN 0921-5093.

[24] Otsuka, K., and C.M.Wayman. *Shape Memory Materials*. Cambridge University Press, 1998.

[25] Omori, T. et al. Abnormal Grain Growth Induced by Cyclic Heat Treatment. *Science*, [s.l.], v. 341, n. 6153, p.1500-1502, 26 set. 2013. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.1238017>.

[26] Omori, T.; Iwaizako, H.; Kainuma, R.. Abnormal grain growth induced by cyclic heat treatment in Fe-Mn-Al-Ni superelastic alloy. *Materials Design, Sendai*, v. 101, n. 1, p.263-269, 5 abr. 2016.

[27] Pina, E. A. C. de. *Estudo Da Estabilização na Liga Cu-Al-Mn com Efeito Memória De Forma*. 2006. 69 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) — Universidade Federal de Pernambuco.

[28] Roca, P. L. et al. B-grain size Effects on the 18R-martensite Microstructure in Cu-based

SMA. *Procedia Materials Science*, v. 8, p. 1133 – 1139, 2015. ISSN 2211-8128.

[29] Sutou, Y.; Kainuma, R.; Ishida, K. Effect of alloying elements on the shape memory properties of ductile Cu-Al-Mn alloys. *Materials Science and Engineering, A*, n. 273 - 275, p. 375 – 379, Dec 1999. ISSN 0921-5093.

[30] Sutou, Y. et al. Effects of grain size and texture on damping properties of Cu-Al-Mn-based shape memory alloys. *Materials Science and Engineering, A*, n. 438 - 440, p. 743 – 746, Nov 2006. ISSN 0921-5093.

[31] Sutou, Y. et al. Ductile Cu–Al–Mn based shape memory alloys: general properties and applications. *Materials Science and Technology*, v. 24, n. 8, p. 896 – 901, 2008.

[32] Sutou, Y. et al. Grain size dependence of pseudoelasticity in polycrystalline Cu-Al-Mn-based shape memory sheets. *Acta Materialia*, v. 61, n. 10, p. 3842 – 3850, Jun 2013. ISSN 1359-6454.

[33] Target Engenharia e Consultoria Ltda. (São Paulo). *Materiais metálicos - Ensaio de dureza Brinell - Parte 1: Método de ensaio (ISO 6506-1:2005, IDT)*. 2010. Disponível em: <<https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/41927/nbrnm-iso6506-1-materiais-metalicos-ensaio-de-dureza-brinell-parte-1-metodo-de-ensaio-iso-6506-1-2005-idt>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

[34] Wang, S. et al. Influence of recovery heating rate on shape memory effect in up- quenched Cu-Al-Mn alloy. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, v. 24, n. 10, p. 3196 – 3200, 2014. ISSN 1003-6326.

[35] Yang, J. et al. Effects of grain refinement on the structure and properties of a CuAlMn shape memory alloy. *Materials Science & Engineering A*, 2016.

[36] Zak, G., Kneissl, A. C., Zatulskij, G. Shape memory effect in Cryogenic Cu-Al-Mn alloys. *Scripta Materialia*, v. 34, n. 3, p. 363.367, 1995.

[37] Zak, G.; Kneissl, A.; Zatulskij, G. Shape Memory Effect IN Cryogenic Cu-Al-Mn ALLOYS. *Scripta Materialia*, v. 34, n. 3, p. 363 – 367, 1996.

# Capítulo 18

## *ISO 55000 PRECURSORA DA QUALIDADE NA INDÚSTRIA 4.0*

*Carolina Aquino Ramponi Sena*

*Roberta Araújo de Jesus*

*Fernanda Pereira Lima*

*Jéssica de Assunção Pereira*

*Joaquim José Duarte Neto*

**Resumo:** O gerenciamento de ativos é realizado por empresas que os utilizam de forma intensiva, garantindo o alcance de seus objetivos, através da adoção de estratégias. É possível perceber, contudo, que ainda existem muitas dessas organizações distantes dessa realidade, aumentando o número de acidentes e perdas desnecessárias devido à falta de manutenção do ativo. Diante disto, a utilização da ISO 55000, uma norma global que cobre todas as fases do ciclo de vida deste ativo, faz-se necessária. Um bom gerenciamento dos ativos aumenta seu potencial e agrega valor ao mesmo. Trata-se de um estudo básico e fundamental; onde as abordagens são qualitativas, permitindo análises subjetivas; já os objetivos são descritivos e explicativos, no intuito de uma melhor análise; e quanto aos procedimentos envolvem as pesquisas bibliográficas. Este estudo tem como objetivo verificar porque a ISO 55000 permite a excelência na qualidade do gerenciamento de ativos da Indústria 4.0; sendo esta a norma de Gestão de Ativos, vigente a partir de janeiro de 2014. Entre os objetivos específicos devemos contextualizar a ISO 55000, através de uma breve descrição de sua criação, descrevendo suas abordagens e normas complementares; diferenciar a manutenção do gerenciamento de ativos, enfatizando a importância da Gestão de Ativos; descrever sobre os impactos trazidos e impulsionados pela Indústria 4.0, destacando exigências deste novo modelo produtivo com relação à atuação das empresas; analisar a ISO 55000 como parâmetro de excelência na qualidade através do gerenciamento de ativos frente as influências da Indústria 4.0. Melhorar esse gerenciamento fará com que haja também a melhoria no ciclo de vida desses ativos, aumentando as chances de alcançar o objetivo previamente traçado pela organização.

**Palavras-chave:** ISO 55000, Indústria 4.0, qualidade.

## 1. INTRODUÇÃO

Ao analisarmos o cenário atual, percebemos que muitas organizações não têm utilizado estratégias que as possibilitem alcançar um resultado significativo ao longo do tempo. Essa afirmação torna-se evidente quando relacionamos a deficiência na manutenção dos ativos de segurança e os acidentes ocorridos no ambiente de trabalho em função. Em contrapartida, é importante que haja a identificação e o gerenciamento dos riscos associados às funções de valor agregado dos ativos, avaliando o custo total do seu ciclo de vida; e dessa forma, analisa-se e identifica-se todo seu potencial em geração à criação de valor.

Para facilitar a compreensão da participação e crescimento de mercado no cenário nacional, podem ser utilizados os estudos direcionados. Com isso, abordagens relativas à Gestão de Ativos; sejam através de evidenciação, de probabilidade ou de entendimento de seus fatores; são indispensáveis para o amadurecimento seguro das atividades produtivas do país. As indústrias que possuem ativos críticos; sejam estes tangíveis (físicos, financeiros, humanos, entre outros) ou intangíveis; têm sido desafiadas a gerirem estes ativos de forma eficaz e eficiente, a fim de maximizar os benefícios durante seu período de utilidade. Um gerenciamento ideal dos ativos minimiza o custo total do ciclo de vida destes e, portanto, permite maximizar o valor de investimentos e a satisfação das partes interessadas.

Diante disto, o objetivo deste estudo consiste em verificar porque a ISO 55000 permite a excelência na qualidade do gerenciamento de ativos da Indústria 4.0; sendo esta a norma de Gestão de Ativos, vigente a partir de janeiro de 2014. Entre os objetivos específicos devemos contextualizar a ISO 5500, através de uma breve descrição de sua criação, descrevendo suas abordagens e normas complementares; diferenciar a manutenção do gerenciamento de ativos, enfatizando a importância da Gestão de Ativos; descrever sobre os impactos trazidos e impulsionados pela Indústria 4.0, destacando exigências deste novo modelo produtivo com relação a atuação das empresas; analisar a ISO 55000 como parâmetro de excelência na qualidade através do gerenciamento de ativos frente as influências da Indústria 4.0.

Trata-se de um estudo básico e fundamental; onde as abordagens são qualitativas, permitindo análises subjetivas; já os objetivos são descritivos e explicativos, no intuito de uma melhor análise; e quanto aos procedimentos envolvem as pesquisas bibliográficas (GIL, 2008).

A transposição da manutenção para o gerenciamento de ativos permite oportunizar a excelência na qualidade; frente a amplitude da excelência e da qualidade, como direcionadoras dos resultados e sucesso organizacional; logo, a eficiente Gestão de Ativos torna as empresas mais lucrativas, gerando alavancagens financeiras, impactando na permanência destas no mercado contemporâneo, introduzidos pela Indústria 4.0. Portanto, temos como hipótese que a ISO 55000 e suas normas complementares, direcionarão o desempenho do gerenciamento de ativos das atuais organizações, atribuindo inúmeras vantagens e benefícios aos processos produtivos e contribuindo também para melhores práticas contábeis e administrativas.

Hoje, a Gestão de Ativos passou a ser vista como uma ferramenta, capaz de permitir medições e controles, no intuito de administrar os riscos. Para que haja o desempenho desta gestão e sua aplicabilidade seja eficiente, é aconselhável que as organizações sejam guiadas pela ISO 55000, que quando aplica a todos os tipos de ativos, a manutenção pode agregar valor em todas as fases do ciclo de vida de um ativo físico e este pode ser melhorado durante seu gerenciamento.

## 2. ISO 55000 E A GESTÃO DE ATIVOS

“A gestão de ativos representa uma mudança cultural no planejamento estratégico das empresas que adicionam à tradicional visão sobre produtos e clientes à visão dos ativos e do valor que estes são capazes de gerar ao negócio” (ICA, 2015, p. 10). O marco inicial, segundo Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos (ABRAMAN, 2014), foi com a publicação da norma pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em 2 de janeiro de 2014, com o intuito de universalizar um modelo de gestão para os ativos, de forma que os riscos possam ser quantificados para melhor eficiência dos processos e dos resultados, garantindo a qualidade e seus pressupostos.

Basicamente, a série de padrões ISO 55000 consistem em três partes:

- A) ISO 55000 - Gerenciamento de Ativos: fornece uma visão geral da Gestão de Ativos, com os princípios, termos e definições de padrões aplicáveis e os benefícios obtidos;
- B) ISO 55001 - Gerenciamento de Ativos - Sistemas de Gerenciamento: especifica o que é necessário para configurar, executar, manter e melhorar o sistema.
- C) ISO 55002 - Diretrizes Para a Aplicação da ISO 55001: orientações para a

implementação dos requisitos necessários para a operação de um sistema de gestão de ativos.

Diante da necessidade das organizações da implantação e/ou adequação a Gestão de Ativos, cabe entender de forma coordenada os padrões que envolvem a ISO 55000, destacando também seus conteúdos; neste sentido, a Fig. (1), ilustra as normas e os conteúdos da ISO 55000, conforme a ICA (2014).

Figura 4: Normas e conteúdos da ISO 55000



Fonte: Adaptado da ICA, 2014.

Dentre as vantagens em se gerenciar ativos, encontram-se, segundo O'Hanlon (2014): a melhoria do desempenho dos ativos; a cobertura do ciclo de vida (agregando valor ao ativo); tomada de decisões informadas, que permite que a organização tome suas decisões de forma a equilibrar os custos, os riscos, as oportunidades e o desempenho alinhando-se melhor aos seus objetivos; gerenciamento de riscos; o benchmarking, tornando possível medir as melhores práticas em gerenciamento de ativos; contribuição para a devida diligência, com a utilização de padrões de organização; interconexão e coordenação de disciplinas, pois a norma possibilita a inter-relação entre todos os departamentos da organização; transparência (facilita auditorias); conformidade regulatória, através da proteção a consumidores e investidores; e o marketing, sendo uma vantagem competitiva ter a certificação de um sistema de gerenciamento organizacional de ativos.

## 2.1 PRECURSORES DA ISO 55000

Nelson (2013, p. 5) afirma que "gerenciamento de ativos não é sobre gerenciamento de projetos ou manutenção. Todos devem estar envolvidos: aquisição, finanças, pessoal, planejamento, design, administração, gestão, marketing e atendimento ao cliente". Não se pode negar que a manutenção é um dos fatores essenciais para um gerenciamento de ativos eficaz, pois auxilia na otimização do ciclo de vida do ativo físico e em seu desempenho.

De acordo com a ISO 55000 o gerenciamento de ativos é "a atividade coordenada de uma organização para ativos. Isso engloba planejamento coordenado e otimizado, seleção de ativos, desenvolvimento, utilização, cuidados e extensão de vida dos ativos" (O'HANLON, 2014, p. 7). Entendemos que gerenciar a manutenção é apenas uma parte do processo de gerenciamento de ativos, já que este abrange o que é físico e não físico.

Por isso, o gerenciamento de manutenção sofre influências do ambiente de negócios, dos objetivos, das políticas, estratégias e planos, mas também é influência em outros

aspectos: estratégias, planejamentos e tomada de decisões (KOMONEN, 2014). Onde as influências externas (dinâmicas, políticas governamentais, disputas, avanços tecnológicos, legislação, entre outras) também afetam a gestão de ativos.

Os benefícios que se podem obter da gestão de ativos físicos baseados em manutenção são (LIFE CYCLE ENGINEERING, 2013):

1. Fiabilidade do ativo físico sustentado, uma vez, que os ativos físicos executam suas funções sob condições operacionais e ambientais adequadas de forma a manter e aumentar seu tempo de vida útil;
2. Melhor disponibilidade de ativos e produção física, na busca por redução nos custos e aumento da eficiência;
3. Custos de manutenção reduzidos, onde os custos de manutenção e o potencial de manutenção da terceirização e utilização de materiais serão reduzidos;
4. Melhor qualidade do produto, com a manutenção efetiva dos ativos físicos relacionados à produção implica uma boa taxa de qualidade em relação aos itens que estão sendo produzidos e isso; por sua vez, evita ações, sanções legislativas e perda de reputação em relação à insatisfação do consumidor;
5. Melhor registro de segurança, através da redução de eventos acidentais e danos ao pessoal;
6. Impacto ambiental reduzido, seja na identificação de aspectos ambientais; isto é, elementos de uma atividade, produtos ou serviços da organização que podem interagir com o meio ambiente; serão encorajadas, com adaptações às condições climáticas;
7. Melhor conformidade regulamentar, diante da capacidade da organização de cumprir com a segurança e regulamentos ambientais, requisitos legais e estatutários;
8. Maior potencial de prolongamento da vida, permitindo alargar o ciclo de vida dos ativos físicos, adiar o custo do descomissionamento e otimizar os lucros;
9. Melhoria dos custos do ciclo de vida, sendo que a organização tenderá a perceber os custos totais ideais do ciclo de vida ou lucro do ciclo de vida competitivo, para produzir um item ou prestar um serviço;

10. Retorno otimizado dos ativos físicos, diante de um retorno de longo prazo serão alcançados melhores resultados;

11. Sustentabilidade contribuirá de forma sustentável para aos objetivos de negócios definidos da organização.

Complementa, a ICA (2014, p. 71) acerca desta transposição entre manutenção e gerenciamento de ativos passível através das normatizações da ISO 55000:

Por ser capaz de identificar o momento em que o componente irá atingir o fim de vida útil, a aplicação desta metodologia permitirá ao gestor de ativos, a um risco calculado e específico de cada componente, reduzir os custos e melhorar o desempenho das conexões elétricas e equipamentos associados. Poderá, de forma segura, postergar as intervenções e programar o momento mais propício para atuar, capturando com isso os benefícios da manutenção preditiva e do aproveitamento de outros serviços na instalação.

### 3. O CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

“A história pontua fatos que marcam alterações significativas nas áreas sociais, política e econômica. Estas mudanças são provocadas, em grande parte, por avanços tecnológicos” (MORAIS e MONTEIRO, 2016, p. 2). Atualmente, as empresas estão diante de uma nova revolução, que ficou conhecida como Indústria 4.0, está vêm implementando de novas tecnologias, capazes de interligar indústrias e máquinas, através da otimização dos recursos e dos processos produtivos. O surgimento desta Quarta Revolução se deu através de uma ação estratégica promovida por acadêmicos e pelo Governo alemão para a manutenção e desenvolvimento da competitividade de sua indústria.

É possível percebermos que tais revoluções marcaram definitivamente o modo de produzir e as relações trabalhistas existentes; historicamente, tivemos a Primeira Revolução Industrial marcada pelo desenvolvimento da máquina à vapor; enquanto na Segunda Revolução Industrial a energia foi a grande descoberta e a precursora de grandes mudanças; já a Terceira Revolução Industrial esteve marcada pela introdução da computação, pelo desenvolvimento e aprimoramento dos computadores; enquanto a Quarta Revolução Industrial busca a otimização dos processos, sendo a terceira

revolução aprimorada, com o uso constante das novas tecnologias (MORAIS e MONTEIRO, 2016).

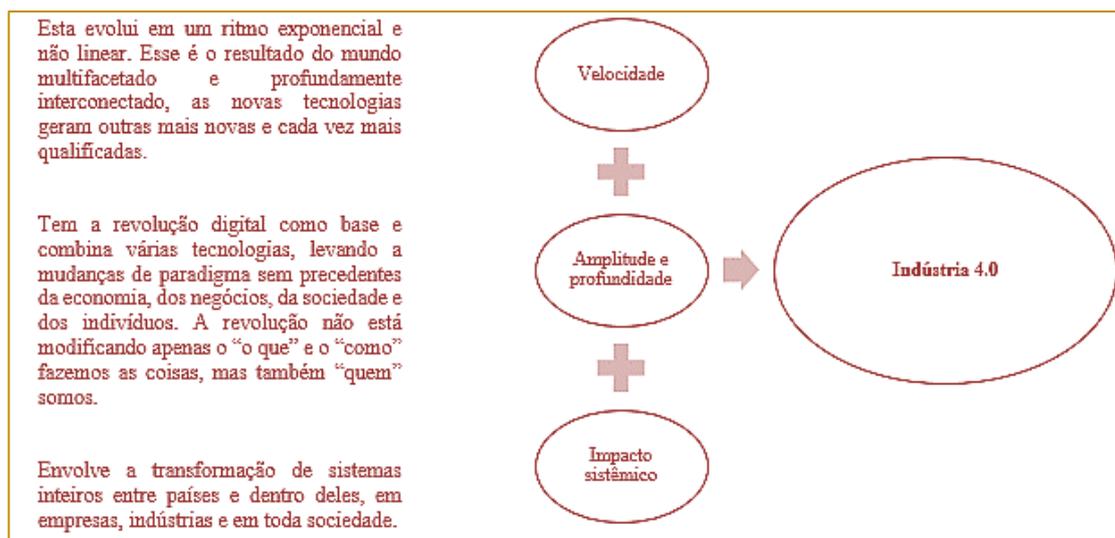
Na Alemanha, há discussões sobre a “indústria 4.0”, um termo cunhado em 2011 na feira de Hannover para descrever como isso irá revolucionar a organização das cadeias globais de valor. Ao permitir “fábricas inteligentes”, a quarta revolução industrial cria um mundo onde os sistemas físicos e virtuais de fabricação cooperam de forma global e flexível. Isso permite a total personalização de produtos e a criação de novos modelos operacionais (SCHWAB, 2016, p. 3).

Esta nova revolução englobando a produção, a sustentabilidade, a satisfação dos clientes, e utilizando sistemas que envolvem tecnologias e inovações, como os robôs e a inteligência artificial; conseqüentemente, a

qualidade também está diretamente relacionada a este novo modo de produção. Compactando os processos produtivos, com a redução de trabalhadores, com menores custos marginais; neste sentido destaca Schwab (2016, p. 13) que “na realidade da era digital, muitas novas empresas oferecem “bens de informação” com custos praticamente nulos de armazenamento, de transporte e de replicação. [...] As inovações tangíveis que resultam da interdependência entre tecnologias distintas não são mais ficção científica”.

Podemos destacar que a Indústria 4.0 possui três características básicas e distintas das demais revoluções, a velocidade, a amplitude e profundidade, e impacto sistêmico (SCHWAB, 2016); a Fig. (2) aborda e descreve estas características.

Figura 2: Características da Indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial



Fonte: Adaptado de SCHWAB, 2016.

#### 4. A QUALIDADE NA INDÚSTRIA 4.0 ATRAVÉS DA ISO 55000

A Gestão de Ativos permite uma nova abordagem, direcionada para os objetivos estratégicos, envolvendo todas as partes e áreas das empresas, identificando a importância da fragmentação das partes para compreender os processos de forma holística. “As novas necessidades da indústria, com o aumento da necessidade da fiabilidade e garantias de qualidade nos fornecimentos de serviços e produtos. O aumento da necessidade de otimização da gestão dos ativos é visível no progressivo

aumento das exigências dos reguladores nas várias áreas” (FECHA, 2012, p. 10). Exigindo que muitas mudanças, sejam estas impulsionadas pela globalização dos mercados e/ou pelas acirradas concorrências, não permitindo e perdendo desconsiderações que ferem a lucratividade dos processos produtivos, sendo todas as mensurações plausíveis de análises.

À ICA (2014, p. 71) efetiva sobre as aplicações e viabilidades da certificação de Gestão de Ativos, relatando acerca do papel e do perfil do gestor de ativos diante do novo cenário:

A partir do conhecimento de quanto cada componente de incerteza influi na determinação dos riscos, o gestor de ativos poderá, ainda, melhorar suas previsões se visitar periodicamente os modelos, importando as informações de carregamento e de relatórios mais recentes de inspeção, bem como selecionando instrumentos mais adequados, corrigindo procedimentos e atualizando treinamentos. Além disso, será capaz de comparar o desempenho entre tipos de conectores, locais e condições de operação, bem como a qualidade do procedimento de instalação e da manutenção que vem sendo realizada e atuar, quando necessário, perante às equipes e fornecedores induzindo a modificação de características de projeto dos componentes para melhorar as condições de medição por termografia e de resistência mecânica apresentada por condutores e conectores.

Sendo, portanto, que o gestor de ativos através das aplicações e abordagens da ISO 55000 um percurso pela excelência na qualidade, garantindo não somente o melhoramento dos processos produtivos, mais um melhor desempenho de todos os ativos que compõem o fornecimento dos bens e serviços, permitindo o direcionamento dos esforços. Onde, “a gestão de ativos não se limita ao gerenciamento de ativos, mas transcende a barreira dos limites operacionais para influenciar nas estratégias do negócio. As normas ABNT ISO 5500X, lançadas em 2014, trazem para as organizações o desafio de quantificar a sua eficiência em termos de risco” (ICA, 2014, p. 57).

Entre os principais benefícios alcançados, com relação a excelência na qualidade, podemos citar conforme ICA (2014, p. 57): melhoria na visão estratégica do negócio, melhoria do desempenho técnico e financeiro, mudança de cultura e melhoria da competitividade. Prontamente, a busca pela qualidade como excelência parte da

## REFERÊNCIAS

[1] Abraman - Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos. Brasil lança normas de gestão de ativos: requisitos da norma buscam a atuação das empresas brasileiras e são aplicáveis a qualquer tipo de organização. Rio de Janeiro, 10/02/2014. Disponível em: [www.abraman.org.br/noticias/aprovada-a-criacao-da-norma-iso-55000-](http://www.abraman.org.br/noticias/aprovada-a-criacao-da-norma-iso-55000-). Acessado em: 09/06/2018, às 22h 27 min.

necessidade do equilíbrio entre os custos, onde através da Gestão de Ativos é possível aumentar o desempenho e diminuir os riscos, alcançando resultados de curto, médio e longo prazo; e de amplitudes técnicas, econômicas e financeiras.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Gestão de Ativos compreende a administração de todo o ciclo de vida de um ativo, desde sua aquisição até seu descarte. Para uma Gestão eficiente torna-se necessário a normatização dos procedimentos e requisitos inerentes a um sistema de controle de ativos. Logo, uma das alternativas disponíveis no mercado consiste na implementação da ISO 55000, a qual proporciona melhoria contínua em seus sistemas impactados no desenvolvimento, custo e sustentabilidade organizacional.

O que se pode perceber que estas diretrizes são bastante novas, juntamente com a indústria 4.0 e devido essa contemporaneidade torna-se complexo o seu entendimento. Para otimizar essas possíveis dúvidas foi desdobrada as normas NBR ISO 55000 em NBR ISO 55001 e NBR ISO 55002 facilitando o entendimento e o processo no qual pertence.

Com estas normas os gestores terão um melhor gerenciamento de risco, rastreabilidade dos ativos, otimização do uso dos ativos em todo seu ciclo de vida, redução dos custos em reparos e aumento da produtividade, melhoria do planejamento das ações sob os ativos, qualidade dos serviços prestados aos clientes, maximização dos resultados das instituições, segurança e conformidade com as regulamentações, cumprimentos e Responsabilidade Social e Corporativa visando à melhoria da sustentabilidade organizacional.

[2] Fecha, J. F. F. Aplicações da PAS 55 ao departamento de operações e manutenção da operadora da rede elétrica de distribuição. Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. FEUP, 07/2012, 107 p.

[3] ICA - International Copper Association. Gestão de ativos: guia para aplicação da norma ABNT NBR ISO 55001. Chile, 2015, 88p.

[4] Gil, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008, 220 p.

- [5] Komonen, K. The Efnms Maintenance Concept. European Federation of National Maintenance Societies, Geneva, 2014.
- [6] LIFE Cycle Engineering. ISO 55000: Why do we need a new standard for asset management? Life Cycle Engineering, Inc., Charleston, USA, 2013.
- [7] Morais, R. R.; Monteiro, R. A indústria 4.0 e o impacto na área de operações: um ensaio. V Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade. Anais do V SINGEP, São Paulo, 20, 21 e 22/11/2016, 11 p.
- [8] Milton, R. Paradigm shifts in asset management. Melbourne, KPMG, Australia, 2013.
- [9] O'hanlon, T. ISO-55000 Asset Management Standard: What Maintenance Reliability Professionals Should Expect. 2014. Disponível em: [http://reliabilityweb.com/index.php/articles/ISO55000\\_Aset\\_Management\\_Standard\\_What\\_To\\_Expect/](http://reliabilityweb.com/index.php/articles/ISO55000_Aset_Management_Standard_What_To_Expect/). Acessado em: 10/06/2018, às 23h 47min.
- [10] Schwab, K. A quarta revolução industrial. Tradução Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016, 84 p.

# Capítulo 19

## PROJETO DE ADEQUAÇÃO DAS CONDIÇÕES ERGONÔMICAS DO SETOR DE CORTE DE UMA INDÚSTRIA TÊXTIL DO ESTADO DA PARAÍBA: UMA ABORDAGEM BASEADA NAS METODOLOGIAS RARE E AHP

*Vinícius Nascimento Araújo*

*Andresa Dantas de Araújo*

**Resumo:** Entre os setores produtivos mais tradicionais da Paraíba, a indústria têxtil vem mantendo posição de destaque. Muitas empresas paraibanas continuam investindo no melhoramento de processos de gestão e na valorização do trabalho dos funcionários. Uma preocupação recente é adaptar a forma de trabalho atual com as normas de ergonomia existentes, pois muitas empresas da região não acompanharam o desenvolvimento das legislações. No entanto, na fase inicial de adequação, as decisões devem ser tomadas em relação à melhor sequência de ações para o desenvolvimento do projeto. Dessa forma, essas decisões envolvem processos hierárquicos complexos, levando em consideração o melhor compromisso a ser encontrado entre diversos fatores e atores (econômicos, sociais, etc.). Neste artigo, é proposta uma abordagem sistemática que integra a metodologia RARE e o Processo Hierárquico Analítico. Ela permitirá que os gerentes das empresas avaliem possíveis cenários para a implementação de um projeto de adequação das condições de trabalho atuais com as exigências estabelecidas nas normas regulamentadoras de ergonomia, a fim de facilitar a integração das preferências das partes interessadas envolvidas no projeto. A abordagem proposta é então ilustrada pelo estudo de caso realizado no setor de corte de uma indústria têxtil localizada em São Bento, na Paraíba.

**Palavras-chave:** Ergonomia, Trabalho, Indústria Têxtil, Paraíba

## 1. INTRODUÇÃO

A indústria têxtil do estado da Paraíba é um dos ramos produtivos mais tradicionais do estado e vem crescendo de forma acelerada. Segundo o portal de notícias G1 Paraíba (2017), o setor têxtil foi o destaque em ampliação na Paraíba em 2016, chegando até a exportar produtos para a China. O número de trabalhadores ligados à indústria têxtil paraibana atingiu 14.491 funcionários em 2015 (G1 Paraíba, 2016).

Mesmo com os impactos negativos das crises econômica e hídrica na região, muitas empresas paraibanas mantêm esforços voltados sobre a qualidade, investindo na melhoria contínua das suas práticas de gestão para alavancar os resultados. Diante desse cenário, os gestores têm dedicado cada vez mais atenção sobre a necessidade de melhoria dos processos e a valorização do trabalho dos funcionários, em especial na adequação das condições de trabalho com as normas ergonômicas existentes.

De fato, durante a última década, as legislações ergonômicas passaram por mudanças significativas. Esse desenvolvimento das normas tem como objetivo diminuir os problemas relacionados as lesões por esforços repetitivos, distúrbios osteomusculares e todas as outras formas de prejuízo humano relacionadas ao trabalho, pois elas produzem um grande volume de incapacidades temporárias e permanentes em adultos jovens com idade produtiva.

Um projeto para realizar as adequações da forma de trabalho atual com as legislações ergonômica é composto por um conjunto de processos complexos e decisões hierárquicas associadas à múltiplos grupos de atores envolvidos. Ter métodos e ferramentas para apoiar a tomada de decisão dos gestores de empresa nos estágios iniciais é, portanto, essencial para reduzir a probabilidade de falhas. Ou seja, levar em consideração os aspectos ligados ao atendimento da legislação em vigor, mas considerando também os diversos pontos de vista dos tomadores de decisão.

Para abordar as questões acima mencionadas, este artigo propõe uma metodologia para avaliar diferentes cenários possíveis de implementação das mudanças na forma de trabalho dentro das indústrias. O artigo está estruturado da seguinte forma: na seção 2, o referencial teórico revisa

a definição de conceitos importantes. A seção 3 descreve a metodologia, descrevendo a definição de três cenários, a metodologia RARE para identificação dos riscos potenciais e a técnica multicritério para avaliação de cenários. A seção 4 explica o estudo de caso aplicado a um setor de corte de uma empresa têxtil da cidade de São Bento-PB. A seção 5 inclui uma discussão com conclusões e perspectivas.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Mario Cesar Vidal (2014), o ser humano em sua atividade de trabalho, interage com os diversos componentes do sistema produtivo, cabendo à Ergonomia modelar essas interações e buscar formas de adequação para o desempenho confortável, eficiente e seguro face às capacidades, limitações e demais características da pessoa em atividade. A definição estabelecida pela Associação Brasileira de Ergonomia, com base num debate mundial afirma que:

*“A Ergonomia objetiva modificar os sistemas de trabalho para adequar a atividade nele existentes às características, habilidades e limitações das pessoas com vistas ao seu desempenho eficiente, confortável e seguro” (ABERGO, 2000).*

Lesões por esforços repetitivos (LER) e distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT) são um grupo heterogêneo de distúrbios funcionais e/ou orgânicos do sistema musculoesquelético, principalmente de pescoço e membros superiores, relacionados, comprovadamente ou não, ao trabalho (ERGONET, 2017).

A Pesquisa Nacional de Saúde realizada pelo IBGE no ano de 2013, aponta que 2,4% dos entrevistados referiram diagnóstico médico de LER/Dort. Considerando o universo de 146,3 milhões de pessoas com mais de 18 anos representado pela pesquisa, estima-se que cerca de 3,5 milhões de pessoas têm ou já tiveram essa doença diagnosticada.

A correta implantação das ações de ergonomia, seguindo à risca as normas da NR 17, reduz a quantidade de acidentes de trabalho, evita gastos com afastamentos seja por LER/DORT ou

outras doenças, além de diminuir os custos com a assistência médica (JORNAL DO BRASIL, 2017).

O modelo RARE é uma abreviação de

Recursos-Atividades-Resultados. Ele ajuda a entender as atividades de cada ator e as interações que podem existir entre eles durante todo o ciclo de vida do produto. É um modelo que tem uma abordagem sistêmica e consiste em analisar, para cada ator, os recursos que ele utiliza para realizar suas atividades e os resultados que produz (BOLY et al., 2000).

O diagrama RARe é uma ferramenta qualitativa para análise de necessidades. Para realizar este estudo, é necessário um importante trabalho de observação e documentação sobre as atividades dos atores em questão (BRILLET, 2008).

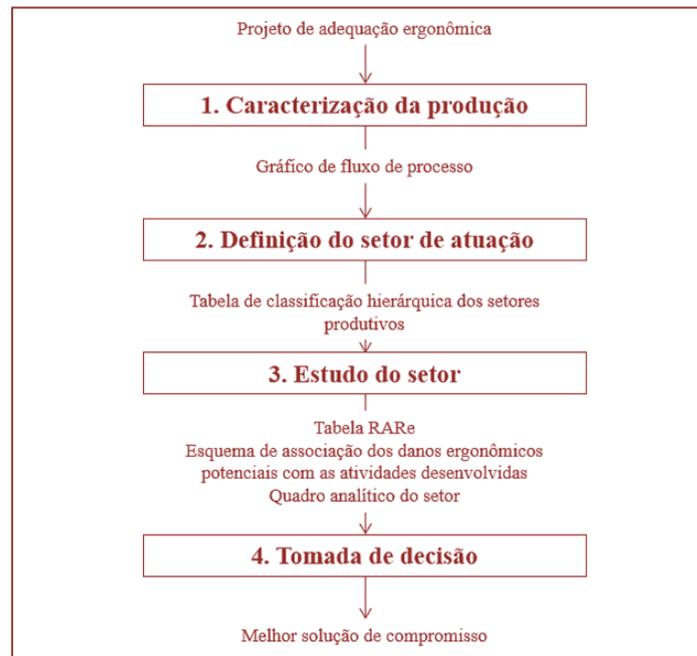
O método AHP (Analytic Hierarchy Process) foi desenvolvido por Tomas L. Saaty no início da década de 70 e é o método de multicritério mais amplamente utilizado e conhecido no apoio à tomada de decisão na resolução de conflitos negociados, em problemas com múltiplos critérios. Este método baseia-se no

método newtoniano e cartesiano de pensar, que busca tratar a complexidade com a decomposição e divisão do problema em fatores, que podem ainda ser decompostos em novos fatores até ao nível mais baixo, claros e dimensionáveis e estabelecendo relações para depois sintetizar (COSTA, 2002).

### 3. METODOLOGIA PROPOSTA

A metodologia proposta visa determinar a melhor sequência de adequações da forma de trabalho atual com as exigências ergonômicas estabelecidas na legislação em vigor, integrando a metodologia RARe para identificação dos riscos potenciais e o método MAUT de análise multicritério para auxiliar na tomada de decisões. Para isso, um procedimento de quatro etapas é definido na figura 1.

Figura 1 - Etapas da metodologia proposta



Fonte: autoria própria

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

Identificar a sequência das etapas associadas ao funcionamento do fluxo produtivo de uma empresa é uma etapa fundamental no desenvolvimento de soluções para os problemas ergonômicos dos setores de produção. Esta etapa é baseada em uma

revisão dos padrões internos existentes relacionados ao desenvolvimento das atividades de fabricação. Entender as fases produtivas, a forma de organização do trabalho e o layout utilizado, são algumas das tarefas a serem executadas nessa etapa. O estudo do fluxo de produção permitirá uma maior compreensão dos setores e das

atividades desenvolvidas e, portanto, fornece uma base melhor para o desenvolvimento de aprimoramentos do sistema. O resultado desta etapa é o gráfico de fluxo de processo.

### 3.2 DEFINIÇÃO DE CENÁRIO

O objetivo desta etapa é classificar os diferentes setores produtivos em uma sequência hierárquica. Para isso duas variáveis são avaliadas: o tempo de realização das atividades e o número de funcionários envolvidos. Para um sistema produtivo com 5 setores, por exemplo, uma nota de 1 à 5 será atribuída para o fator tempo, onde 1 representa o menor tempo e 5 o maior tempo. Já para o fator de número de funcionários, uma nota de 1 à 5 também será atribuída, mas 1 representa o maior número de trabalhadores e 5 o menor número de trabalhadores. Essa abordagem inversamente proporcional é baseada sobre o ponto de vista de que os setores onde se tem um tempo de ciclo produtivo maior, os funcionários estão mais propícios aos riscos ergonômicos. E nos setores com menor número de funcionários, os custos de adequação tendem a ser menores que nos setores com um grande volume de trabalhadores. Ao final, o setor com o maior somatório será selecionado como setor prioritário do projeto. O resultado desta etapa é a tabela de classificação hierárquica dos setores produtivos.

### 3.3 ESTUDO DO SETOR

Nesta etapa, o setor escolhido é traduzido em uma abordagem analítica, baseada na metodologia RARe. Essa proposição permite identificar os recursos utilizados, as atividades desenvolvidas e os resultados esperados pelos funcionários do setor. O objetivo é analisar de perto o funcionamento do setor, para depois associar precisamente as situações de risco ergonômico com as atividades desenvolvidas. Para isso dois grupos de riscos ergonômicos são definidos: prejuízos psicológicos e prejuízos físicos. Depois um comparativo ds situação atual com as determinações estabelecidas nas normas regulamentadoras é realizado. A partir disso, as medidas de adequação necessárias são formuladas. Os resultados desta fase são a tabela RARe, o esquema de associação dos danos potenciais da falta de ergonomia com as atividades desenvolvidas e o quadro com

propostas de mudanças de adequação.

### 3.4 TOMADA DE DECISÃO

A partir das análises realizadas na seção anterior, três cenários distintos são avaliados, levando em consideração a sequência de atuação do projeto:

**Cenário 1:** Propõe que o projeto comece pela adequação das irregularidades associadas aos prejuízos psicológicos e só depois atuar sobre as irregularidades associadas aos prejuízos físicos.

**Cenário 2:** Propõe que o projeto comece pela adequação das irregularidades associadas aos prejuízos físicos e só depois atuar sobre as irregularidades associadas aos prejuízos psicológicos.

**Cenário 3:** Propõe que o projeto de adequação atue ao mesmo tempo sobre as irregularidades associadas aos prejuízos físicos e psicológicos.

Para fazer uma avaliação dos cenários, uma pesquisa incluindo os diferentes atores envolvidos no projeto deve ser realizada para integrar suas preferências em um conjunto de critérios. Para formalizar esta etapa da metodologia, utilizou-se o método do Analytic Hierarchy Process (AHP). Este é um método multicritério de suporte à decisão que permite resolver problemas complexos de decisão. Em particular, o método AHP utiliza uma estrutura hierárquica multinível construída a partir de um objetivo, critérios e alternativas avaliadas, posteriormente para fazer uma comparação entre pares das alternativas dependendo de critérios geradores de matrizes de avaliação de dupla entrada. Essas comparações servem para determinar o grau de importância (peso) de cada critério e, então, para priorizar as alternativas propostas.

O método AHP é definido pelas seguintes etapas:

- a) Decomposição do problema em uma estrutura hierárquica:

Um problema de tomada de decisão é caracterizado por três fatores: o objetivo esperado, critérios de avaliação e possíveis alternativas;

No AHP, esses três fatores são classificados em ordem decrescente, criando uma estrutura com três níveis hierárquicos;

b) Comparação de pares:

AHP é baseado na opinião de especialistas para determinar a importância dos critérios e uma comparação entre pares é feita entre os critérios;

Essa comparação determina a importância relativa de um critério sobre os demais com base na escala proposta por Satty;

c) Definição da importância dos critérios:

As informações coletadas no estágio anterior são sintetizadas em matrizes de entrada dupla para calcular um vetor prioritário de critérios (pesos);

Esta importância dos critérios é obtida a partir do auto vetor das matrizes de entrada dupla normalizadas para 1;

d) Coerência de julgamentos:

Uma característica adicional desta metodologia é determinar a consistência da opinião de especialistas;

Assim, um índice de coerência é calculado e é considerado um problema de inconsistência se esse valor de índice exceder 0,1;

e) Priorização de alternativas:

Uma vez que a importância dos critérios é definida e validada, as alternativas são avaliadas;

Portanto, a priorização das alternativas é obtida, considerando a importância relativa

de cada critério.

## 4. ESTUDO DE CASO

Este artigo foi desenvolvido no âmbito de um projeto para melhorar a forma de trabalho dos funcionários do setor de corte de uma indústria têxtil na cidade de São Bento, na Paraíba.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA REDE

A indústria têxtil analisada possui uma produção média de 800 mil unidades de produtos têxteis a base de tecidos de algodão e sintéticos (casa, mesa e banho) por mês. Durante o desenvolvimento deste estudo de caso, foram analisadas as fases do processo de produção do lençol de solteiro com elástico 150x196x25cm.

A principal matéria-prima é um tecido sintético fornecido por outra indústria têxtil localizada na região sul do Brasil. Este tecido chega na indústria paraibana descolorido e é armazenado no galpão de tinturaria. A primeira operação do fluxo produtivo é a coloração do tecido. Depois ele transportado para o setor de corte, para onde as peças são cortadas em tamanhos

padronizados pré-definidos. Em seguida é a etapa de costura e colocação do elástico. Seguido pela inspeção e setor de empacotamento e expedição.

A figura 2 mostra o gráfico de fluxo do processo, na fabricação do lençol de solteiro com elástico.

Figura 2 - Gráfico de fluxo do processo

Processo atual		X		Gráfico de Fluxo de Processo					Folha nº:
Processo proposto									
Processo: Fabricação lençol solteiro com elastico				Data: 20/05/2016					
Setor/Depto:				Responsável:					
Passo	Distância (metros)	Tempo (minutos)	Operação	Transporte	Inspecção	Espera	Estoque	Descrição	
1	10	3	○	→	□	D	▽	Buscar rolo de tecido para pintura	
2		28	●	→	□	D	▽	Pintar o rolo de tecido	
3		3	○	→	□	D	▽	Estocar rolos de tecido pintados	
4	100	15	○	→	□	D	▽	Buscar rolos pintados para corte	
5		25	●	→	□	D	▽	Cortar os tecidos em partes pré-definidas	
6	20	5	○	→	□	D	▽	Transferir as partes cortadas para a costura	
7		5	●	→	□	D	▽	Costurar as partes	
8		3	○	→	□	D	▽	O peça costurada aguarda a colocação do elastico	
9		3	●	→	□	D	▽	Colocar elastico na peça costurada	
10	20	5	○	→	□	D	▽	Levar o produto finalizado para inspeção	
11		5	○	→	■	D	▽	Realizar inspeção	
12	20	5	○	→	□	D	▽	Enviar as peças sem defeitos para o empacotamento e as peças com defeito para a realização do retrabalho de costura	
13		3	●	→	□	D	▽	Realizar o empacotamento	
14	20	5	○	→	□	D	▽	Transportar as peças empacotas para o estoque	
15		3	○	→	□	D	▽	Estocar produto acabado	

Fonte: Autoria própria

#### 4.2 DEFINIÇÃO DO SETOR DE ATUAÇÃO

Em relação ao fluxo do processo de produção apresentado na etapa anterior, uma tabela hierárquica contendo todos setores produtivos é estruturada. Essa hierarquização é realizada a

partir da atribuição de valores a cada um dos setores, com base em dois critérios avaliativos: o tempo total das atividades do setor e o número de funcionários envolvidos.

O fator tempo é classificado de 1 a 5, onde 1 representa o setor com o menor tempo e 5 representa o setor com maior tempo.

O fator quantidade de funcionários é

inversamente proporcional ao fator tempo, onde 1 representa o setor com maior número de funcionários e 5 representa o setor com o menor número de funcionários.

Essa classificação é baseada sobre o ponto de vista que para a realização do projeto de adequação ergonômica, os setores com maior exposição aos riscos (setores com maior tempo de atividades) e os setores com menor número de funcionários (demanda de recursos financeiros menor) devem ser priorizados.

A figura 3 mostra a classificação hierárquica dos 5 setores envolvidos na fabricação do lençol de solteiro com elástico.

Figura 3 - Tabela de classificação hierárquica dos setores produtivos

Setor	Tempo de realização das atividades de um ciclo produtivo (minutos)	Número de funcionários envolvidos (pessoas)	Fator Tempo	Fator Número de funcionários	Somatório
Pintura	34	8	4	3	7
Corte	35	2	5	5	10
Costura	16	14	3	1	4
Inspecção	10	4	1	4	5
Empacotamento e expedição	11	10	2	2	4

Fonte: Autoria própria

Como o setor de corte ficou o maior valor no somatório dos dois fatores avaliativos, esse será o setor prioritário para se iniciar o projeto de adequação ergonômica.

recursos utilizados, as atividades desenvolvidas e os resultados são identificados e formalizados em uma tabela sequenciada. A figura 4 mostra a tabela RARe em relação ao setor de corte analisado.

### 4.3 ESTUDO DO SETOR

Todo o funcionamento do setor será avaliado utilizando a metodologia RARe. Para isso os

Figura 4 - Tabela RARe

Recursos	Atividades	Resultados
Carrinho de duas rodas	Transportar os rolos de tecido da tinturaria até o setor de corte	Rolos transportados
Rolo de tecido	Armazenar a quantidade de rolos necessários para a jornada de um dia de trabalho	Rolos armazenados
Carro deslizante	Encaixar o rolo de tecido no carro deslizante	Rolo encaixado
Mesa de corte	Desenrolar o rolo de tecido em camadas sobre a mesa de corte	Tecido em camadas
Trena	Medir as dimensões das peças nos tecidos	Dimensões medidas
Pinceis	Marcar as dimensões das peças nos tecidos	Dimensões marcadas
Máquina de corte	Cortar as camadas de tecido em peças com dimensões pré-definidas	Peças cortadas
Tesouras	Ajustar o corte nas extremidades das peças	Peças ajustadas
	Entregar as peças cortadas para o setor de costura	Peças entregues

Fonte: Autoria própria

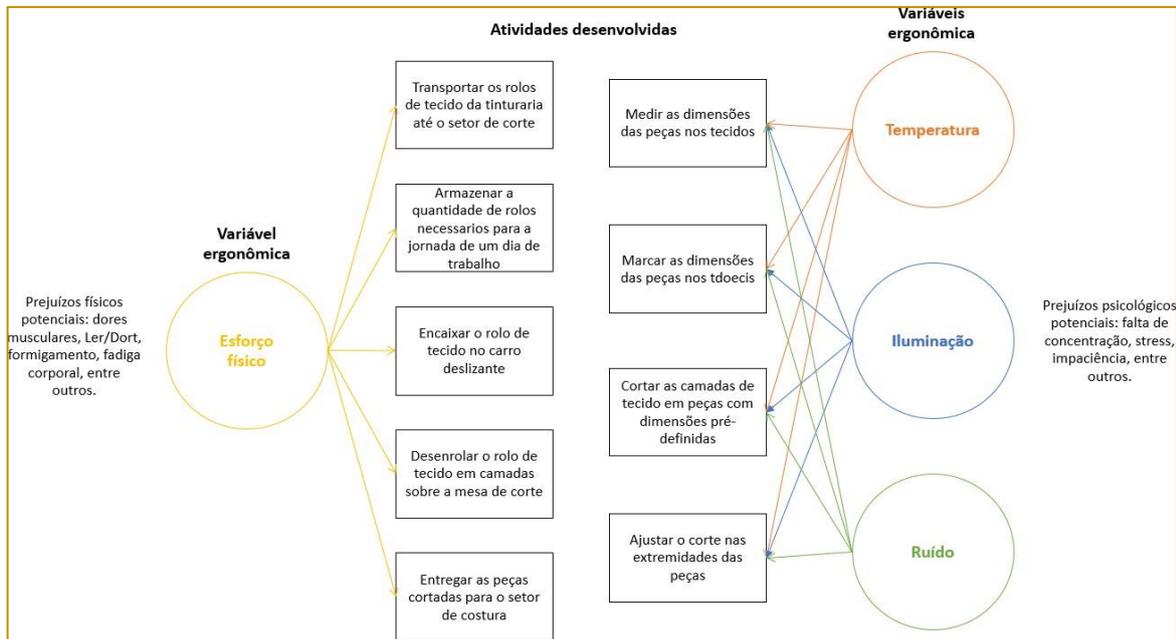
Após formalizar uma tabela RARe é necessário relacionar as atividades desenvolvidas com a potencialidade de riscos ergonômicos associados. Para isso um esquema analítico é realizado, dividindo as atividades realizadas em dois grupos distintos de prejuízos (psicológicos e físicos).

Para este estudo de caso, as variáveis ergonômicas de temperatura, iluminação e ruído foram relacionadas com os prejuízos psicológicos potenciais e a variável ergonômica esforço físico foi relacionada com aos prejuízos físicos potenciais.

A figura 5 esquematiza a relação entre os diferentes tipos de atividades desenvolvidas com as variáveis ergonômicas avaliativas e associa estas últimas com os dois diferentes grupos de prejuízos potenciais.

Após a associação das atividades desenvolvidas, variáveis ergonômicas e prejuízos associados, é importante analisar as condições ambientais encontradas no setor, para fazer o comparativo com as especificações das normas ergonômicas e propor medidas de adequação.

Figura 5 - Esquema de associação dos danos potenciais da falta de ergonomia com as atividades desenvolvidas



Fonte: Autoria própria

Após a associação das atividades desenvolvidas, variáveis ergonômicas e prejuízos associados, é importante analisar as condições ambientais encontradas no setor, para fazer o comparativo com as especificações das normas ergonômicas e propor medidas de adequação.

Com o auxílio de um multímetro, foram realizadas medidas referentes a iluminação do ambiente, as condições de temperatura e o nível de ruído no setor. Para o quesito iluminação foi registrado um valor de 211 lux. Para o nível de ruído foi detectado um valor de 90,1 dB(A). E a temperatura registrada foi de 34,2°C. Comparando tais valores aos parâmetros estabelecidos na legislação em vigor (NBR 5413, NR-15 e NR-17) foi possível concluir que em relação as condições luminosas e térmicas o posto não se encontra dentro dos padrões previstos, pois o ideal de iluminação para atividades de corte é 1000 lux. Caracterizando a operação de corte como um atividade com esforço físico moderado, concluímos que a temperatura registrada revela algo superior ao limite de tolerância, que nesse caso não deveria ultrapassar 26,7°C. No que diz respeito ao ruído, os funcionários estão expostos a níveis muito acima do conforto, ultrapassando, inclusive, o limite de insalubridade previsto na NR- 15 de 85 dB(A) para uma jornada de 8h/dia.

O teto do galpão é feito em material metálico

e favorece ainda mais para aumentar as temperaturas do ambiente. A refrigeração do ambiente se dá apenas através de ventiladores. Observou-se ainda que, as áreas de circulação, e os espaços entre os postos de trabalho estão constantemente obstruídos por materiais do processo, caixas, produtos acabados, refugos e materiais diversos, o que prejudica as operações rotineiras.

Para a variável ergonômica do esforço físico foi analisado a forma como o trabalho é realizado. As operações realizadas no setor de corte compreendem dois funcionários trabalhando simultaneamente, onde um requer auxílio do outro em cada uma das etapas do processo. Os materiais utilizados para realização das tarefas ficam localizados 80 cm abaixo da mesa de corte, acometendo o operador a um esforço físico que não agrega valor.

Antes da operação de corte os dois funcionários precisam transportar os rolos de tecido do galpão de pintura até o galpão de produção, uma distância de aproximadamente 100 metros. Cada um carrega com o auxílio de um carrinho de duas rodas 5 rolos, pesando ao todo 49,2 kg. Ao chegar precisam levar a carga no ombro da porta do galpão até a mesa de corte, tendo inclusive que subir uma escada de 15 degraus.

Antes da operação de corte os operários precisam distribuir os rolos de tecido sobre a mesa, por uma extensão de 8 metros. São desenrolados 5 rolos por seção, totalizando 112 camadas. A mesa do posto de trabalho é ergonomicamente inadequada, pois não possui regulagem de altura, o que pode causar posturas inadequadas para funcionários com diferença de altura.

Um fato de destaque na análise do posto de trabalho refere-se à altura da mesa de corte em relação à altura dos funcionários. É

inexistente qualquer mecanismo que regule a altura da mesa. Os funcionários precisam flexionar o tronco para frente e para baixo para fazer a marcação das medidas no tecido, o que durante a jornada de trabalho de 8 horas pode resultar em dores na região lombar e prejuízos ainda maiores para a coluna com o passar dos anos.

A partir dessas análises um quadro com as mudanças de adequação necessária é proposto. A figura 6 apresenta este quadro para o setor de corte analisado.

Figura 6 - Quadro com propostas de mudanças de adequação

Tipo de prejuízo	Variável ergonômica	Fonte	Melhorias propostas
Psicológico	Iluminação	Iluminação reduzida	Substituir lâmpadas atuais por lâmpadas mais potentes
		Altura das lâmpadas	Reduzir a altura das lâmpadas
	Ruído	Barulho excessivo	Aquisição de máquinas mais silenciosas
		Falta de proteção individual	Colocar barreiras divisorias entre os diferentes setores Aquisição de EPIs
	Temperatura	Calor excessivo	Instalação de climatizadores
			Substituir o teto do setor
Físico	Esforço físico	Transporte dos materiais	Aquisição de carro motorizado Adaptação do layout
		Postura inadequada	Aquisição de mesas de corte com reguladores de altura
			Guardar matéria-prima e equipamentos em cima de bancadas

Fonte: Autoria própria

#### 4.4 TOMADA DE DECISÃO

Para a realização de um plano de ações de adequação das condições de trabalho do setor, três cenários possíveis são apresentados:

**Cenário 1:** Propõe que o projeto comece pela adequação das irregularidades associadas aos prejuízos psicológicos e só depois atuar sobre as irregularidades associadas aos prejuízos físicos;

**Cenário 2:** Propõe que o projeto comece pela adequação das irregularidades associadas aos prejuízos físicos e só depois atuar sobre as irregularidades associadas aos prejuízos psicológicos;

**Cenário 3:** Propõe que o projeto de adequação atue ao mesmo tempo sobre as irregularidades associadas aos prejuízos físicos e psicológicos.

A metodologia proposta procura determinar a sequência de ações mais adequada para o projeto de adequação da forma de trabalho com as normas ergonômicas vigentes.

Os cenários serão avaliados usando quatro critérios e a determinação do melhor cenário será obtida usando a metodologia de tomada de decisão do AHP.

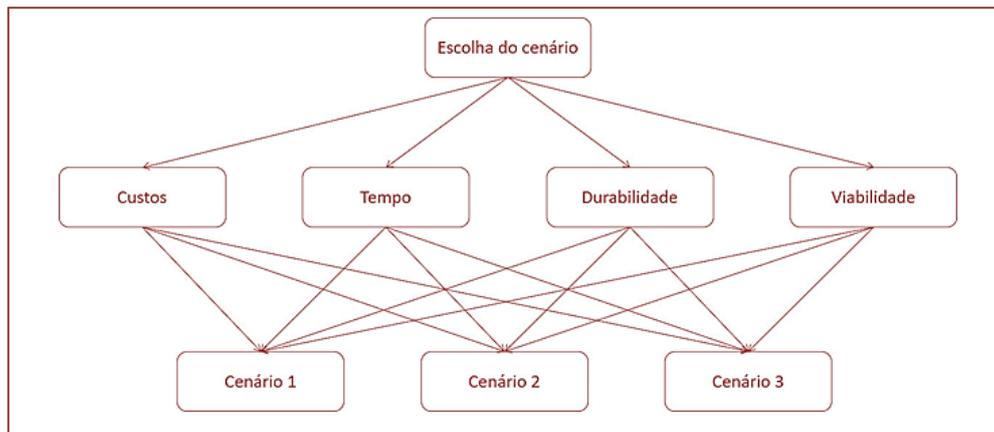
Os quatro critérios a serem avaliados são:

- Custo inclui todos os custos associados à implementação das mudanças, como custo de compra de novos equipamentos, mudanças físicas do ambiente de trabalho, etc;
- Tempo necessário para realizar as atividades de adequação;
- Durabilidade representa a ganho total de produtividade;
- A viabilidade é avaliada por um especialista que determina a aplicabilidade de cada mudança. Cada cenário é avaliado em uma escala de 1 a 9 em termos de complexidade técnica, onde nove (9) representa o cenário mais viável a ser implementado.

A figura 7 mostra a representação hierárquica do problema, visando a escolha do cenário mais adequado (nível superior), avaliado a

partir de quatro critérios (nível médio) e três possíveis alternativas (nível baixo).

Figura 7 - Representação hierarquia do problema de decisão



Fonte: Autoria própria

A matriz de entrada dupla obtida a partir de comparações pareadas entre os critérios avaliados pelos gerentes de projeto

representa graficamente a importância relativa de cada critério (Figura 8).

Figura 8 - Matriz de entrada dupla

	Custos	Tempo	Duração	Viabilidade
Custos	1	3	9	5
Tempo	1/3	1	7	3
Durabilidade	1/9	1/7	1	1/5
Viabilidade	1/5	1/3	5	1

Fonte: autoria própria

Uma vez computados como explicado na Seção 3.4, os pesos dos critérios foram: custo

55,77%, tempo 26,75%, duração 4,16% e viabilidade 13,30%.

Figura 9 - Avaliação de cada cenário de acordo com a avaliação dos quatro critérios

	Custos	Tempo (semanas)	Duração (anos)	Viabilidade
Cénario 1	R\$ 60.116,00	33	6	9
Cénario 2	R\$ 56.037,00	35	8	7
Cénario 3	R\$ 112.458,00	29	4	5

Fonte: autoria própria

A figura 9 mostra o resumo dos resultados para os quatro critérios. Não é simples determinar qual cenário é melhor, pois se focar apenas no custo, o cenário 2 é o mais adequado. Se o tempo e a duração forem

avaliados, o Cenário 3 é o melhor. Por outro lado, o Cenário 1 é o mais conveniente quanto à viabilidade tecnológica.

A metodologia AHP permite determinar o cenário mais adequado, tendo em conta os

quatro critérios.

Em conclusão, o melhor cenário é a proposição 1 com 37,2%, seguida de perto pela proposição 2 com 36,8% (fig. 8). A determinação do Cenário 1 pode ser explicada por apresentar melhores desempenhos para todo o conjunto de critérios.

Os critérios tempo e duração se diferenciam no fato que o critério tempo é relacionado ao tempo de realização do projeto e duração é representa a quantidade de anos entre o fim do projeto atual e a necessidade de uma nova análise de adequação.

## 5. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Este trabalho permite verificar a complexidade da concepção de um projeto de adequação ergonômica num setor industrial, devido à grande quantidade de fatores e situações associadas que podem ocorrer. Isso é verificado pelo grande número de hipóteses que precisaram ser definidas para o modelo de otimização. Além disso,

fazer o modelo de otimização trabalhar em conjunto com a análise multicritério nos permite levar em conta a opinião de todas as partes interessadas no sistema.

Cada cenário apresenta, com base na análise dos prejuízos associados à cada variável ergonômica, soluções necessárias para a melhoria do funcionamento do trabalho. O objetivo era reduzir tanto os riscos relacionados com a falta de ergonomia quanto o impacto dessa ausência nos resultados produtivos das empresas. A escolha do cenário mais adequado depende sempre do ponto de vista e das preferências do avaliador.

Este trabalho abre inúmeras perspectivas futuras. Melhorar a precisão na definição dos cenários propostos, fazendo um estudo mais aprofundado sobre a falta de ergonomia dentro dos setores produtivos, mapeamento os riscos e determinando os melhores caminhos de solução. Esses e outros tipos de melhorias permitem adaptar cada vez mais os cenários propostos à realidade e fornecer maior robustez à metodologia de avaliação proposta.

## REFERÊNCIAS

- [1] Abergó. 2000. A certificação do ergonomista brasileiro - Editorial do Boletim 1/2000, Associação Brasileira de Ergonomia.
- [2] Brasil. Ministério da Previdência Social. Anuário Estatístico da Previdência Social. Brasília, v. 19, p. 507- 539, 2010. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/95200272/Anuario-estatistico-da-Previdencia-Social-2010>>. Acesso em: 05 de Junho de 2016.
- [3] Brasil, Ministério do Trabalho e Emprego. NR-17 - Ergonomia. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/>>. Acesso em 05 de Junho de 2016.
- [4] Boly, V.; Morel, L.; Renaud, J.; Guidat, C. 2000. Innovation in low tech SMBs: evidence of a necessary constructivist approach. *Technovation*, 20(3), 161-168.
- [5] Brillat, F. (2008). Le dernier concept de Décathlon: essayer avant d'acheter. *Management*, 152 (Avril 2008), 62-63.
- [6] Costa, Helder Gomes. Introdução ao método de análise hierárquica: análise multicritério no auxílio à decisão.
- [7] Niterói: H.G.C., 2002.
- [8] Jornal Do Brasil. 2017. Especialista em medicina do trabalho explica a importância da boa postura. Disponível em: <<http://www.jb.com.br/ciencia-e-tecnologia/noticias/2017/02/25/269-trabalhadores-sao-afastados-por-dia-devido-a-problemas-de-saude/>>. Acesso em: 01 de maio 2018.
- [9] Portal de Notícias. G1 Paraíba. 2016. Disponível em:
- [10] <<http://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2016/03/mulheres-representam-168-dos-empregados-na-industria-da-paraiba.html>>. Acesso em: 02 de maio 2018.
- [11] Portal de Notícias. G1 Paraíba. 2017 Disponível em:
- [12] <<http://www.sindicatodaindustria.com.br/noticias/2017/01/72,105364/setor-textil-foi-destaque-em-ampliacao-na-paraiba-em-2016-e-plantio-de-algodao-colorido-e-alternativa-para-2017.html>>. Acesso em: 02 de maio 2018.
- [13] Vidal, Mário César. Introdução a Ergonomia. Ceserg. Rio de Janeiro, 2014.

# Capítulo 20

## *APLICAÇÃO DO MÉTODO OWAS COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE ERGONÔMICA NO SETOR DE RECEPÇÃO DE UMA EMPRESA SITUADA EM ARACAJU*

*João Ricardo Correia Andrade*

*Luciana Barretto Lima Gusmão*

*Luynne Lobão da Mota*

**Resumo:** O presente estudo teve como objetivo geral realizar uma avaliação ergonômica, de forma a identificar os riscos biomecânicos e minimizar os prejuízos de não se levar em consideração a ergonomia no ambiente organizacional. Foi realizada uma pesquisa de campo, tipo estudo de caso, no setor de recepção de uma clínica médica na cidade de Aracaju-SE. A coleta e análise dos dados foi feita através de observações diretas e indiretas. Foi utilizado o método OWAS como ferramenta de análise ergonômica, para determinação da classe de constrangimento e categorias de ação, de acordo com o percentual de permanência na postura durante a jornada de trabalho. Verificou-se que todas as posturas avaliadas apresentaram resultado de ausência de necessidade de medidas corretivas (categoria de ação 1), embora o mobiliário não estivesse de acordo com o preconizado na NR-17. Desta forma, foi possível perceber que o método OWAS não parece ser o mais adequado para avaliação de posto de trabalho informatizado, uma vez que não leva em consideração outros fatores de risco para distúrbios osteomusculares, como organização do trabalho, repetitividade da tarefa, desvios posturais, compressões mecânicas, dentre outros. Entretanto, foram recomendadas sugestões de melhoria no ambiente de trabalho, de forma a atender às exigências da NR-17.

**Palavras-chave:** análise ergonômica do trabalho, OWAS, NR-17

## 1. INTRODUÇÃO

A relação da tríade base que define a ergonomia composta por homem, máquina e ambiente mostra constante desenvolvimento, além de apresentar argumentos recentes que centralizam o trabalhador, entendendo-o como pessoa que controla o sistema, e explicam que, para o sistema ser efetivo ele deve ser projetado a partir do ponto de vista do operador e não da perspectiva de uma simbiose operador/máquina (MORAES; MONT'ALVÃO, 2009).

A interface desse sistema onde ocorre troca de informações e energias entre homem, máquina e ambiente, resulta na realização do trabalho e por isso a ergonomia entendida como o estudo da adaptação do trabalho ao homem, leva em consideração não só as máquinas e equipamentos, como também a relação homem-atividade. A ergonomia, com sua visão ampla, abrange atividades de planejamento e projeto, e de controle e avaliação. (IIDA, 2005).

Conforme o Ministério do Trabalho, amparados no ranking de auxílios-doença concedidos pelo INSS, a dor nas costas é a doença que mais afasta trabalhadores no Brasil por mais de 15 dias. No ano de 2016, 116.731 pessoas foram afastadas em razão dessa enfermidade, o que corresponde a 4,71% de todos os afastamentos no país (BRASIL, 2017).

Nesse contexto, com o auxílio do método Ovako Working Posture Analysis System (OWAS), a presente pesquisa tem por objetivo realizar a análise postural de uma funcionária enquanto desenvolve suas atividades durante a jornada de trabalho e apresentar resultados e recomendações corretivas quando necessário. Com isso, busca-se compreender como o uso de ferramentas ergonômicas pode identificar e minimizar prejuízos de não se levar em consideração os aspectos ergonômicos em ambiente organizacional.

O presente trabalho é justificado na compreensão dos conceitos ergonômicos e suas ferramentas que abrangem primordialmente a saúde e o bem-estar do trabalhador, a fim de minimizar situações nocivas, como fadiga estresse, erros e acidentes, proporcionando eficiência na escala individual e coletiva (IIDA, 2005).

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com esforços interdisciplinares para solucionar problemas, surge ao longo da II Guerra Mundial o ramo da ergonomia, e, desde então, suas conclusões são estudadas. O termo Ergonomia foi utilizado pela primeira vez, como campo do saber específico, em 1949, quando pesquisadores resolveram formar uma sociedade para estudo dos seres humanos no seu ambiente de trabalho, a Ergonomic Research Society, que congregava psicólogos, fisiologistas e engenheiros ingleses (MORAES; MONT'ALVÃO, 2009).

Nesse contexto a ergonomia pode ser entendida como o estudo da adaptação do trabalho ao homem envolvendo o ambiente físico e aspectos organizacionais. A princípio inicia-se o estudo das características do trabalhador, para depois projetar o trabalho ajustando-o às suas capacidades e limitações (IIDA, 2005).

Segundo a Associação Internacional de Ergonomia IEA (2018), a ergonomia é uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos, a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema.

Com isso, a ergonomia possibilita a solução de problemas sociais relacionados com a saúde, segurança, conforto e eficiência, e contribui para a prevenção de erros melhorando o desempenho (DUL; WEERDMEESTER, 2004).

Traçando breve história da ergonomia em três enfoques (tradicional, moderna e contemporânea) é possível observar sua evolução no que se diz respeito à posição do trabalhador. A ergonomia tradicional buscava considerar a interação entre operador e ambiente, enfatizando o homem como subordinado ao sistema, enquanto a ergonomia moderna argumenta que indivíduos e seus sistemas de trabalho devem funcionar em harmonia. Já a ergonomia contemporânea defende a tese de que o operador é o controlador do sistema, podendo assim mudá-lo através de habilidades e caprichos (MORAES; MONT'ALVÃO, 2009).

Os ergonomistas trabalham em três domínios especializados: ergonomia física, cognitiva e

organizacional. A ergonomia física aborda características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica, relacionadas com a atividade física. A ergonomia cognitiva aborda os processos mentais relacionados com as interações entre as pessoas e outros elementos de um sistema. Já a ergonomia organizacional, otimiza os sistemas sócio-técnicos, abrangendo as estruturas organizacionais, políticas e processos (IIDA, 2005).

Vale mencionar que a ergonomia é regulamentada pela norma específica (NR-17), do Ministério do Trabalho, que visa estabelecer parâmetros para a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, proporcionando conforto, segurança e desempenho eficiente. Assim como afirma também que cabe ao empregador realizar análise ergonômica do trabalho.

Além de seu caráter interdisciplinar, a ergonomia configura sua natureza aplicada na adaptação do posto de trabalho e do ambiente às características e necessidades do trabalhador através de métodos e técnicas específicas (DUL; WEERDMEESTER, 2004).

Dessa forma não existem recomendações sobre a escolha dos métodos e técnicas adequadas a cada caso, pois depende da natureza do problema. Então, cabe ao pesquisador eleger o método e a técnica adotada, mediante suas habilidades, experiências e restrições, como limite de tempo, equipe e dinheiro disponíveis para se chegar ao resultado. (IIDA, 2005).

### 2.1. SISTEMA OWAS

O sistema OWAS é uma ferramenta ergonômica prática desenvolvida em 1977 por três pesquisadores finlandeses (Karku, Kansu e Kuorinka) que trabalhavam em uma empresa siderúrgica. Eles analisaram, a partir de registros fotográficos, as principais posturas encontradas na indústria pesada, e encontraram 72 posturas típicas que resultaram em diferentes combinações das posições do dorso, braços e pernas. O método apresenta consistência razoável, já que foram feitas observações por diferentes analistas para testá-lo e esses registros

apresentaram 93% de concordância (IIDA, 2005).

Com base nessas avaliações e considerando o tempo de duração das posturas em percentagens da jornada de trabalho, as posturas foram classificadas em uma das seguintes categorias (IIDA,2005):

- Classe 1 – postura normal, que dispensa cuidados, a não ser em casos excepcionais;
- Classe 2 – postura que deve ser verificada durante a próxima revisão rotineira dos métodos de trabalho;
- Classe 3 – postura que deve merecer atenção a curto prazo;
- Classe 4 – postura que deve merecer atenção imediata.

### 3. METODOLOGIA

Inicialmente foi realizada pesquisa bibliográfica em livros, artigos científicos e na internet para estruturação do embasamento teórico, partindo da definição de conceitos da ergonomia, métodos e ferramentas de avaliação ergonômica.

Em seguida, foi realizada uma pesquisa de campo, tipo estudo de caso, no setor de recepção de uma clínica para atendimento médico localizada na cidade de Aracaju-SE. O referido setor era composto por duas funcionárias que exerciam atividades distintas, entretanto a análise postural foi realizada com apenas uma delas.

A avaliação do posto de trabalho foi iniciada com a observação direta das atividades desenvolvidas pela funcionária durante sua jornada de trabalho e em seguida foi feito o registro fotográfico das posturas exigidas para o desempenho das suas funções.

Para realizar a análise postural foi eleito o método OWAS, por se mostrar uma ferramenta prática e consistente. Para isso, foram usadas tabelas de classificação de postura, Figura 1, onde são elucidadas quatro posições de dorso, três de braços e sete de pernas, para determinação da classe de constrangimento da sequência de posturas no tempo, de acordo com o percentual de permanência na postura durante o período de trabalho, conforme Figura 2 (IIDA, 2005).

Figura 1 - Classificação de postura pelo sistema OWAS

<b>DORSO</b>	 1 Reto	 2 Inclinado	 3 Reto e torcido	 4 Inclinado e torcido
<b>BRAÇOS</b>	 1 Dois braços para baixo	 2 Um braço para cima	 3 Dois braços para cima	<b>EXEMPLO</b>  Codigo: 215
<b>PERNAS</b>	 1 Duas pernas retas	 2 Uma perna reta	 3 Duas pernas flexionadas	<b>DORSO</b> Inclinado 2 <b>BRAÇOS</b> Dois para baixo 1 <b>PERNAS</b> Uma perna ajoelhada 5
	 4 Uma perna flexionada	 5 Uma perna ajoelhada	 6 Deslocamento com pernas	 7 Duas pernas suspensas

Fonte: Iida (2005)

Figura 2 – Categorias de ação do método OWAS para posturas de trabalho de acordo com o percentual de permanência na postura durante o período de trabalho

QUADRO PARA DETERMINAÇÃO DA CLASSE DE CONSTRANGIMENTO DA SEQUÊNCIA DE POSTURAS NO TEMPO (10 SEGMENTOS DE TEMPO)		% Do tempo da atividade									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
<b>COSTAS</b>	1. Reto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2. Inclinado	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	3. Reto e torcido	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	4. Inclinado e torcido	1/2	2	2	3	3	3	3	4	4	4
<b>BRAÇOS</b>	1. Dois braços para baixo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2. Um braço para cima	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	3. Dois braços para cima	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
<b>PERNAS</b>	1. Duas pernas retas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	2. Uma perna reta	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	3. Duas pernas flexionadas	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	4. Uma perna flexionada	1/2	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	5. Uma perna ajoelhada	1/2	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	6. Deslocamento com pernas	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	7. Duas pernas suspensas	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2

1 Não são necessárias medidas corretivas      3 São necessárias correções logo que possível  
 2 Serão necessárias correções no futuro      4 São necessárias correções imediatas

Fonte: Iida (2005)

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme publicado pelo Ministério do Trabalho através da Classificação Brasileira de Ocupação CBO (2010), o recepcionista deve recepcionar e prestar serviço de apoio ao cliente, paciente e visitante, prestar atendimento telefônico e fornecer informações, marcar consultas e receber clientes, agendar serviços, observar normas internas de segurança, conferindo documentos e idoneidade dos clientes, fechar

contas, organizar informações e planejar o trabalho cotidiano.

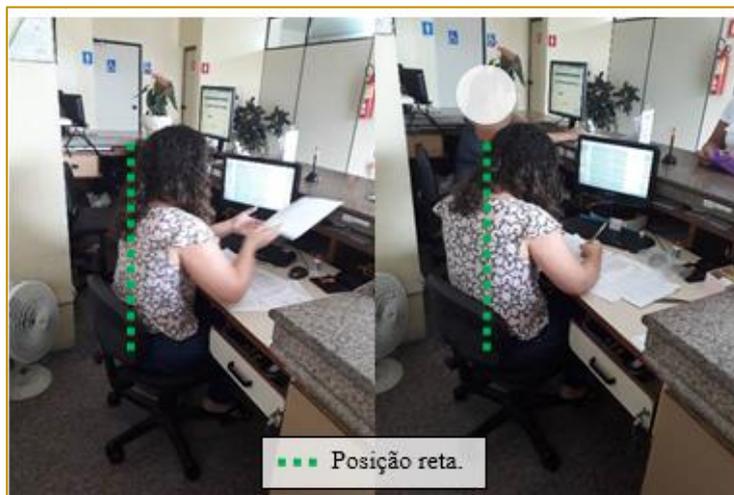
As atribuições da funcionária no setor da clínica pesquisada eram distintas. Para a presente avaliação, foram elencadas as atividades de: recebimento dos pacientes e preenchimento da ficha médica; uso do computador e fechamento de conta (recebimento de pagamento e entrega de troco).

#### 4.1. ATIVIDADE 01: RECEBIMENTO DE DOCUMENTO E PREENCHIMENTO DE FICHA MÉDICA

Esta atividade consistia em receber a documentação do paciente e preencher a

ficha médica para direcionar para outro setor. A atividade era realizada na postura sentada (duas pernas suspensas), com o dorso reto e os dois braços para baixo durante cerca de 40% do tempo de trabalho, conforme observado na Figura 3.

Figura 3 - Recebimento de documento do paciente e preenchimento de ficha médica



Fonte: Produção do autor (2018)

Tabela 1 – Categorias de ação OWAS referente ao recebimento do documento e preenchimento da ficha médica

Codificação OWAS			
Costas	Braços	Pernas	Tempo de duração da postura
1	1	1	40

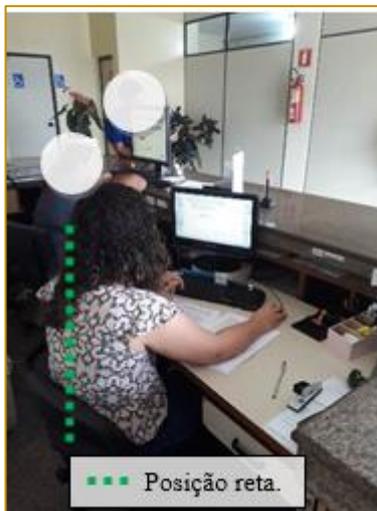
Fonte: Produção do autor (2018)

Dessa forma, aplicando o método OWAS, como observado na Tabela 1, percebe-se que a atividade de recebimento de documento e preenchimento de ficha médica apresenta categoria de ação 1, ou seja, não são necessárias medidas corretivas, uma vez que apresenta risco baixo de provocar lesões musculoesqueléticas.

#### 4.2. ATIVIDADE 02: USO DO COMPUTADOR

Durante o período do trabalho uma das atividades desenvolvidas foi o uso do computador (ver Figura 4) para funções pontuais, como checagem de dados no sistema, emissão de declarações e encaminhamentos, que representou apenas 10% da jornada. A atividade era realizada na postura sentada, com as duas pernas suspensas, com os dois braços para baixo e o dorso reto.

Figura 4 - Execução de atividade usual como uso do computador



Fonte: Produção do autor (2018)

Tabela 2 – Categorias de ação OWAS referente ao uso do computador

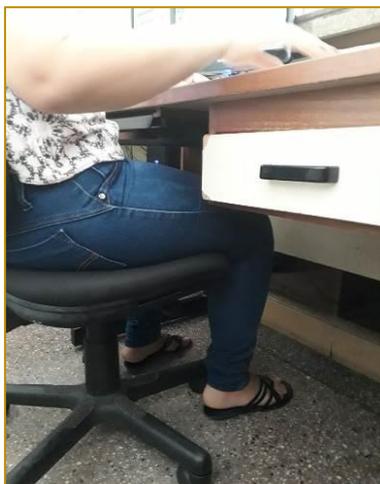
Codificação OWAS			
Costas	Braços	Pernas	Tempo de duração da postura
1	1	1	10

Fonte: Produção do autor (2018)

Conforme aplicação do método OWAS, ver Tabela 2, nota-se que o uso do computador se classificou como categoria de ação 1,

apresentando baixo risco e sem necessidade de ações corretivas.

Figura 5 - Mobiliário atual com destaque para ausência de apoio para pés, apoio para os braços e presença da quina viva na mesa



Fonte: Produção do autor (2018)

Foi observada também quina viva na mesa (ver Figura 5), que em contato mecânico ou físico constante e no mesmo local com mãos e/ou punhos é fator determinante das Lesões por Esforços Repetitivos (LERs), pois há compressão dos tecidos moles do antebraço (SILVA; JUNIOR, 2014).

Figura 6, a funcionária precisou esticar-se para alcançar o dinheiro devido à diferença de altura entre o balcão interno e o balcão externo, apresentando inclinação do dorso, elevação de um braço e as duas pernas suspensas, na postura sentada.

#### 4.3. ATIVIDADE 03: RECEBIMENTO DO PAGAMENTO

Durante o recebimento do pagamento referente ao serviço, conforme ilustrado na

Figura 6 - Recebimento do pagamento, recolhimento do dinheiro e entrega do troco



Fonte: Produção do autor (2018)

Tabela 3 – Categorias de ação OWAS referente ao recebimento do pagamento

Codificação OWAS			
Costas	Braços	Pernas	Tempo de duração da postura
1	1	1	20

Fonte: Produção do autor (2018)

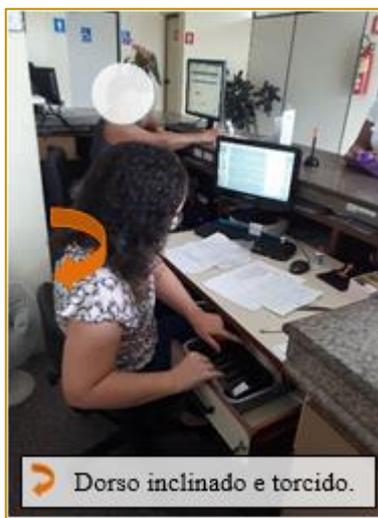
Atividade representou 20% da jornada de trabalho, e de acordo com a Tabela 3, da categorização OWAS, se classifica como ação 1 dispensando medidas corretivas pois apresenta risco baixo no que se refere às lesões musculoesqueléticas.

lateral da mesa, ver Figura 7. Embora os braços estivessem para baixo e as pernas suspensas, ela inclinou e torceu o tronco, comprometendo assim sua postura.

#### 4.4. ATIVIDADE 04: RECOLHIMENTO DO DINHEIRO

Nesta atividade a funcionária recolhe o dinheiro e coloca numa gaveta localizada na

Figura 7 – Recolhimento do dinheiro



Fonte: Produção do autor (2018)

Tabela 4 – Categorias de ação OWAS referente ao recolhimento do dinheiro

Costas	Braços	Codificação OWAS		Tempo de duração da postura
		Pernas		
1/2	1	1		10

Fonte: Produção do autor (2018)

Aplicando o método OWAS, como observado na Tabela 4, no que se refere aos braços e pernas a atividade de recolhimento de dinheiro apresenta categoria de ação 1 e não se faz necessário medidas corretivas. Já em relação ao dorso, apresenta categoria de ação 1/2, devendo ser observada nas próximas revisões de métodos operacionais com possibilidade de correções futuras.

#### 4.5. ATIVIDADE 05: ENTREGA DO TROCO

A última ação analisada neste estudo foi a entrega do troco para o cliente (ver Figura 8), em que novamente a funcionária esticou-se, mantendo a posição de inclinação do dorso, levantou os dois braços e ficou em posição sentada com as pernas suspensas em cerca de 20% da jornada de trabalho.

Figura 8 - Entrega do troco



Fonte: Produção do autor (2018)

Tabela 5 – Categorias de ação OWAS referente à entrega do troco

Codificação OWAS			
Costas	Braços	Pernas	Tempo de duração da postura
1	1	1	20

Fonte: Produção do autor (2018)

De acordo com a categorização de ação 1 utilizada pela ferramenta ergonômica OWAS, ver Tabela 5, a postura é classificada dentro da sua normalidade e não necessitam medidas corretivas.

Apesar de apresentar baixo risco em grande parte das atividades, foram notadas falhas no que se refere ao mobiliário (ver Figura 5). Seguindo recomendações de mobiliário e equipamentos fornecidos pela NR-17, a cadeira mesmo com borda arredondada e altura ajustável, não apresentou suporte para braço, e no ambiente também não foi encontrado suporte para pés, percebido como necessário para adaptar o comprimento da perna do trabalhador. Em relação ao computador, havia condições de mobilidade que permitia ajuste da tela do equipamento à iluminação, assim como mobilidade do teclado, embora não estivessem posicionados em superfície com altura ajustável.

É importante ter ciência que a postura inadequada durante a execução da tarefa em conjunto com outros fatores, pode causar problema musculoesquelético, gerando incapacidade para o trabalho e custos adicionais ao processo (JUNIOR apud NETO et al., 2016).

O manual do software WinOWAS (apud CRUZ et al., 2009) expôs que o estudo e a avaliação da postura do homem durante o período de trabalho podem também ser usados para desenvolver uma nova ferramenta ou um novo posto de trabalho adequado ergonomicamente a uma determinada atividade.

Com isso mesmo que o método OWAS tenha classificado as atividades na categoria de ação 1 e recomende que não são necessárias medidas corretivas, as observações feitas in loco que englobam a análise, a repetitividade das ações e os obstáculos encontrados (posicionamento equivocado da gaveta lateral e altura do balcão), se mostraram importantes para construir a recomendação geral feita pelos pesquisadores de revisão do mobiliário.

Encarando o ambiente do trabalho no âmbito geral, segundo os preceitos da NR-17 a

organização do trabalho (normas de produção, exigência de tempo, ritmo de trabalho, conteúdo de tarefas) e as condições ambientais (iluminação adequada natural e artificialmente e conforto térmico) mostraram-se regulares, embora o mobiliário e os equipamentos não tenham sido adequados. Para isso recomenda-se mesa e balcão com altura e distância que proporcione fácil alcance, boa postura e espaço para movimentação adequada dos segmentos corporais e bordas arredondadas. Além disso recomenda-se também cadeira com altura ajustável, encosto ajustável e adaptado para proteger a região lombar, apoio ajustável para braços, suporte para os pés, e por fim equipamentos adequados às características psicofisiológicas do trabalhador, posicionados em superfície ajustável.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com Lida (2005), um bom planejamento e organização do trabalho, além de proporcionar saúde, segurança e satisfação ao trabalhador apresenta consequências globais eficazes no ambiente organizacional, já que trabalhadores satisfeitos tendem a adotar comportamento mais seguro e são mais produtivos que aqueles insatisfeitos.

No momento em que a organização do trabalho já está estabelecida, a avaliação ergonômica com o auxílio de ferramentas mostra-se bastante satisfatória no que se refere à identificação e minimização de prejuízos presentes no ambiente organizacional.

Apesar do método OWAS ter indicado ausência de necessidade de medidas corretivas em todas as posturas de trabalho avaliadas, foi possível perceber uma limitação do seu uso para este tipo de avaliação, uma vez que a ferramenta não leva em consideração outros fatores de risco, como a organização do trabalho, repetitividade, compressão mecânica, desvios posturais, entre outros.

Entretanto, para que o posto de trabalho avaliado atenda às exigências da NR-17, verifica-se a necessidade de adequação do mobiliário, no qual a cadeira deve possuir apoio de braços ajustáveis e encosto com regulagem de altura, e forma levemente adaptada ao corpo, para proteção da região lombar. Além disso, foi observada a necessidade de apoio para os pés, para bom posicionamento dos membros inferiores da

funcionária e redimensionamento da mesa em relação à altura do balcão, às bordas e à localização da gaveta.

Com a realização deste trabalho foi possível perceber que o método OWAS não parece ser o mais adequado para avaliação de posto de trabalho informatizado. Sugerimos que novas pesquisas sejam feitas utilizando outras ferramentas de avaliação ergonômica, a fim de comparar os resultados.

## REFERÊNCIAS

[1] Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 17 - Ergonomia. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 1978. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812B E914E6012BEFBAD7064803/nr\\_17.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812B E914E6012BEFBAD7064803/nr_17.pdf)>. Acesso em 07 de maio de 2018.

[2] Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. Dor nas costas é a maior causa de afastamento do trabalho. Governo do Brasil: Economia e Emprego, 2017. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/04/dor-nas-costas-e-a-maior-cao-de-afastamento-do-trabalho>>. Acesso em 08 de maio de 2018.

[3] Brasil. Classificação Brasileira de Ocupações: CBO – 2010 – 3. ed. Brasília: MTE, SPPE, 2010.

[4] Cruz, Vinicius C. et al. Aplicação do método owas e análise ergonômica do trabalho em um segmento de uma empresa de grande porte situada no município de campos dos Goytacazes. In: XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 35. Fortaleza, 2015.

[5] Dul, Jan; Weerdmeester, Bernard; tradução Itiro Iida. Ergonomia prática. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

[6] Iida, International Ergonomics Association (Associação Internacional de Ergonomia). Disponível em: <<https://www.iea.cc/whats/index.html>>. Acesso em 07 de maio de 2018.

[7] Iida, I. Ergonomia: projeto e produção. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

[8] Moraes, Anamaria de; Mont'alvão, Claudia. Ergonomia: conceitos e aplicações. Rio de Janeiro: 2AB, 2009.

[9] Neto, Laurindo O.G. et al. Análise ergonômica com aplicação do método owas em uma empresa do ramo têxtil. In: Revista Tecnológica, v.25, n.1. Maringá, 2016. p. 81-90. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4025/revtecnol.v25i1.28706>>. Acesso em 20 de abril de 2018.

[10] Silva, Renê de C.; Junior, Jorge dos S. Origem das Lesões por Esforços Repetitivos (LERs). In: Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas da FAIT. ed.4. Itapeva, 2014. Disponível em: <[http://fait.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/LRIjAVnVJ3UgGvv\\_2014-4-16-17-35-8.pdf](http://fait.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/LRIjAVnVJ3UgGvv_2014-4-16-17-35-8.pdf)>. Acesso em 15 de maio de 2018.

*Autares*

**ANA CAROLINA CINTRA FARIA**

Possui graduação em Ciências da Informação, Documentação e Biblioteconomia pela Universidade de São Paulo (2012), especialização em Gestão de Sala de Aula em Nível Superior pelo Centro Universitário de Desenvolvimento do Centro-Oeste (2015), mestrado em Ciência da Informação pela Universidade de Brasília (2015) e cursa doutorado no Programa de Pós-Graduação em Sistemas Mecatrônicos do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Brasília (UNB). É coordenadora do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa, coordenadora dos cursos Bacharel em Sistemas de Informação e Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas e Professora, no Centro Universitário de Desenvolvimento do Centro-Oeste.

**ANDRESA DANTAS DE ARAÚJO**

Graduanda em Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade Regional do Cariri-URCA. Pesquisadora em extensão pelo Projeto Fórum: Resíduos e a Sustentabilidade do Planeta no período de março de 2016 à dezembro de 2017. Atuou como membro estagiária do Laboratório de Águas, Efluentes e Metais Pesados - LAEMP na Universidade Regional do Cariri - URCA de março à dezembro de 2018.

**ANTONIO LEONARDO BARBOSA DE SOUZA**

Graduando em Engenharia de Produção na Universidade Federal de Alagoas - UFAL, Campus Arapiraca - Unidade Educacional de Penedo

**BRUNO NEVES AMADO**

Técnico Químico, graduando do 9º período de Engenharia de Produção pela UFRJ-Macaé, com experiência no Movimento Empresa Júnior como Diretor de Projetos e atualmente estagiário de Supply Chain.

**CAIO VINICIUS DE ARAUJO FERREIRA GOMES**

Graduando em Engenharia de Produção Mecânica na Universidade Regional do Cariri (URCA). Atualmente atua como bolsista de iniciação científica PIBIC-URCA. Tem experiência na parte de diagnóstico ambiental.

**CARINE LIMA SILVA**

Graduação em Ciências Contábeis pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões e Especialização em Gestão Pública UERGS.

**CARLOS ALBERTO DOS SANTOS LIRA**

Graduando em Engenharia de Produção na Universidade Ceuma (2018). Um ano de experiência com desenvolvimento de projetos nas áreas de qualidade, produtividade e logística. Membro do Grupo de Estudos em Engenharia de Produção.

**CARLOS CÁSSIO DE ALCÂNTARA**

Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba (2015), com período sanduíche na Euskal Herriko Unibertsitatea (2012/2013); Especialista em Engenharia Elétrica com Ênfase Sistemas de Automação pela Universidade Cândido Mendes (2017). Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba (2017). Atualmente é Professor na Universidade Federal Rural do Semi-Árido - Campus Caraúbas. Tem experiência na área de Metalurgia Física com ênfase em transformações de fase no estado sólido. Atua

principalmente nos seguintes temas: Ligas com Memória de Forma; Transformações Martensíticas; Crescimento Anormal de Grão.

#### **CAROLINA AQUINO RAMPONI SENA**

Possui graduação em Administração com Habilitação em Comércio Exterior pelo Centro de Ensino Superior de Catalão (CESUC - 2005), e especialização em Docência Para a Educação Profissional pela Faculdade do Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC - 2012). Atualmente, é professora nível N2 do Instituto Tecnológico Aguinaldo de Campos Netto (ITEGO - ACN) e instrutora do Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC - GO). Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Fundamentos da Administração, Gestão da Produção, Logística e Cadeia de Suprimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: Indústria 4.0, Qualidade, Custos e Gestão de Produtos.

#### **DANDARA LISIANE DOURADO DOS SANTOS**

Graduada em Administração de Empresas pela Universidade Ceuma (2017). Técnica em Logística pela Universidade Ceuma (2015).

#### **DAYSIANNE BRAGA FERNANDES**

Graduanda em Engenharia de Produção na Universidade Federal de Alagoas - UFAL, Campus Arapiraca - Unidade Educacional de Penedo.

#### **DUAN VILELA FERREIRA**

Especialista em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas e em Engenharia de Poços de Petróleo e Gás pela Universidade Tiradentes. Graduado em Engenharia de Produção pela Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe, possui experiência nas áreas de gestão integrada, produção, projetos de investimento e suprimentos em negócios de mineração.

#### **EDINARA ADELAIDE BOSS**

Formou-se em Engenharia Química na Universidade Regional de Blumenau (1998). Possui mestrado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (1999) e doutorado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (2004). 3 Pós doutorados em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (2004-2008, 2008-2010 e 2011-2013). Tem experiência atuando, principalmente, em desenvolvimento de processos químicos. Atualmente ministra aulas no UNASP (Centro Universitário Adventista do Estado de São Paulo).

#### **EDUARDO LOPES DOS REIS**

Graduado em Engenharia de Produção Formado Pela Estácio Belém, cursando Pós-Graduação em Engenharia de Gestão da Qualidade em Projetos Pela Estácio Belém, Já atuou como Estagiário na Assembléia Legislativa do Estado do Pará no setor de Suprimentos. Atualmente, atua como Trainee de Operações na Estácio Participações S/A. Interessado em Ferramenta Lean, Otimização de Processos, Melhoria Contínua.

#### **ELENILDO BARROS DA SILVA**

Professor Coordenador Adjunto da Faculdade Estácio de Belém no Curso de Engenharia Mecânica. Mestrando em Engenharia Mecânica pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da UFPA, Pós-graduação em nível de Especialização em Engenharia de Produção da UNINTER e Graduação em Engenharia Mecânica pela UFPA. Pesquisa na área de Corrosão, Gestão da Produção, Gestão da Manutenção e Processos de Fabricação.

**ELIABE VITÓRIA NASCIMENTO**

Mestre em Engenharia de Processos pela Universidade Tiradentes. Graduado em Engenharia de Produção pela Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe e Especialista em Docência do Ensino Superior pela Faculdade União Cultural do Estado de São Paulo. Atual como professor de disciplinas de gestão e otimização de processos nos cursos de Engenharia e Administração na Universidade Tiradentes. Também atua como consultor na área de Gestão de Operações, Planejamento Estratégico, Otimização de Sistemas Produtivos, Análise de Viabilidade Econômica, Sistema de Gestão Integrada, Simulação e Otimização de Sistemas Produtivos, dentre outras áreas da Engenharia de Produção.

**ENILSON DE SOUSA COSTA**

Possui graduação em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido(2017), ensino-medio-segundo-graupelo Colégio Diocesano de Santa Luzia(2010) e ensino-medio-segundo-graupela Gymnasium im Stift Neuzelle(2012). Atualmente é da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica.

**EUNICE PARAGUASSU MOURA**

Graduada em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Maranhão (1995) e mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco (1999). Atualmente é professora do ensino superior da Universidade Ceuma, em São Luís - MA. Tem experiência na área de Gestão da Produção, com ênfase em Gestão de Sistemas de Produção, atuando principalmente nas seguintes áreas: competitividade, desempenho, processos de produção e estratégia de produção.

**FERNANDA PEREIRA LIMA**

Estudante do Curso em Tecnologia em Gestão da Produção Industrial do Instituto Tecnológico Aguinaldo de Campos Netto (ITEGO - ACN). Atualmente, busca novos conhecimentos através da inserção no mercado de trabalho na área de estudo.

**GABRIEL DE MOURA REIS**

Graduando em Engenharia de Produção pelo Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas (ICET/UFAM). Discente bolsista do grupo PET Engenharia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

**GABRIEL GONÇALVES VIANA**

Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão – FENG. Graduando em Engenharia de Produção - 4º ano. Diretor Administrativo-Financeiro, EnAção - Empresa Júnior de Consultoria - UFG/RC

**ISABELLA ARLOCHI DE OLIVEIRA**

Graduanda em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ-Macaé) e atualmente cursando o 4º ano de Engenharia Mecânica na École Polytechnique Universitaire de Lille.

**ISABELLA RODRIGUES OLIVEIRA DE SOUSA**

Graduada em Administração de Empresas na UNB-FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, formou-se em Strategic Thinking e Business English na UNIVERSIDADE DO ESTADO DE NOVA YORK, campus Albany-NY, Estados Unidos em 2018. Em 2015 trabalhou como Assessora de Comunicação do INSTITUTO BRASILEIRO DE GOVERNANÇA PÚBLICA, gerenciando as mídias sociais e contribuindo com a organização de eventos desta organização. Estagiou na Coordenação Estratégica de Tecnologia do Serviço Federal de Processamento de Dados (SERPRO), contribuindo para a implementação de um processo de compartilhamento de informações e gestão do conhecimento sobre as políticas, premissas, metodologias, padrões e especificações técnicas sobre o segmento Áreas de Integração para o Governo Eletrônico, da Arquitetura e-PING de Interoperabilidade Brasil. Tendo desenvolvido atividades relacionadas a sua área de estudo na SECRETARIA DE ESTADO DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA DO DISTRITO FEDERAL.

**JAIME SOARES DOS SANTOS**

Possui curso Técnico em Açúcar e Alcool pelo Instituto Federal de Alagoas (2016), Aprendiz em Eletromecânico de Manutenção Industrial pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (2016). Atualmente Estudante de Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Alagoas.

**JEISIELY DA CRUZ SILVA**

Graduanda em Engenharia de Produção na Universidade Federal de Alagoas - UFAL, Campus Arapiraca - Unidade Educacional de Penedo

**JÉSSICA DE ASSUNÇÃO PEREIRA**

Estudante do Curso em Tecnologia em Gestão da Produção Industrial do Instituto Tecnológico Aguinaldo de Campos Netto (ITEGO - ACN). Atualmente, também é aluna do Ballet Simone Faleiro, possui cursos na área administrativa, como Desvendando a Indústria 4.0. Tem como objetivos o aprimoramento destes conhecimentos e a melhoria da futura empregabilidade.

**JOÃO PEDRO GIANCOLI**

Graduando em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de Lorena (EEL-USP). Atuou como vice-presidente pelo Centro Acadêmico de Engenharia de Produção (CAEP) da EEL USP. Foi assessor financeiro da entidade de impacto social ENACTUS-EEL. Ganhou o prêmio de primeiro lugar em logística de embalagem reversa pela InPev 2015. Possui um artigos aprovado no ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção) sendo um fruto do trabalho de iniciação científica .

**JOÃO RICARDO CORREIA ANDRADE**

Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Sergipe (2016). Atualmente é professor substituto no Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Sergipe (DEPRO/UFS). Aluno regular do curso de Mestrado em Administração pelo Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Sergipe (PROPADM/UFS), linha de pesquisa de Inovação e Tecnologia. Aluno do curso de Engenharia de Segurança no Trabalho da Universidade Tiradentes.

### **JOÃO VITOR MELO**

Formado Técnico em Mecatrônica pela ETEP Faculdades (São José dos Campos) e graduando em Engenharia de Produção na EEL-USP (Lorena). Atuou como membro e gerente de Powertrain (motor e transmissão) pela equipe de Fórmula SAE Brasil EEL Racing. Experiência na área de mecânica, eletrônica, automação e controle de processos.

### **JOAQUIM JOSÉ DUARTE NETO**

Estudante do Curso em Tecnologia em Gestão da Produção Industrial do Instituto Tecnológico Aguinaldo de Campos Netto (ITEGO - ACN). Atualmente, atua como inspetor de qualidade no setor de materiais de construção; e possui experiência nas áreas de ferragem, de soldagem, entre outras.

### **JOSÉ GERALDO DE SOUZA SILVA**

Graduando em Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade Regional do Cariri, bolsista de iniciação científica (Recursos Hídricos - pegada hídrica) pela Universidade Regional do Cariri (2016-2017).

### **JOSÉ JOELSON DE MELO SANTIAGO**

Engenheiro Mecânico formado pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB) com intercâmbio pela Universidad del País Vasco na Escuela de Ingeniería Técnica Industrial de Bilbao. Durante a graduação teve participação em pesquisas relacionados a caracterização de Materiais metálicos não ferrosos onde foi bolsista durante um ano do programa de Iniciação Tecnológica (PIBIT). Atuou como engenheiro de manutenção de equipamentos de grande porte de mineração (2018). Atualmente é aluno do programa de pós graduação nível Mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Campina Grande com ênfase no projeto e fabricação de atuadores inteligentes utilizando ligas com memória de forma (LMF), com previsão de término para Setembro de 2018, e atua como engenheiro mecânico autônomo responsável tecnicamente por empresa de manutenção em sistema de climatização e refrigeração.

### **JOYCE MARTINS**

Graduanda em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de Lorena (EEL-USP). Experiência em áreas de assuntos acadêmicos e finanças pelo Centro Acadêmico de Engenharia de Produção (CAEP) da EEL USP. Possui dois artigos aprovados e apresentados no ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção) frutos de trabalhos do segundo e quarto semestre de graduação realizados em empresas da região do Vale do Paraíba.

### **JÚLIO INÁCIO HOLANDA TAVARES NETO**

Graduado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco (1982), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (2006), doutorado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (2010). Atualmente, Gerente de Engenharia de Processo da Unidade de Vinílicos da Braskem S.A para as plantas de Cloro/Soda, Monocloreto de Vinila (VCM) e Policloreto de Vinila (PVC). Experiência de trinta e cinco anos na área de engenharia química, com ênfase em processos industriais de engenharia química atuando, principalmente, nos seguintes temas: pré - operação, operação e projeto de plantas industriais.

**KASSIA DALL ASTA**

Graduação em Serviço Social pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Pós graduação em Gestão de Pessoas pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões e Especialização em Gestão Pública UERGS.

**KLAUS SOARES**

Estudante de engenharia de produção UNASP. Engenharia eletrônica IFSC 2013 - 2016 (incompleto). IONICS - 02/2015 até 02/2017 - P&D

**LAÍS GOMES BARBOSA DA SILVA**

Mestranda em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE - PPGPEP/CAA. Bacharel em engenharia de produção pela Universidade Tiradentes. Tem experiência na área de Planejamento e controle da produção, como projeção e controle orçamentário, gestão de saúde e segurança, monitoramento de indicadores de desempenho, gestão de contratos, entre outras. Coordenadora de desenvolvimento do Núcleo Sergipano de Estudantes de Engenharia de produção nos anos 2015 e 2016.

**LARISSA BONAFE**

Graduação em Psicologia pela Universidade Federal do Rio Grande, Especialista em Terapia Sistêmica, Individual, Conjugal e Familiar (CEF) e Especialização em Gestão Pública UERGS.

**LARISSA CRISTINA DE SOUZA**

Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão – FENG. Graduando em Engenharia de Produção - 4º ano. Vice-Presidente, EnAção - Empresa Júnior de Consultoria - UFG/RC. Pesquisador em projeto de Iniciação Científica - PIVIC

**LAYANNE NARA PARENTE CARDOSO**

Graduanda em Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade Regional do Cariri - URCA, Bolsista de Extensão pelo projeto Fórum: Resíduos e a Sustentabilidade do Planeta (2016-2017), Bolsista de Monitoria da disciplina Engenharia e Natureza (2018).

**LEANDRO DORNELES DOS SANTOS**

Doutorando em Administração na UFSM. Mestre em Gestão Estratégica de Organizações, pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e Missões - URI, Campus de Santo Ângelo /RS(2014). Possui Especialização em Docência para o Ensino Superior, pelo Instituto Cenecista de Ensino Superior de Santo Ângelo/RS. Possui graduação em Administração - Gestão internacional dos negócios pelo Instituto Cenecista de Ensino Superior de Santo Ângelo/RS (2007).

**LUAN SANTOS**

Professor de Engenharia de Produção (UFRJ), campus Macaé, e de programas de MBA da Escola Politécnica (Poli-UFRJ). É Expert Reviewer da United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) sobre as Diretrizes do IPCC à elaboração dos Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa. Doutor e Mestre pelo Programa de Planejamento Energético do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (PPE/COPPE/UFRJ), graduado em Administração pela Faculdade de Administração e Ciências Contábeis da UFRJ (FACC/UFRJ). Trabalhou em instituições como United Nations, CEBDS - Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável, FURNAS S.A.,

dentre outras. Tem como principais linhas de pesquisa os seguintes temas: Política Climática, Precificação de Carbono, Finanças Sustentáveis e Planejamento Energético e Ambiental.

#### **LUCAS DE BONA FONSECA**

Graduando em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de Lorena (EEL-USP). Atuou como assessor e diretor de finanças pelo Centro Acadêmico de Engenharia de Produção (CAEP) da EEL USP. Foi co-fundador e presidente do Consulting Club da EEL USP ( EEL Consulting Club). Foi aluno de iniciação científica, tendo como objeto de pesquisa o Design Thinking. Possui dois artigos aprovados no ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção) sendo um fruto do trabalho de iniciação científica e outro de um trabalho do quarto semestre de graduação realizado em uma empresa da região do Vale do Paraíba.

#### **LUCAS FRANCISCO TELLAROLI**

Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão – FENG. Graduando em Engenharia de Produção - 4º ano. Green Belt Six Sigma certificado - RL & Associados. Pesquisador em projeto de Iniciação Científica - PIBIC

#### **LUCIANA BARRETTO LIMA GUSMÃO**

Graduação em Fisioterapia, pela Universidade Tiradentes. Pós-graduação em Fisioterapia do Trabalho, com Ênfase em Ergonomia. Mestrado em Ergonomia, pela Faculdade de Motricidade Humana, da Universidade Técnica de Lisboa (Portugal). Aprimoramento profissional em Perícia Judicial do Trabalho e Reeducação Postural Global (R.P.G.). Atualização em Gestão das Condições de Trabalho e Saúde dos Trabalhadores da Saúde, pela UFMG. Fisioterapeuta no Centro de Referência em Saúde do Trabalhador (CEREST Anísio Dário), órgão da Prefeitura Municipal de Aracaju, docente em curso de pós-graduação na Estácio de Sá, FANESE e UNIT e consultora de ergonomia na Universidade Tiradentes.

#### **LUIS GABRIEL DE ALENCAR ALVES**

Graduando em Engenharia de Produção Mecânica na Universidade Regional do Cariri (URCA). Atualmente atua como bolsista de iniciação científica PIBIC-URCA. Tem experiência na área de tecnologia da informação.

#### **LUIZ HENRIQUE RAMOS DA SILVA FILHO**

Mestrando em Engenharia de Processos - Universidade Tiradentes. Possui graduação em Engenharia de Petróleo - Universidade Tiradentes e Graduação em Engenharia Química - Universidade Federal de Sergipe. Realizou Curso Profissionalizante- Operador de sonda de perfuração de poços - Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural (PROMINP); Foi Monitor da disciplina Engenharia de Reservatório pela Universidade Tiradentes.

#### **LUYNNE LOBÃO DA MOTA**

Graduação em Arquitetura e Urbanismo, pela Universidade Tiradentes (2015). Aluna regular do curso de Pós-graduação em Engenharia de Segurança no Trabalho da Universidade Tiradentes.

#### **MAGNÓLIA GRESKOVIK**

Bacharel em Administração pela Faculdade Integrada de Santa Maria - FISMA.

**MARIANE LEITE DE SOUZA**

Graduanda em Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade Regional do Cariri, bolsista de iniciação científica (Recursos Hídricos - pegada hídrica) pela Universidade Regional do Cariri (2015-2017)

**MATEUS SILVA ATAIDES**

Engenheiro de Produção formado pela Faculdade Estácio Belém. Já atuou no setor automobilístico, na área de manutenção de veículos. Atualmente desenvolve atividades no setor comercial, como gestor de uma unidade de fornecimento de materiais de construção no interior do Estado do Pará.

**MATHEUS BOCALETE MILLAN**

Estudante universitário de engenharia de produção na UNASP

**MAYUMI PACHECO HAMAOKA**

Bacharel em Administração de Empresas pela Universidade de Brasília. Publicou artigos sobre o tema de modelagem matemática logística no setor portuário brasileiro em congressos nacionais e internacional. Atualmente trabalha na área de Análise de Dados na empresa Sony Electronics na Europa.

**PEDRO HENRIQUE MULLER AMORIM**

Graduação em Direito pela Universidade de Cruz Alta (UNICRUZ), Especialização em Gestão Pública Municipal (UFRGS), Mestre em Práticas Socioculturais e Desenvolvimento Social pela Universidade de Cruz Alta – (UNICRU) e Professor Curso de Especialização Gestão Pública UERGS.

**RAFAEL RUDOLFO KREUTZ**

Graduação em administração de empresas pela Universidade Federal de Santa Maria(UFSM), MBA em Administração e Finanças (Uninter) e Especialização em Gestão Pública pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), Mestrado em Gestão de Organizações Públicas (UFSM), Diretor Executivo da Revista Eletrônica Científica da UERGS e Professor do Curso de Especialização em Gestão Pública (UERGS).

**REINALDO JOSÉ TONETE**

Possui graduação em engenharia de segurança do trabalho pela Universidade Braz Cubas, graduação em engenharia mecânica pela Universidade Braz Cubas e mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Amazonas. Atualmente é professor auxiliar 1 da Universidade Federal do Amazonas. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Projetos de Máquinas.

**RITA DE CÁSSIA CARVALHO MATTOS RAFAEL**

Graduada em Desenho Industrial pela Universidade Federal do Maranhão-Br. Pós-graduada em nível de Especialização em Ergonomia no Design de Sistemas de Informação pela Universidade Técnica de Lisboa-Pt. Pós-graduada em nível de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidade Federal de Santa Catarina -SC. Atualmente é professora na Universidade Ceuma.

**ROBERTA ARAÚJO DE JESUS**

Licenciada em Matemática pela Universidade Federal de Goiás (UFG - 2015), pós-graduação em MBA Gestão Empresarial pelo Centro de Ensino Superior de Catalão (CESUC - 2008) e bacharel em Administração de Empresas pelas Faculdades Integradas do Planalto Central (FIPLAC - 2005). Atualmente, é docente do curso de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial e demais curso técnicos no Instituto Tecnológico do Estado de Goiás Aginaldo de Campos Netto (ITEGO - ACN). Possui experiências nas áreas industriais, comerciais, administrativas, agrícolas, construção civil, gestão educacional, bancária, entre outras

**RODOLFO JOSÉ SABIÁ**

Possui graduação em AGRONOMIA pela Universidade Federal do Ceará (1993), mestrado em Engenharia Civil (Recursos Hídricos) pela Universidade Federal do Ceará (2000) , doutorado em Engenharia Civil (Saneamento Ambiental) pela Universidade Federal do Ceará (2008) E Pós Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual Paulista- Unesp (2015). Atualmente é professor associado O do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Regional do Cariri, tem experiência nas áreas de Gestão Ambiental, Gestão de Recursos Hídricos, Gestão de Resíduos Sólidos e Líquidos , Análise de Metais Pesados em Águas e Decision making. Coordenador do Laboratório de Águas, Efluentes e Metais Pesados da Universidade Regional do Cariri e Presidente do Fórum de Resíduos e a Sustentabilidade do Planeta.

**RODRIGO BÍSCARO NOGUEIRA**

Professor de engenharia da Universidade Federal do Amazonas, Doutor em Ciências, Mestre em Química e Engenheiro de Materiais.

**SANDERSON CESAR MACEDO BARBALHO**

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1993), mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1997) e doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo (2006), ambos, mestrado e doutorado, desenvolvidos na área de Engenharia de Produção. É profissional em gestão de projetos com certificado PMP (Project Management Professional), pelo Project Management Institute (PMI). Atualmente é professor adjunto do Departamento de engenharia de produção da Universidade de Brasília e Diretor do Centro de Desenvolvimento Tecnológico (CDT) da UnB.

**SILVIA ARAÚJO DOS REIS**

Doutora e Mestre em Engenharia de Produção com ênfase em Logística, pela PUC-Rio. Experiência profissional na área de Pesquisa Operacional e Logística: Cadeia de Suprimentos, Programação Matemática, Modelos de apoio à decisão, Modelagem Estocástica, Otimização de Problemas Logísticos. Atualmente é Professora Adjunta do Departamento de Administração na Universidade de Brasília-UnB.

**STELLA JACYSZYN BACHEGA**

Possui doutorado e mestrado em Engenharia da Produção na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e graduação em Administração pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Atualmente é docente em regime 40h dedicação exclusiva na Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão. Dentre as áreas de atuação em ensino, pesquisa e extensão, estão: pesquisa operacional, sistemas e tecnologia da informação, gestão de operações, sustentabilidade e administração. Realiza pesquisas que proporcionem abordagens transversais envolvendo duas ou mais das seguintes áreas: administração de setores

específicos, engenharia de produção, computação, ambiental, estatística e automação. Ainda, é líder do Grupo de Estudos em Modelagem e Simulação-GEMS.

#### **TEREZA RAQUEL CEZAR VIANA DE ANDRADE**

Especializanda em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas. Bacharel em Engenharia de Produção pela Universidade Tiradentes. Possui experiência nas áreas de Produtividade e Qualidade de atendimento, Gestão da Cadeia de Suprimentos e Padronização de Processos.

#### **THAIS APARECIDA RIBEIRO CLEMENTINO**

Possui formação no curso Técnico de nível médio em Edificações pela EEEP Raimundo Saraiva Coelho (2015). Curso Técnico em Mecânica em andamento, pelo Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC). Graduanda em Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade Regional do Cariri - URCA (2016). Atualmente atua como bolsista de iniciação científica CNPq.

#### **VICTÓRIA FERNANDES DA SILVA**

Graduanda em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) Campus Macaé.

#### **VINÍCIUS NASCIMENTO ARAÚJO**

Graduando em Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade Regional do Cariri - URCA. Master en Management de l'Innovation et Design Industriel (Master MIDI) dans l'École Nationale Supérieure en Génie des Systèmes et de l'Innovation (ENSGSI) de l'Université de Lorraine (UL), promotion 2017/2018. Membro estagiário de l'Équipe de Recherche sur les Processus Innovatifs (Laboratoire ERPI, Nancy, France), de março à agosto de 2018. Atualmente, membro voluntário do Laboratório de Águas, Efluentes e Metais Pesados - LAEMP da Universidade Regional do Cariri - URCA.

#### **YUDI MATSUGUMA YOSHIDA**

Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão – FENG. Graduando em Engenharia de Produção - 4º ano. Green Belt Six Sigma certificado - RL & Associados. Membro Consultor, EnAção Consultoria Júnior - UFG/RC. Pesquisador em projeto de Iniciação Científica - PIVIC

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7042-035-0



9 788570 420350