

Organizadores:

Eduardo Mendonça Pinheiro

Patrício Moreira de Araújo Filho

Glauber Tulio Fonseca Coelho



4iO

ENGENHARIA

a era da produção inteligente

2021


Pascal
Editora

5^o
Volume

EDUARDO MENDONÇA PINHEIRO
PATRÍCIO MOREIRA DE ARAÚJO FILHO
GLAUBER TULIO FONSECA COELHO
(Organizadores)

ENGENHARIA 4.0

a era da produção inteligente

VOLUME 5

EDITORA PASCAL
2021

2021 - Copyright© da Editora Pascal

Editor Chefe: Prof. Dr. Patrício Moreira de Araújo Filho

Edição e Diagramação: Eduardo Mendonça Pinheiro

Edição de Arte: Marcos Clyver dos Santos Oliveira

Bibliotecária: Rayssa Cristhália Viana da Silva – CRB-13/904

Revisão: Patrício Moreira de Araújo Filho

Conselho Editorial

Prof. Dr. Will Ribamar Mendes Almeida

Prof. Dr. Saulo José Figueredo Mendes

Prof. Dr. Glauber Túlio Fonseca Coelho

Prof. Dr. Raimundo Luna Neres

Prof. Dr. Fabio Antonio da Silva Arruda

Prof. Dr. Ernane Rosa Martins

Prof. MSc. Paulo Américo Lira de Freitas

Prof. MSc. Carlos César Correia Aranha Junior

Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57prod

Engenharia 4.0: a era da produção inteligente. / Eduardo Mendonça Pinheiro, Patrício Moreira de Araújo Filho e Glauber Túlio Fonseca Coelho, (Orgs.). — São Luís: Editora Pascal, 2021.

565 f.; il. – (Engenharia 4.0; v. 5)

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-86707-36-6

D.O.I.: 10.29327/528129

1. Engenharia. 2. Gestão inteligente. 3. Miscelânea. I. Pinheiro, Eduardo Mendonça. II. Araújo Filho, Patrício Moreira de. III. Coelho, Glauber Túlio Fonseca.

CDU: 089.3

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

2021

www.editorapascal.com.br

contato@editorapascal.com.br

APRESENTAÇÃO

Esta edição da série “Engenharia 4.0: a era da produção inteligente” é o resultado da seleção de vários artigos científicos publicados sobre a temática central da obra. A equipe editorial buscou oportunizar aos acadêmicos, professores e profissionais da atuantes da área, espaço de discussão a respeito da produção inteligente e sua nova fronteira. Vale dizer que esta série, prevista inicialmente para cinco volumes, pode ter números adicionais no futuro, devido à grande repercussão, interesse de vários pesquisadores e difusão deste novo conhecimento.

O presente volume é composto por 35 capítulos que foram apresentados em eventos regionais, nacionais e internacionais durante os anos de 2019/2020 e aqui estão agrupados segundo temática para facilitar a leitura quanto aos interesses difundidos em cada artigo, transformado em capítulo de livro e direcionados a discentes, docentes, pesquisadores e profissionais de Engenharia e áreas afins.

Os Organizadores ressaltam que as temáticas ilustradas nos capítulos desta série científica confirmam o valor da Engenharia 4.0 no contexto empresarial, científico e seus utilitários, mas principalmente vem reforçar a importância do tema de vanguarda e sua aplicabilidade, contribuindo para que as empresas e centros de pesquisa possam identificar projetos com o potencial de desenvolvimento de novas tecnologias e inovação para o futuro da indústria.

Os Organizadores

Sumário

CAPÍTULO 1..... 12

ANÁLISE DE ESTOQUE DE UMA LOJA DE AUTOPEÇAS ATRAVÉS DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL: UM ESTUDO DE CASO

Alanna Mirella Gonçalves de Carvalho

Raisa Bezerra de Lima

Rafael Chaves de Sousa Ichihara

CAPÍTULO 2..... 31

SELEÇÃO DE CONFIGURAÇÕES DE POÇOS DE PETRÓLEO BASEADA EM GERENCIAMENTO DE INTEGRIDADE, UTILIZANDO DIAGRAMA DE BLOCOS DE CONFIABILIDADE

Maurício Moraes Neves Jr

Gilson Brito Alves Lima

Danilo Colombo

Danilo Taverna Martins Pereira de Abreu

Juliedson Serigati Salvalagio

CAPÍTULO 3..... 50

ANÁLISE COMPARATIVA DE INTEGRIDADE DA INSTALAÇÃO E DE SEGURANÇA OPERACIONAL EM POÇOS, NA PERCEPÇÃO DE OPERADORES DE CAMPOS TERRESTRES PRODUTORES DE PETRÓLEO

Raymundo Jorge de Sousa Mançú

Luís Borges Gouveia

Silvério dos Santos Brunhoso Cordeiro

CAPÍTULO 4..... 68

INDÚSTRIA 4.0: UMA ABORDAGEM TEÓRICA CONCEITUAL

Rony Peterson da Rocha

Claudilaine Caldas de Oliveira

Rubya Vieira de Mello Campos

Márcia de Fátima Morais

CAPÍTULO 5..... 83

GERENCIAMENTO DE ESTOQUE: IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIA EM UMA FÁBRICA DE VASSOURAS RECICLÁVEIS

Ernando Peluso

Syntia Lemos Cotrim

Claudilaine Caldas de Oliveira

Rubya Vieira de Mello Campos

Edwin Vladimir Cardoza Galdamez

CAPÍTULO 6.....	100
BLOCKCHAIN APPLIED TO SUPPLY CHAIN: A BIBLIOMETRIC STUDY Bruno Sales Salvador Alexandre Tadeu Simon	
CAPÍTULO 7.....	113
DESENVOLVIMENTO DE UMA ANÁLISE PARA INSERÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0 NO ENSINO DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA Manuela de Cássia Silva de Carvalho Thermerson Felipe Monteiro de Lima Yvelyne Bianca Iunes Santos Bruno Nonato Ferreira Ramos Cayna Enos Cruz Morais	
CAPÍTULO 8.....	128
OTIMIZAÇÃO DE CAPACIDADE DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE REQUEIJÃO DE UMA COOPERATIVA Cintia Fabiana Pereira Mora Robson Luciano de Almeida	
CAPÍTULO 9.....	145
ESTUDO DE PREVISÃO DE DEMANDA PARA PEÇAS DE ROLAMENTO VISANDO A REDUÇÃO DO NÍVEIS DE ESTOQUE André Clementino de Oliveira Santos Joan Gustavo Ribeiro Pereira Leonardo Cardoso Galvão Renan Pereira Maciel Renata Martins Tavares	
CAPÍTULO 10.....	160
APLICAÇÃO DO CICLO PDCA NA MELHORIA DE PROCESSOS DE UM TERMINAL MARÍTIMO Jessica Alves Trindade Lima Moisés dos Santos Rocha	
CAPÍTULO 11.....	175
CENÁRIO DA INDÚSTRIA 4.0 E A GESTÃO DA QUALIDADE Cynthia Helena Soares Bouças Teixeira Ricardo Luiz Perez Teixeira	

CAPÍTULO 12..... 184

ANÁLISE DOS PROBLEMAS DE DRENAGEM PLUVIAL URBANA: ESTUDO DE CASO DO MERCADO CENTRAL EM SÃO LUÍS – MA

Débora de Brito Silva
Claudemir Gomes de Santana
Danielle Cristina dos Santos Lisboa
Lucas Nadler Rocha
Renata Medeiros Lobo Muller

CAPÍTULO 13..... 206

EVOLUÇÃO NAS VENDAS DE UM GRANDE FORNECEDOR, FEITAS ATRAVÉS DO E-COMMERCE DE UM VAREJISTA DO SETOR DE COSMÉTICOS E PERFUMARIA

Bruna Táfila da Silva Souza
Daiane Bárbara Silva de Oliveira
Leonardo Ayres Cordeiro
Suelen Fidelis Araújo

CAPÍTULO 14..... 219

LOGÍSTICA REVERSA E RESÍDUOS SÓLIDOS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DE 2010 E 2019

Pio Marinheiro de Souza Neto

CAPÍTULO 15 238

OTIMIZAÇÃO DOS PARÂMETROS DE USINAGEM NO TORNEAMENTO DO AÇO INOXIDÁVEL SUPER DUPLEX UNS S32750

Carlos Filipe Nascimento
André Dallora dos Reis
Deise Santos Madeira
Tarcísio Gonçalves de Brito
Emerson José de Paiva

CAPÍTULO 16..... 249

ANÁLISE DA RUGOSIDADE MÉDIA QUADRÁTICA (R_q) NO FRESAMENTO DO AÇO INOXIDÁVEL DUPLEX UNS S32205

Wellington Rocha Silva
Deise Santos Madeira
Tarcísio Gonçalves de Brito
Bruno Silva Cota
Carlos Eymel Campos Rodriguez

CAPÍTULO 17 259

INFLUÊNCIA DO HONEAMENTO EM FRESAS INTEIRIÇAS DE METAL DURO NO PROCESSO DE FRESAMENTO TANGENCIAL

Marcelo Aparecido Carlos
Nivaldo Lemos Coppini

CAPÍTULO 18..... 270

MEDIDA DA CAPACIDADE PRODUTIVA: UMA REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

Reynaldo Chile Palomino
Richard Andrés Estombelo Montesco

CAPÍTULO 19..... 285

TOTAL QUALITY CONTROL AND SHEWART METHOD AS AUXILIARY TOOLS ON THE PRACTICE OF LEAN CONSTRUCTION PROCESS

Ana Celia Vidolin
Cezar Augusto Romano

CAPÍTULO 20..... 297

INSPEÇÃO PREDIAL: UM ESTUDO DE CASO NO EDIFÍCIO LUIZ PEDRO EM RIO BRANCO-ACRE

Deborah Maila Rocha Ihuarauqui
Pedro Bonfim Segobia

CAPÍTULO 21 312

ESTUDO DA RUGOSIDADE R_y NO FRESAMENTO DE TOPO RETO DO AÇO INOXIDÁVEL DUPLEX UNS S32205 UTILIZANDO PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTO

André Dallora dos Reis
Tarcísio Gonçalves de Brito
Carlos Henrique de Oliveira
Emerson José de Paiva
Deise Santos Madeira

CAPÍTULO 22..... 319

LOGÍSTICA REVERSA: UMA ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA

Grazielle Teófilo Valeriano Chaves
Leonardo Ayres Cordeiro
Thaynara Cristina Lelis Moreira
Weverton Gomes Leonel

CAPÍTULO 23.....	334
PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO: ESTUDO DE CASO DE UMA EMPRESA DISTRIBUIDORA EM SÃO LUÍS-MA	
Carlos Victor Costa de Carvalho Mayanne Camara Serra Eduardo Mendonça Pinheiro	
CAPÍTULO 24.....	357
INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS LOGÍSTICAS DE 3 STARTUPS BRASILEIRAS	
Diego do Prado Coelho Eliacy Cavalcanti Lélis	
CAPÍTULO 25.....	369
PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO: UM ESTUDO DE MELHORIA EM UMA EMPRESA DO SETOR MOVELEIRO EM IRANDUBA - AM	
Adriene de Freitas Lima	
CAPÍTULO 26.....	385
UMA ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES NO SIMPEP SOBRE INDICADORES DA MANUFATURA ENXUTA E A INDÚSTRIA 4.0 NO SEGMENTO TÊXTIL	
Rafael Fernando Petri Ana Julia Dal Forno Antônio Augusto Ulson De Souza Liane Mählmann Kipper	
CAPÍTULO 27.....	400
APLICAÇÃO DA METODOLOGIA MASP NA MELHORIA DE PROCESSOS EM UM CORRESPONDENTE BANCÁRIO	
Helen Bruna dos Santos Corrêa Taynara Regiane França Martins	
CAPÍTULO 28	418
IDENTIFICAÇÃO DE PARTÍCULAS EM ALTAS ENERGIAS UTILIZANDO MÉTODOS DE APRENDIZADO DE MÁQUINA	
Cristine Nunes Ferreira João Paulo Seixas Alves	

CAPÍTULO 29.....440

FLUXO PÓS-CONSUMO DOS GARRAFÕES DE 20 LITROS EM UMA INDÚSTRIA DE ENVASE DE ÁGUA MINERAL EM RECIFE

Amanda Dantas Freitas
Michele Bezerra Saito

CAPÍTULO 30.....455

EFEITO DA REDEFINIÇÃO DO KILOGRAMA PARA A METROLOGIA DE MASSA

Fábio André Ludolf Cacais
Victor Manuel Loayza Mendoza

CAPÍTULO 31.....467

PROCESSAMENTO DE NUVEM DE PONTOS ORIENTADO PARA O AMBIENTE DE SIMULAÇÃO A EVENTOS DISCRETOS

Bruno Venanzio Trasatti
Victor Emmanuel de Oliveira Gomes

CAPÍTULO 32.....478

GERENCIAMENTO DE FORÇA DE TRABALHO, ROTINAS E PROCESSOS NO VAREJO

Gabriel Bittencourt Jardim
Ana Carolina Cellular Massone
Jorge Bezerra Lopes Chaves

CAPÍTULO 33.....491

ESTUDO METABOLÔMICO DE COMPOSTOS FIXOS E VOLÁTEIS EM DE POLPA DE *Eugenia brasiliensis* (GRUMIXAMA) POR PAPER SPRAY PS/MS E MICROEXTRAÇÃO EM FASE SÓLIDA SPME-GC/MS

Ana Luiza Coeli Cruz Ramos
Douglas Dellaretti Mendes
Mauro Ramalho Silva
Henrique de Oliveira Prata Mendonça
Rodinei Augusti
Raquel Linhares Bello Araújo
Inayara Cristina Alves Lacerda
Júlio Onésio Ferreira Melo

CAPÍTULO 34.....	509
-------------------------	------------

**ANÁLISE DO FLUXO DO PROCESSO PRODUTIVO DA INDÚSTRIA DE MINÉ-
RIO PEDREIRA POTIGUAR, NA CIDADE DE CARAÚBAS/RN**

Dacelinda Daniela Sobrinha

Ana Augusta da Silva Campos

CAPÍTULO 35.....	522
-------------------------	------------

**COMPARATIVO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA DAS PLACAS CERÂMICAS
EM CHAPAS DE GESSO ACARTONADO**

Christyanne Dennyse Dos Santos Silva

Leonardo José Silva Vale

Klayne Kattiley dos Santos Silva

Ângelo Just Costa e Silva

João Gabriel Souza dos Reis

Rayssa Valéria da Silva

Carlos Fernando Gomes do Nascimento

Camila Mota de Araújo

Pedro Adolfo Rodrigues Maciel

Igor Albuquerque da Rosa Teixeira

AUTORES.....	537
---------------------	------------

ORGANIZADORES.....	564
---------------------------	------------

CAPÍTULO 1

ANÁLISE DE ESTOQUE DE UMA LOJA DE AUTOPEÇAS ATRAVÉS DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL: UM ESTUDO DE CASO

STOCK ANALYSIS OF A AUTO PARTS STORE THROUGH
COMPUTATIONAL SIMULATION: A CASE STUDY

Alanna Mirella G. de Carvalho

Raisa Bezerra de Lima

Rafael Chaves de Sousa Ichihara

Resumo

Este trabalho propõe melhorar o nível de serviço de uma empresa de autopeças por meio da gestão de estoques dos produtos mais demandados. Os produtos em estudo foram selecionados por meio da classificação ABC e suas disponibilidades em estoque avaliadas com base no consumo mensal em um modelo de simulação computacional desenvolvido no software Arena®. A partir dos resultados da simulação, um estoque mínimo foi determinado para cada produto com objetivo de reduzir reposições não programadas e atendimentos emergenciais. Além disso, foram avaliados e determinados pontos de estocagem ótimos para reduzir o deslocamento necessário para acessar estes produtos. O nível de estoque obtido a partir da análise da simulação computacional – considerando um grau de atendimento de 90% – foi satisfatório, pois não houveram demandas não atendidas no modelo de simulação computacional. Constatou-se também que os novos pontos de estocagem obtidos no modelo promoveram uma redução de 1370 metros de deslocamento mensal para acessar aos produtos em análise.

Palavras-chave: Simulação computacional. Gestão de estoque. Nível de serviço.

Abstract

This paper proposes service level improvement of an auto parts company through inventory management of the most demanded products. Products under study were selected by ABC classification and their stock availability evaluated based on monthly consumption in a computer simulation model developed in Arena® software. From simulation reports, minimum inventory was determined for each product to reduce unscheduled replacements and emergency customer's service. In addition, optimal stocking points have been evaluated and determined to reduce the displacement required to access these products. Inventory level obtained generates 90% of service level with no unmet demands in computer simulation model. Furthermore, computer simulation model revealed that new storage points reduced in 1370 meters of total monthly displacement to access products under analysis.

Keywords: Computer simulation. Inventory management. Service level.



1. INTRODUÇÃO

As empresas, principalmente de pequeno porte, sofrem grandes impactos com um mercado que enfrenta constantes transformações. Para manter um ajuste viável entre objetivos, habilidades, recursos e oportunidades, o planejamento estratégico se faz essencial, de modo a dar forma aos negócios e produtos da organização (KOTLER, 2000).

À vista disso, uma alternativa para a redução de custos é a prática correta da gestão de estoques. Tal gerenciamento pode ter grande influência no retorno sobre o ativo (SLACK et al, 2015). Entretanto, poucas empresas organizam seu estoque da forma mais adequada, sendo necessária a utilização de ferramentas que possam auxiliar nesse processo. Uma ferramenta amplamente útil para a avaliação de dados e tomada de decisões é a curva ABC, sendo um método adequado para planejar a distribuição dos produtos a partir do volume de vendas (POZO, 2002).

Dentro deste contexto encontra-se a empresa Renoservice Autopeças, localizada em Natal/RN e atua no ramo de peças e serviços automotivos. Após autorização pelo proprietário para realização do estudo, verificou-se que a empresa possui estoques excessivos de alguns produtos e que estes estão localizados em pontos distantes, dificultando o acesso pelos balconistas.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo de simulação computacional para identificar alternativas de melhoria na disponibilidade dos produtos mais relevantes da loja com base no consumo mensal destes produtos dentro do período de análise.

Com base nos resultados do modelo, será possível determinar um nível de estoque mínimo de segurança desses produtos, bem os pontos de estocagem mais adequados, ou seja, os locais em que possam ser facilmente acessados pelos funcionários da empresa.

A solução de problemas em qualquer empresa pode implicar em investimentos e tecnologias, além de custos adicionais com tempo de projeto e execução. Tal decisão deve ser realizada de forma cautelosa e assertiva de modo a minimizar o impacto destes custos.

Dessa forma, a utilização da simulação computacional de processos é uma importante ferramenta de análise e suporte à tomada de decisões, visto que o comportamento de um processo real pode ser estudado em diferentes cenários sem necessidade de intervenção prévia nos processos e os resultados serão tão próximos da realidade quanto o modelo representar o processo real.



2. REFERENCIAL TEÓRICO

Para a fundamentação teórica do trabalho, torna-se necessária a compreensão dos seguintes conceitos:

2.1. Nível de serviço logístico

Ballou (2006) relaciona o nível de serviço com o fluxo de bens serviços e o tempo necessário para atender aos requisitos do cliente, sendo assim, um somatório das atividades fundamentais para gerar um grau de atendimento eficiente. Dessa maneira, os componentes estratégicos do nível de serviço envolvem o relacionamento com o cliente, atuando no gerenciamento de suas expectativas; e relacionamento entre distribuição e gestão de estoques e de localização.

Para Lambert (1998), o nível de serviço não determina somente se os atuais clientes irão perdurar, mas também de estabelecer quantos clientes em potencial se tornarão clientes efetivamente.

Para possibilitar o atendimento ao mercado com maior ou menor nível de atendimento, Pozo (2007) propõe comparar valores através do coeficiente de grau de atendimento (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores do coeficiente k para percentuais de grau de atendimento.

Grau de Atendimento (%)		Grau de Atendimento (%)	
55	0,126	80	0,842
60	0,253	85	1,036
65	0,385	90	1,233
70	0,524	95	1,645
75	0,674	99,9	3,090

Fonte: Adaptado de Pozo (2007)

2.2. Gestão e custo de estoques

Para Slack *et al.* (2015), estoque é um termo utilizado para descrever o acúmulo de matérias, clientes ou informações que fluem por meio de processos ou redes. O inventário pode ser definido como a acumulação de materiais físicos e filas são acumulações de clientes. Segundo os autores, o gerenciamento dessas acumulações pode ser denominado como gestão de estoque.



O estoque mínimo é definido como uma quantidade mínima de peças que deve haver no estoque para suprir eventuais mudanças em relação à demanda, atrasos de fornecedores ou problemas com lotes de compra. Prioriza-se um estoque mínimo que otimize os recursos e minimize os custos de modo a atender ocasiões previsíveis no plano de produção e a política de nível de atendimento (POZO, 2007).

Segundo Pozo (2007), o estoque mínimo é determinado conforme a equação:

$$Emín = \delta \cdot k$$

Tal que:

$Emín$ = Estoque mínimo;

δ = Desvio padrão de consumo;

k = coeficiente de grau de risco.

2.3. Curva ABC

Viana (2002) define a curva ABC como um instrumento importante que possibilita a identificação de itens que necessitam tratamento e atenção adequados no seu gerenciamento. Ele acrescenta que a implementação da classificação ABC pode ocorrer de diversas maneiras, seja por tempo de reposição, valor de demanda, inventário, aquisições ou classificação por valor de consumo, sendo esta última a predominante.

Segundo Martins e Laugeni (2005), a curva ABC se subdivide em três classes. São elas:

- a) Classe A: representa 10 a 20% dos itens em que o valor de consumo está entre 50 a 80%. Geralmente são os itens mais importantes e devem ser cuidados com atenção.
- b) Classe B: representa os itens intermediários, cerca de 20 a 30% dos itens e possuem valor de consumo em média de 20 a 30%.
- c) Classe C: possui um grande número de itens, representando mais de 50% e possuindo valor de consumo médio entre 5 e 10%.



2.4. Simulação computacional

Segundo Kelton et al (2007), a simulação computacional se refere a métodos utilizados para estudar uma variedade ampla de modelos reais através de avaliação numérica feita por meio de um software capaz de imitar as características das operações do sistema. Ou seja, é o processo de projeção e criação de um modelo computadorizado de um sistema real ou proposto com o objetivo de proporcionar um melhor entendimento do comportamento do sistema para um conjunto de condições determinadas.

Prado (2003) define que a simulação se mostra como ferramenta estratégica para mudanças de layout, ampliação, logística, entre outras implementações, tendo como vantagem a possibilidade de analisar diversas alterações virtualmente sem o custo e o risco da atuação no cenário real.

Para a construção do modelo de simulação computacional por eventos discretos, o software utilizado será o Arena®. Através do seu ambiente gráfico, é possível a modelagem de processos, fluxos e análise dos resultados obtidos em gráficos, estatísticas e relatórios.

As entidades são os elementos básicos da modelagem no Arena®. Elas representam as pessoas, os objetos ou transações que se movem ao longo do sistema. As estações de trabalho definem onde será realizado cada processo. O fluxo é a representação do caminho a ser percorrido pela entidade ao longo das estações. (PRADO, 2003).

Os módulos Arena® utilizados neste trabalho estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1 - Descrição dos módulos do Arena® utilizados no trabalho.

Módulo	Função	Módulo	Função
Create	Introduz as entidades no modelo em intervalos de tempo definidos.	Variable	Define os valores iniciais das variáveis do modelo.
Seize	Ocupa um recurso e faz a entidade aguardá-lo.	Record	Coleta estatísticas nos pontos do modelo escolhidos.
Resource	Relaciona todos os recursos utilizados no modelo.	Release	Libera um recurso ocupado anteriormente.
Schedule	Define a programação de exploração e duração dos recursos.	Decide	Permite a tomada de decisões baseado em condições estabelecidas.
Assign	Associa valores e parâmetros às variáveis e atributos de entidades.	Process	Representa uma ação no sistema que leve um tempo para ser cumprida.
Delay	Causa uma espera, fazendo a entidade aguardar no módulo até que o tempo seja transcorrido.	Dispose	Retira as entidades do modelo, encerrando o sistema.

Fonte: Adaptado de Paragon (2005)



3. METODOLOGIA

Neste trabalho, o trajeto seguido para sua realização está baseado em um estudo de caso, método no qual são levados em consideração: a amostragem, a coleta e análise de dados, com abordagem específica para a empresa em estudo.

A estratégia de pesquisa de um estudo de caso, de acordo com Yin (2001), trata de contextos reais, em especial, aqueles em que não se tem o controle dos fenômenos. Desta forma, os passos para execução do estudo de caso são:

- a) Identificar os produtos mais relevantes para estudo utilizando a curva ABC com base no consumo mensal;
- b) Medir as distâncias dos produtos mais relevantes dos pontos de estocagem atual ao balcão de atendimento;
- c) Identificar e medir as distâncias dos pontos alternativos de estoque ao balcão de atendimento;
- d) Identificar o fluxograma do processo de atendimento e coletar informações pertinentes:
 - Intervalo de chegada de clientes;
 - Consumo mensal por produto relevante;
 - Tempo de atendimento nos postos de trabalho.
- e) Construir o modelo de simulação computacional no Arena®;
- f) Analisar os resultados da simulação computacional para definir os pontos de estocagem e quantidades mínimas de produtos em inventário;
- g) Analisar o nível de ocupação dos colaboradores no modelo de simulação computacional.



4. DESENVOLVIMENTO

4.1. Identificação dos produtos relevantes

No banco de dados da Renoservice Autopeças, identificou-se 5 itens como mais relevantes com base no consumo mensal no período de janeiro a outubro de 2019, conforme Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 - Consumo mensal dos produtos.

Consumo	Óleo de Motor	Vela de Ignição	Filtro de Óleo	Água Destilada	Kit Amortecedor	Outros Produtos
Total	10335	4439	2608	2204	1995	46864
Médio	1034	444	261	220	200	4686
Desvio-Padrão	102	89	25	31	22	729

Fonte: Banco de dados da Renoservice Autopeças. Dados tratados pelos autores (2019)

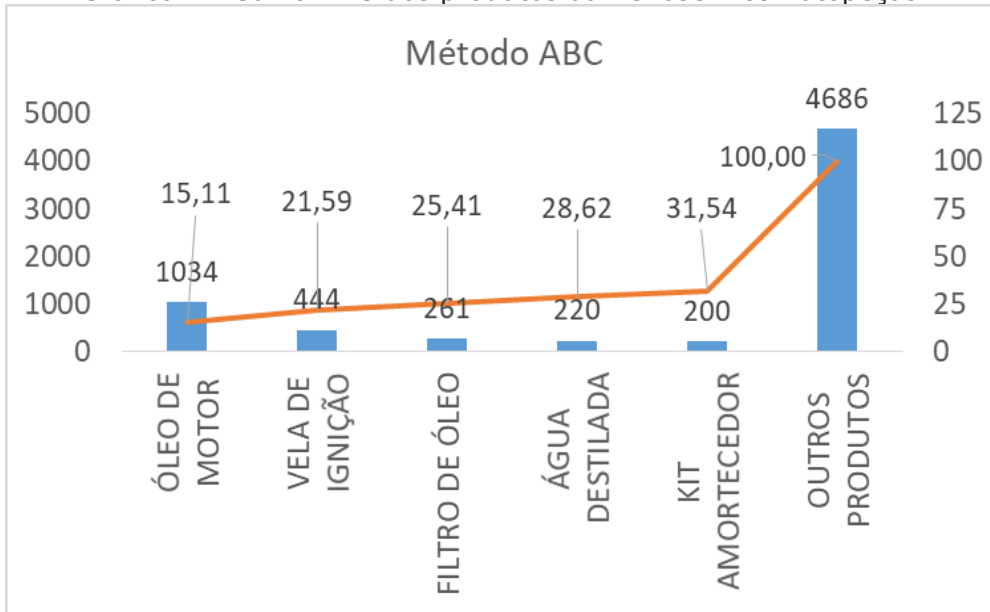
Tabela 3 - Percentual de consumo dos produtos.

Produtos	Consumo Total	Percentual Consumo
Óleo de Motor	10335	15,1%
Vela de Ignição	4439	6,5%
Filtro de Óleo	2608	3,8%
Água Destilada	2204	3,2%
Kit Amortecedor	1995	2,9%
Demais Produtos	46864	68,5%

Fonte: Banco de dados da Renoservice Autopeças. Dados tratados pelos autores (2019)

Os produtos em análise correspondem à aproximadamente 30% dos produtos mais consumidos conforme curva ABC, esquematizado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Curva ABC dos produtos da Renoservice Autopeças.

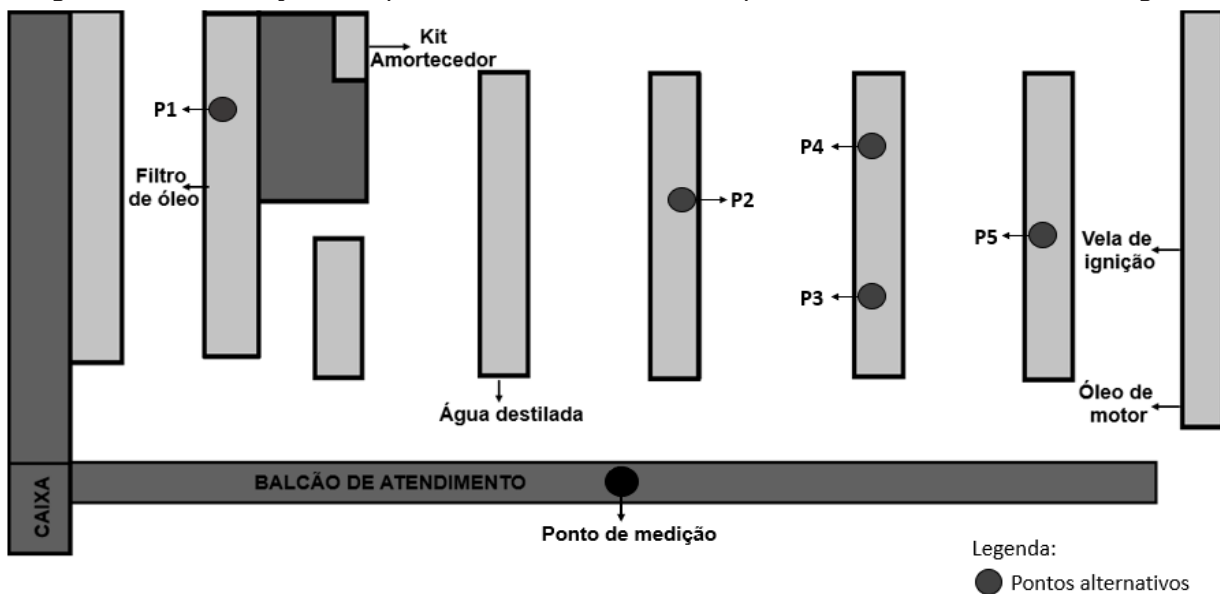


Fonte: Banco de dados da Renoservice Autopeças. Dados tratados pelos autores (2019)

4.2. Medição dos pontos de estocagem

Com a identificação dos produtos mais relevantes, foi elaborada uma planta baixa para melhor visualização dos locais onde se situam esses produtos, assim como dos pontos alternativos para alocação dos itens (Figura 1).

Figura 1 - Localização dos produtos relevantes e dos pontos alternativos de estocagem.



Fonte: Autores (2019)

As distâncias atuais dos produtos relevantes em estudo foram obtidas a partir de um ponto de medição central no balcão de atendimento, conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Distâncias atuais dos produtos em estudo ao balcão de atendimento.

Produtos	Distância ao balcão (metros)
Óleo de motor	4,6
Vela de ignição	6,6
Filtro de óleo	5,2
Água destilada	0,6
Kit amortecedor	6,6

Fonte: Autores (2019)

Também foram medidas as distâncias de cada um dos pontos alternativos até o ponto de medição do balcão de atendimento, conforme Tabela 5.

Tabela 5 - Distância do balcão aos pontos alternativos de estocagem.

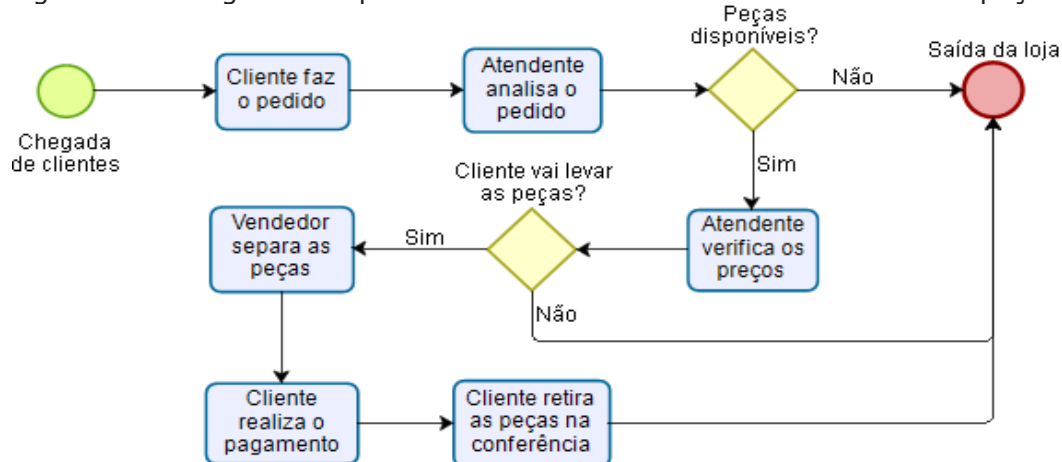
Pontos Alternativos	Distância ao balcão (metros)
Ponto 1	6,5
Ponto 2	4,6
Ponto 3	3,8
Ponto 4	5,5
Ponto 5	6,6

Fonte: Autores (2019)

4.3. Processo de atendimento dos clientes

O processo contém basicamente duas atividades: atendimento no balcão de pedidos e pagamento no caixa, conforme Figura 2.

Figura 2 - Fluxograma do processo de atendimento da Renoservice Autopeças.



Fonte: Autores (2019)

O fluxograma da Figura 2 servirá como base para coleta de dados dos parâmetros do modelo de simulação computacional.

Para determinação do intervalo entre chegadas dos clientes, foram cronometrados tempos durante dez dias, de acordo com a Tabela 6.

Tabela 6 - Tempo médio entre chegadas dos clientes.

Data	Média entre chegadas (minutos)
01/08/2019	5,42
02/08/2019	5,24
03/08/2019	6,14
05/08/2019	7,04
06/08/2019	6,00
07/08/2019	6,97
08/08/2019	5,59
09/08/2019	6,00
10/08/2019	4,66
Média geral	5,90

Fonte: Autores (2019)

O tempo médio para atender os clientes e desvio padrão foram levantados a partir dos dados coletados durante sete dias (Tabela 7).

Tabela 7 - Tempo atendimento no balcão (minutos).

Data	Média de Atendimento	Desvio-Padrão
07/10/2019	3,73	1,38
08/10/2019	4,65	1,27
09/10/2019	4,43	1,35
10/10/2019	4,22	1,80
11/10/2019	4,13	1,62
14/10/2019	4,07	1,47
15/10/2019	4,50	1,57
Média geral	4,25	1,49

Fonte: Autores (2019)

Foram coletados também os tempos médios e desvio padrão do atendimento no caixa (Tabela 8).

Tabela 8 - Tempo de atendimento no caixa (minutos).

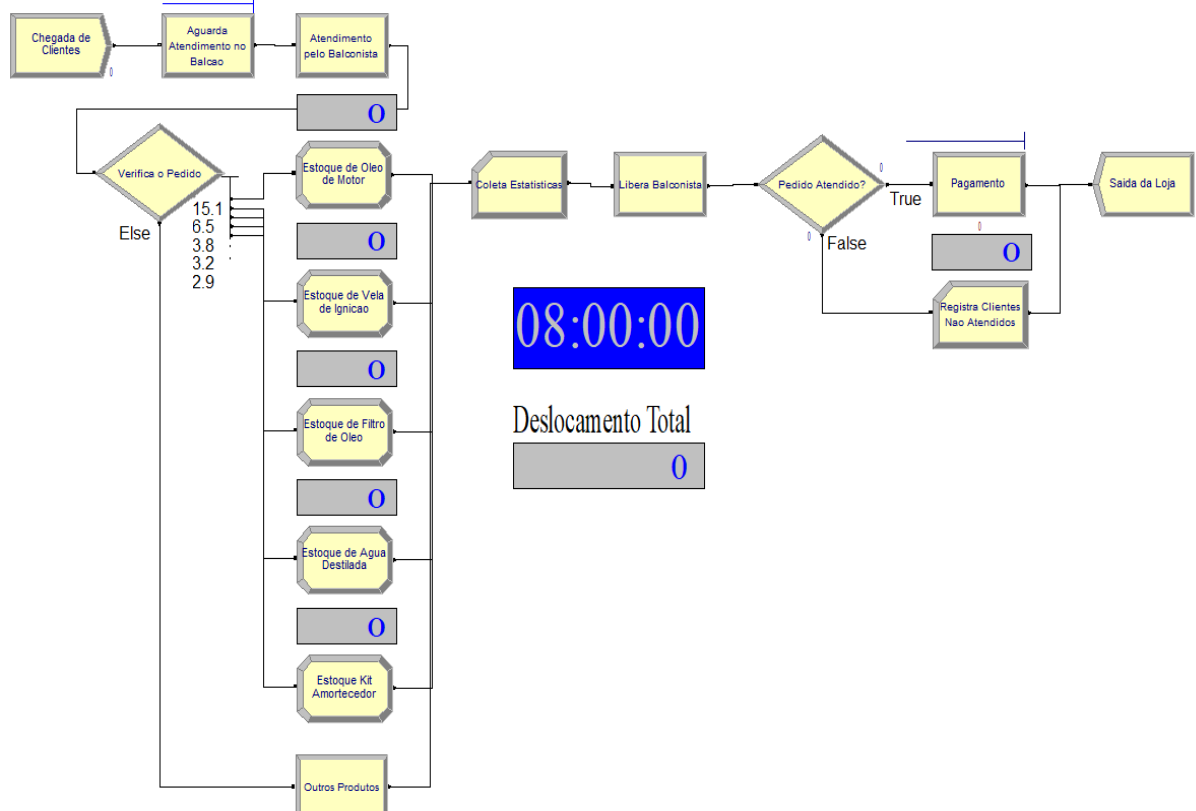
Data	Média de Atendimento	Desvio-padrão
18/11/2019	1,33	0,66
19/11/2019	2,32	0,54
20/11/2019	1,27	0,94
21/11/2019	1,89	0,73
22/11/2019	2,16	0,65
23/11/2019	2,33	1,02
Média Geral	1,88	0,76

Fonte: Autores (2019)

4.4. Desenvolvimento do modelo no software Arena®

O modelo de simulação no Arena® (Figura 3) foi construído de acordo com os dados dos processos desde a chegada do cliente até a sua saída. Dentro de cada módulo, foram implantados os dados coletados na empresa.

Figura 3 - Modelo de simulação Arena® da Renoservice Autopeças.



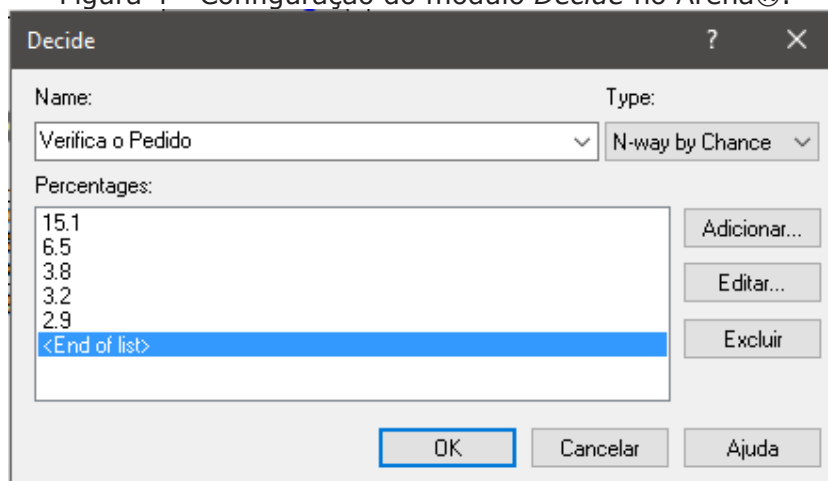
Fonte: Autores (2019)

Para representar a escolha do produto pelo cliente, foi utilizado o módulo "Decide" (Figura 4), onde foram definidas as probabilidades de escolha de cada item, de acordo com os percentuais calculados (Tabela 3). Caso sejam escolhidos os demais produtos da empresa, que correspondem aos 68,5% restantes, o fluxo se-

guirá pelo caminho "Else" (Figura 3).

Para configurar a demanda e o deslocamento até os produtos, foi utilizado um módulo "Assign" para cada item. Para o primeiro produto (Figura 5) foi inserida a variável "Oleo_Motor. Como o consumo diário deste item varia entre 3 e 4 unidades por cliente, foi adotada uma distribuição uniforme para representar esta demanda, de forma que estes limites têm igual probabilidade de ocorrer.

Figura 4 - Configuração do módulo *Decide* no Arena®.

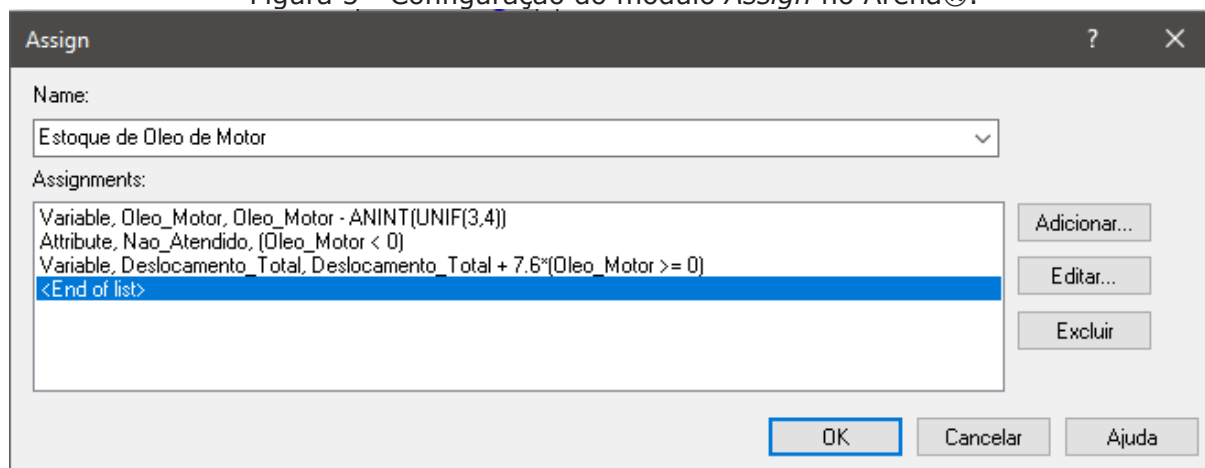


Fonte: Autores (2019)

Também foi inserido um atributo (Nao_Atendido) para identificar as demandas não atendidas. Para o produto em questão, ela recebe o valor do teste lógico ($Oleo_Motor < 0$). Esta lógica retorna 1 quando o resultado é verdadeiro, ou seja, quando não há óleo de motor em estoque. Caso contrário, o atributo "Nao_Atendido" recebe valor 0, indicando que o cliente foi atendido.

Ainda no módulo "Assign", foi adicionado um atributo que também obedecerá a uma lógica (Figura 5) para contabilizar o deslocamento em metros nos casos da demanda atendida. Se o item estiver disponível, a distância (Tabela 4) será somada à contagem da variável "Deslocamento_Total" (Figura 3). Desse modo, a distância de cada produto será multiplicada por dois, para representar o percurso de ida e volta.

Figura 5 - Configuração do módulo *Assign* no Arena®.



Fonte: Autores (2019)



As configurações da vela de ignição, do filtro de óleo, da água destilada e do kit amortecedor seguirão a mesma lógica, resumidas na Tabela 9.

Tabela 9 - Configuração do consumo e distância dos demais produtos em estudo.

PRODUTOS	CONSUMO	DESLOCAMENTO
Vela de ignição	Vela_Ignicao - 4	$13.2 * (Vela_Ignicao \geq 0)$
Filtro de óleo	Filtro_Oleo - 1	$10.4 * (Filtro_Oleo \geq 0)$
Água destilada	Agua_Destilada - ANINT(UNIF(3,4))	$1.2 * (Agua_Destilada \geq 0)$
Kit amortecedor	Kit_Amortecedor - ANINT(UNIF(1,2))	$13.2 * (Kit_Amortecedor \geq 0)$

Fonte: Autores (2019)

Na realização do pagamento, foi incluído um "Process" (Figura 6), sendo na sua lógica, selecionada a ação "Seize Delay Release". Para esse módulo foi adotada uma distribuição de probabilidade normal com média de 1,88 minutos e desvio padrão de 0,76 minutos, de acordo com a coleta listada na Tabela 8.

Figura 6 - Configuração do módulo Process no Arena®.

Fonte: Autores (2019)

5. RESULTADOS

5.1. Primeira simulação

Para dar início à primeira simulação, os estoques iniciais de cada produto foram ajustados para a média de demanda do período de janeiro a outubro de 2019, de acordo com a Tabela 2, e as distâncias utilizadas de cada item até o balcão foram os valores presentes na Tabela 4.

O período de simulação do modelo foi de 24 dias, uma vez que a empresa fun-

ciona de segunda à sexta em expediente normal (22 dias úteis) e aos sábados meio expediente. Como em um mês costumam haver 4 sábados, foram adicionados 2 dias para simular esse comportamento. A partir disso, o modelo foi simulado e o relatório Arena® das variáveis e atributos inseridos nos módulos "Record" ("User Specified" – "Tally"), nível de ocupação dos colaboradores ("Resource" – "Usage") e tempos de fila nos processos ("Queue" – "Waiting Time") são esquematizados na Figura 7.

Figura 7 - Síntese do relatório da primeira simulação do modelo Arena®.

User Specified				
Tally				
Expression	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Deslocamento_Balconistas	3772.21	(Correlated)	0.00	6256.00
Estoque_Agua_Destilada	89.2791	(Correlated)	-52	220.00
Estoque_Filtro_Oleo	206.94	(Correlated)	154.00	261.00
Estoque_Kit_Amortecedor	144.01	(Correlated)	98.0000	200.00
Estoque_Oleo_Motor	337.90	(Correlated)	-266	1034.00
Estoque_Vela_Ignicao	136.05	(Correlated)	-152	444.00
Counter				
Count	Value			
Pedidos_Sem_Estoque	129.00			
Resource				
Usage				
Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Balconista	0.7367	0,033980112	0.00	4.0000
Caixa	0.3045	(Correlated)	0.00	1.0000
Queue				
Time				
Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Atendimento no Balcao.Queue	0.08243981	(Correlated)	0.00	5.3949
Pagamento.Queue	0.4062	0,062940780	0.00	8.3347

Fonte: Autores (2019).

Assim, os resultados obtidos na primeira simulação foram:

- Os estoques do óleo de motor, da vela de ignição e da água destilada ficaram negativos em 266, 152 e 52 itens, respectivamente;
- Os estoques do filtro de óleo e do kit amortecedor se excederam em 154 e 98 itens, respectivamente;



c) De todos os clientes que entraram na loja, 129 não realizaram o pedido por falta de estoque;

d) O deslocamento total dos balconistas no período foi de 6256 metros.

Quanto ao nível de ocupação dos recursos, nota-se que os balconistas ficaram ocupados 73,67% do tempo de simulação, ao passo que o caixa ficou 30,45% do tempo ocupado. Este último valor está associado à especificação do modelo, que explora os produtos mais relevantes que representam aproximadamente 30% do total demandado.

Por fim, verifica-se que o tempo de espera em fila dos clientes foi baixo, com valor médio de 0,08 minutos e tempo máximo de 5,39 minutos para o atendimento no balcão. Para o atendimento no caixa, o tempo médio de espera foi de 0,41 minutos, com valor máximo de 8,33 minutos.

A partir do relatório de filas, nota-se que os recursos têm alta disponibilidade para os produtos relevantes. O relatório de recursos apresenta um nível de ocupação acima de 70%. Portanto, não há alterações a serem realizadas nos recursos.

5.2 Segunda Simulação

Na segunda simulação, deve-se corrigir a disponibilidade mensal dos produtos por meio da subtração dos valores iniciais e finais de estoque de cada produto, obtidos na primeira simulação. Em seguida, soma-se o resultado com o estoque mínimo, obtido pelo produto do desvio-padrão do consumo (Tabela 2) pelo coeficiente do grau de atendimento desejado para a loja.

O grau de atendimento foi definido junto ao proprietário da loja de autopeças. Para garantir alto nível de serviço, adotou-se 90% de grau de atendimento, que implica em $k = 1,233$. Assim, têm-se:

a) Nível de estoque do óleo de motor:

$$1034 - (-266) + 102 \cdot 1,233 \approx 1425 \text{ unidades};$$

b) Nível de estoque da vela de ignição:

$$444 - (-152) + 89 \cdot 1,233 \approx 705 \text{ unidades};$$

c) Nível de estoque do filtro de óleo:

$$261 - (-154) + 25 \cdot 1,233 \approx 137 \text{ unidades};$$



d) Nível de estoque da água destilada:

$$220 - (-52) + 31 \cdot 1,233 \approx 310 \text{ unidades;}$$

e) Nível de estoque do kit amortecedor:

$$200 - 98 + 22 \cdot 1,233 \approx 129 \text{ unidades.}$$

Realizada a correção na disponibilidade dos produtos, realizou-se uma segunda simulação, cujo relatório é esquematizado na Figura 8.

Os resultados indicam que não houveram demandas não atendidas e o nível de estoque final dos produtos ficou próximo ao desvio-padrão do consumo da Tabela 2.

Devido à grande disponibilidade dos itens nesta simulação, o deslocamento total dos balconistas aumentou em aproximadamente 1444 metros em relação à primeira simulação, totalizando 7699,6 metros.

Figura 8 - Relatório da segunda simulação do modelo Arena®.

User Specified				
Tally				
Expression	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Deslocamento_Balconistas	3928.44	(Correlated)	0.00	7699.60
Estoque_Agua_Destilada	179.52	(Correlated)	51.0000	310.00
Estoque_Filtro_Oleo	83.5020	(Correlated)	24.0000	137.00
Estoque_Kit_Amortecedor	72.2147	(Correlated)	19.0000	129.00
Estoque_Oleo_Motor	725.51	(Correlated)	81.0000	1425.00
Estoque_Vela_Ignicao	399.70	(Correlated)	101.00	705.00
Counter				
Count	Value			
Pedidos_Sem_Estoque	0.00			

Fonte: Autores (2019)

5.3. Correção dos pontos de estocagem

Garantidos os níveis de serviço dos produtos em estudo, os pontos de estocagem destes produtos foram modificados utilizando os pontos alternativos da Tabela 5.

Para esse modelo, os produtos foram alocados de acordo com a demanda. Assim, os itens com maior frequência de pedidos foram posicionados nos pontos alternativos de menor distância, como mostrado na Tabela 10.



Tabela 10 - Novos pontos de estocagem dos produtos em análise.

Produtos	Distância Inicial (m)	Posição final	Distância final (m)
Óleo de motor	4,6	ponto 3	3,8
Vela de ignição	6,6	ponto 2	4,6
Filtro de óleo	5,2	mesma posição	5,2
Água destilada	0,6	mesma posição	0,6
Kit amortecedor	6,6	ponto 4	5,5

Fonte: Autores (2019)

Realizadas as modificações, o relatório da terceira simulação é esquematizado na Figura 9.

Figura 9 - Relatório da terceira simulação do modelo Arena®.

User Specified				
Tally				
Expression	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Deslocamento_Balconistas	3223.16	(Correlated)	0.00	6329.80

Fonte: Autores (2019)

6. CONCLUSÕES

Sabe-se que existem vários métodos para determinação de estoque mínimo, como fórmulas utilizando em sua base o desvio padrão e o *Lead Time* do processo. Ao valer-se de um modelo de simulação Arena®, o comportamento do estoque dos produtos mais relevantes da empresa Renoservice Autopeças pode ser avaliado com base no consumo de cada item. Todos estes dados são obtidos do banco de dados da empresa e em medições realizadas *in loco*.

Para avaliar o estoque desta forma, alterou-se o comportamento natural da empresa de atender de forma emergencial a uma demanda, simplesmente ignorando este atendimento para contabilizar quantas vezes isto ocorreu. Assim, demandas não atendidas são representadas por estoques negativos.

Os níveis de estoque obtidos para os produtos relevantes foram satisfatórios, visto que não houveram demandas não atendidas para o modelo de simulação em análise e a quantidade de produtos em estoque estão compatíveis com a variação de demanda verificada para cada item, considerando o grau de atendimento desejado pelo proprietário.

Foram selecionados e simulados os pontos de estocagem de cada produto de acordo com frequência de pedidos de cada item, possibilitando identificar as alocações de menor distância ao balcão. Desse modo, o deslocamento total – inicialmente em 7699,6 metros – foi reduzido em aproximadamente 1370 metros,

satisfazendo o objetivo de definir os pontos de estocagem adequados.

Ainda sobre o modelo Arena®, é possível perceber que ele traz para a empresa benefícios, pois simula de forma virtual e muito próxima da realidade casos que poderiam trazer altos custos para a empresa, visto que mudanças seriam planejadas e recursos ocupados, como funcionários e espaço físico para realizá-las.

Este modelo auxilia também na reposição do estoque, visto que as quantidades planejadas para cada mês deve ser a diferença do que ficou em estoque e o valor mínimo definido na simulação.

Por fim, como sugestão de trabalho futuro, é possível estipular períodos de reposições, ao ser mapeado exatamente o momento em que faltou o produto, por meio de um submodelo dedicado à avaliação dos itens e programação da reposição do estoque antes deste atingir a margem de segurança.

Referências

- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**: planejamento, organização e logística empresarial. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- FREITAS FILHO, P. J. **Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas**: com aplicações em Arena. 2. ed. Visual Books, 2008.
- KELTON, W. D.; SADOWSKI, R. P.; STURROCK, D. T. **Simulation with ARENA**. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 2007.
- KOTLER, Philip. **Administração de Marketing**. 10. ed. São Paulo: Novo Milênio, 2000.
- LAMBERT, D. M. **Administração estratégica da logística**. São Paulo: Vantine Consultoria, 1998.
- MARTINS, Petrônio G; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.
- PARAGON. **Introdução à simulação com Arena**. Apostila do Curso Arena. ENEGEP, 2005.
- POZO, Hamilton. **Administração de recursos materiais e patrimoniais**: uma abordagem logística. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- PRADO, D. S. **Teoria das filas e da simulação**. 3. ed. Belo Horizonte: INDG, 2003.
- SLACK, Nigel *et al.* **Administração da Produção**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- VIANA, João José. **Administração de materiais**: um Enfoque Prático. 1. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.
- YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.



CAPÍTULO 2

SELEÇÃO DE CONFIGURAÇÕES DE POÇOS DE PETRÓLEO BASEADA EM GERENCIAMENTO DE INTEGRIDADE, UTILIZANDO DIAGRAMA DE BLOCOS DE CONFIABILIDADE

SELECTION OF OIL WELL CONFIGURATIONS BASED ON INTEGRITY
MANAGEMENT, USING RELIABILITY BLOCK DIAGRAM

Maurício Moraes Neves Jr

Gilson Brito Alves Lima

Danilo Colombo

Danilo Taverna Martins Pereira de Abreu

Juliedson Serigati Salvalagio

Resumo

Para a produção de um campo de petróleo, uma das tarefas mais importante é selecionar as configurações de poço que tragam melhores resultados financeiros e níveis de segurança adequados para o desenvolvimento do projeto. Porém, a economicidade e segurança devem ser observadas num horizonte que corresponda a todo seu ciclo de vida do poço. O custo para construção de um poço de petróleo está diretamente relacionado ao tempo de construção, já que a maior parcela de seu custo está ligada aos valores das diárias da sonda de perfuração. A engenharia de poço tem feito grandes avanços nos últimos anos no desenvolvimento de novas tecnologias e novos projetos de poço que garantam a redução do tempo de construção dos poços e, portanto, do custo do mesmo. Porém, surge a dúvida se projetos mais arrojados são econômicos ao se levar em consideração toda a vida útil do poço, incluindo Capex e Opex. O objetivo deste trabalho é analisar a confiabilidade e manutenibilidade de quatro configurações de poços ao longo da vida útil utilizando um Diagrama de Blocos de Confiabilidade (RBD- Reliability Block Diagram) e simulação de Monte Carlo. Esta simulação foi utilizada para avaliar a demanda de workovers (manutenção) para o poço ao longo de 27 anos de produção. Desta forma, espera-se unir os gastos de construção e manutenção dos poços para avaliar qual dos quatro projetos apresenta a melhor vantagem econômica.

Palavra-chave: Configuração de Poços; Integridade; Diagrama de Blocos de Confiabilidade (DBC)

Abstract

One of the most important tasks for the production of an oilfield is to select well configurations that bring the best financial results and safety levels appropriate for the project development. However, the economy and safety must be observed in a horizon that corresponds to the whole life cycle of the well. The cost to build an oil well is directly related to the construction time, since most of its cost is linked to the daily values of the drilling rig. Well engineering has made great technological advancements in recent years in the development of new technologies and new well designs that will reduce the well construction time and thus the cost of the well. However, the question arises whether bolder designs are economical when considering the all life of the well, including Capex and Opex. The objective of this paper is to analyze the reliability and maintainability of four well configurations over their lifetime using a Reliability Block Diagram (RBD) and Monte Carlo simulation. This simulation was used to assess the demand for workovers over 27 years of production. Thus, it is expected to combine the costs of construction and maintenance of wells to assess which of the four projects has the best economic advantage.

Keywords: Well design; Integrity; Reliability Block Diagram (RBD)



1. INTRODUÇÃO

O petróleo vem sendo utilizado pelo homem como fonte de combustível desde o início da era cristã, sob diferentes denominações, e hoje, sua utilização é encontrada no dia a dia das sociedades atuais sendo a principal fonte de energia do mundo. O fornecimento mundial de energia proveniente de óleo e gás corresponde aproximadamente 60% de todas as fontes de energia (ALAWAD e MOHAMMAD, 2016).

De acordo com o anuário estatístico brasileiro de petróleo, o volume de petróleo produzido no mundo em 2017 foi de 92,6 milhões de barris por dia. Já o consumo mundial de petróleo em 2017 totalizou 98,2 milhões de barris/dia, após aumento de 1,8% (1,7 milhão de barris/dia) em comparação a 2016, segundo fonte ANP (2018).

Este consumo crescente levou a uma gradativa busca de jazidas, avançando em cenários offshore cada vez mais restritos e complexos, trazendo consigo uma série de riscos, tanto no ponto de vista de segurança, como os vazamentos, como do ponto de vista econômico, como as perdas de produção, gastos com manutenção. Isto leva a um aumento de demanda por novos modelos que auxiliem no gerenciamento de tais riscos (COLOMBO, 2018).

Garantir a integridade, tanto durante as fases de construção quanto nas fases de produção dos poços de petróleo, tem um impacto relevante na imagem das companhias atuantes na indústria, o que por sua vez possui uma influência significativa em seu desempenho comercial (FONSECA, 2012).

A barreira de segurança é um item fundamental para manter a integridade do poço, pois é ela quem irá impedir o vazamento dos fluidos para o meio ambiente. No Brasil, a agência nacional de petróleo - ANP publicou em sua resolução nº 46/2016, um regulamento que versa sobre integridade de poços - (SGIP - Sistema de Gerenciamento de Integridade de Poços), em que define um conjunto solidário de barreiras - CSB, como um conjunto de um ou mais elementos de barreira com o objetivo de impedir o fluxo não intencional de fluidos da formação para o meio externo e entre intervalos no poço, considerando todos os caminhos possíveis. Atualmente, a avaliação da integridade é feita de maneira determinística, pela contagem do número de CSBs independentes disponíveis no poço.

Uma das formas de evitar vazamentos durante a fase de produção, devido a falha de integridade, é realizar intervenções de manutenção (Workovers), que mantenham os poços em situações seguras e com barreiras de segurança sobresalentes. Poços submarinos de lâmina d'água profunda e com maiores classes de pressão, possuem agravantes que dificultam a resposta a vazamentos e a atenção para a segurança durante o projeto de poços deste tipo deve ser ainda mais rele-



vante. Adicionalmente, o custo relativo à construção e manutenção destes poços em projetos de Desenvolvimento da Produção deve ser levado em conta.

A prevenção de vazamentos de petróleo para o meio ambiente é, portanto, uma importante característica de poços de petróleo, e é um parâmetro que deve ser levado em consideração em seu projeto.

Um avanço em relação a esse conceito qualitativo de conjunto solidário de barreiras (CSB), consiste em mudar a abordagem para termos probabilísticos, cujos modelos permitem não só a quantificação da probabilidade de falha dos sistemas de interesse, mas também a estimativa de parâmetros de desempenho, tais como os custos associados à manutenção e tempo de produção parada para reparos. Inclusive, tais informações podem ser implementadas para a tomada de decisão ainda em fase de projeto. Por exemplo, se há a adoção de configurações de poço cuja construção é mais rápida e barata em detrimento de opções que minimizem os custos operacionais ao longo do ciclo de vida, pode-se estar incorrendo em custos adicionais a longo prazo, mesmo que não intencionalmente.

Vários trabalhos (CORNELIUSSEN, 2006; FONSECA 2012; ZANETTI, 2014; BOUÇAS, 2017; HAALAND 2017, ZHEN, 2018), tem sido desenvolvido nos últimos anos para avaliação de integridade e risco de poços de petróleo durante a fase de produção (COLOMBO, 2018). No entanto, é encontrado uma lacuna na literatura sobre uma abordagem de análises de integridade de poço no nascedouro do projeto, durante o planejamento da configuração do poço a ser aplicado no desenvolvimento daquele campo.

Considerando que existem diferentes cenários de poços a serem analisados para o desenvolvimento de um campo de petróleo, faz-se necessário uma comparação das possíveis configurações de poços entre si. Essa comparação permite avaliar seus níveis de disponibilidade e, conseqüentemente, de segurança operacional proporcionando uma comparação dos poços independente de suas configurações.

Motivado pelo exposto acima, esse trabalho propõe a comparação entre quatro diferentes configurações de poços, quanto ao número de manutenções devido a intervenções de workovers, respeitando critérios de probabilidade de perda de integridade pré-estabelecidos.

Para a análise foi utilizada a técnica de Diagramas de Blocos de Confiabilidade combinada ao método de Monte Carlo para simulação. Essa combinação de técnicas tem como principal vantagem a versatilidade, uma vez que permite a incorporação em um único modelo de todos os aspectos desejados destacados, como a previsão da probabilidade de falha, reparos, inspeções e testes. No entanto, a análise suportada pelo método de Monte Carlo demanda um grande número de repetições sucessivas para atender aos requisitos de precisão dos cálculos, o que a torna custosa computacionalmente. Portanto, nos modelos desenvolvidos foram adotados RBDs somente com os elementos mais relevantes para a confiabilidade



do poço, a fim de não o inviabilizar computacionalmente.

2. CONFIGURAÇÕES DE POÇOS ANÁLISADAS

Quatro configurações de poço foram estudadas nesse trabalho, a seguir:

- A. poço convencional;
- B. poço convencional considerando revestimento intermediário como barreira backup;
- C. poço packoffless com BMA (Barreira Mecânica de Anular);
- D. poço packoffless convencional e,

A configuração A se refere a um poço convencional em termos construtivos, com os revestimentos condutor, de superfície, intermediário e de produção. Essa configuração conta com o packoff como elemento de vedação entre o anular e o meio ambiente. A configuração B é idêntica à configuração A, mas possui o revestimento intermediário como elemento contribuinte à integridade do poço.

Diferentemente das configurações A e B, as configurações C e D não adotam o packoff (poço packoffless). Ambas são providas de liner de produção e liner packer. Em especial, a configuração C também conta com uma barreira mecânica anular (BMA) como elemento redundante de integridade em relação ao liner packer, conforme pode ser visto na figura abaixo.

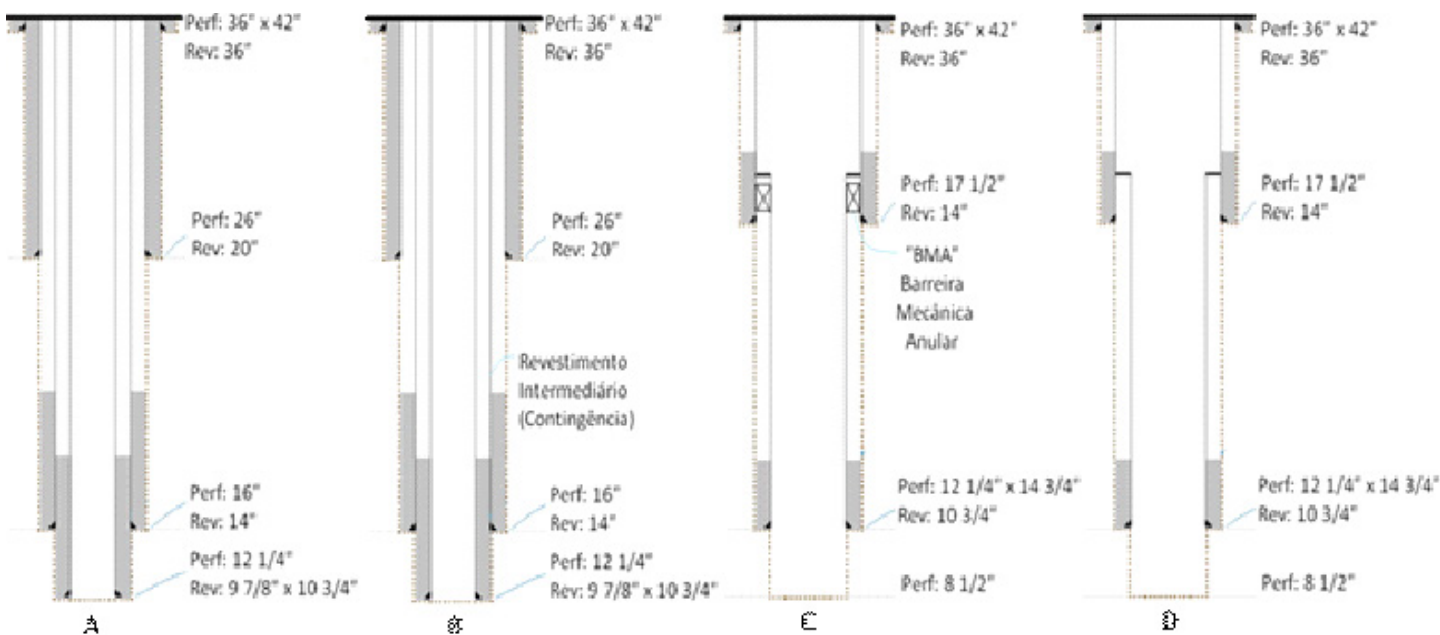


Figura 1 – Configurações estudadas de poços.

Portanto, nas configurações estudadas, as principais diferenças residem em aspectos relacionados à construção dos poços e não à completação desses. Dessa maneira, todos os poços possuem em comum os seguintes elementos relevantes à integridade

- Coluna de produção;
- Downhole safety valve (DHSV);
- Base adaptadora de produção (BAP) com duas válvulas de acesso ou anular (AI1 e AI2);
- Válvulas da árvore de natal molhada (ANM), com as suas válvulas:
 - Mestra de produção (M1);
 - Lateral ou wing de prod. (W1);
 - Mestra do anular (M2);
 - Lateral ou wing do anular (W2);
 - Crossover (XO);
- Válvula de gas-lift;
- Packer de produção (referido simplesmente como packer);
- Anel VX;
- Selos superior e inferior do tubing hanger.

3. METODOLOGIA DE ANÁLISE

Nessa seção será apresentada a metodologia de análise em três partes distintas. Inicialmente, na seção 3.1, será apresentado o conceito de diagrama de blocos (RBD) e seus respectivos blocos para cada configuração de poço estudada. Na seção posterior, 3.2 serão discutidos conceitos de probabilidade, estatística e confiabilidade que subsidiam o algoritmo utilizado para análise. E por último, na seção 3.3, será apresentado o algoritmo propriamente dito passo a passo, permitindo a compreensão da dinâmica da rotina de simulação desenvolvida e variáveis necessárias para isso.



3.1 Análise De Diagrama de Blocos (ABD) ou Reliability Block Diagram (RBD)

Uma vez conhecidos os elementos de barreira de cada configuração do poço, foram construídos os seus RBDs. Um RBD é um diagrama que dispõe os componentes em formato de blocos de acordo com as suas relações funcionais em termos de confiabilidade. Nesses diagramas, os blocos (componentes) podem ser interpretados como partes de um caminho que leva um sinal de um ponto de partida a um ponto de chegada. Cada combinação de falhas de componentes que inviabilize a chegada do sinal do ponto de partida ao ponto de chegada representa uma falha do sistema como um todo.

Introduzido o conceito de RBD, apresenta-se então os RBDs construídos para o estudo, da Figura 3.1 à Figura 3.4. Partindo-se da circunferência branca à esquerda do diagrama (ponto de partida do RBD), os blocos constituem o caminho até a circunferência preta à direita (ponto de chegada do RBD). A falha em percorrer um único caminho significa a perda parcial de integridade do poço, mas não necessariamente um vazamento, uma vez que inviabiliza apenas um dos CSB. A falha simultânea em todos os caminhos possíveis, por sua vez, leva à perda da capacidade de conter o vazamento de hidrocarbonetos.

O RBD da configuração A – vide figura 3.1 – possui os blocos de revestimento de produção cimentado, revestimento de produção livre e packoff constituindo um caminho único de partida. Como esses blocos estão posicionados em série no diagrama, uma falha em qualquer um desses blocos significa a perda do caminho inferior do RBD, o que é equivalente à comunicação do anular A do poço com o meio ambiente. A configuração B, ilustrada na figura 3.2, por sua vez, possui em adição um caminho paralelo representado pelo revestimento intermediário, ou seja, uma redundância. Isso significa que se houver nessa configuração um vazamento pelo revestimento de produção ainda há o revestimento intermediário para conter a comunicação com o meio ambiente.

Diferentemente das configurações A e B, a configuração C, apresentada na Figura 3.3, possui como elementos de barreira no caminho inferior o liner de produção, o liner packer, mais a redundância de um BMA (Barreira Mecânica de Anular). Por fim, a configuração D – vide Figura 3.4 – assume a construção de um poço semelhante ao da configuração C, mas sem a redundância do BMA e, portanto, sua falha simples pode levar à perda desse trecho do caminho do RBD.

3.2 Conceitos De Probabilidade, Estatística e Confiabilidade

Uma vez construídos os RBDs, é possível extrair os caminhos críticos mínimos de falhas (cut sets mínimos) do sistema, ou seja, as combinações de falhas de componentes que, se ocorrerem simultaneamente, levam à falha do sistema como



um todo. Essas falhas servem de input para as demais partes do procedimento de simulação.

Conhecidos os cut sets mínimos, a probabilidade de falha do sistema é dada por:

$$P(\text{falha}) = \sum_{i=1}^{73} P(C_i) - \sum_{i=1}^{73-1} \sum_{j=i+1}^{73} P(C_i \cap C_j) + \sum_{i=1}^{73-2} \sum_{j=i+1}^{73-1} \sum_{k=j+1}^{73} P(C_i \cap C_j \cap C_k) + \dots$$

Onde $P(C_i)$ denota a probabilidade do i -ésimo cut set que, por sua vez, é dada por:

$$P(C_i) = P(E_1 \cap E_2 \cap \dots \cap E_m) = P(E_1) \cdot P(E_2) \cdot \dots \cdot P(E_m)$$

Em que E_1, \dots, E_m são os m eventos de falha de componentes que constituem o cut set mínimo em questão.

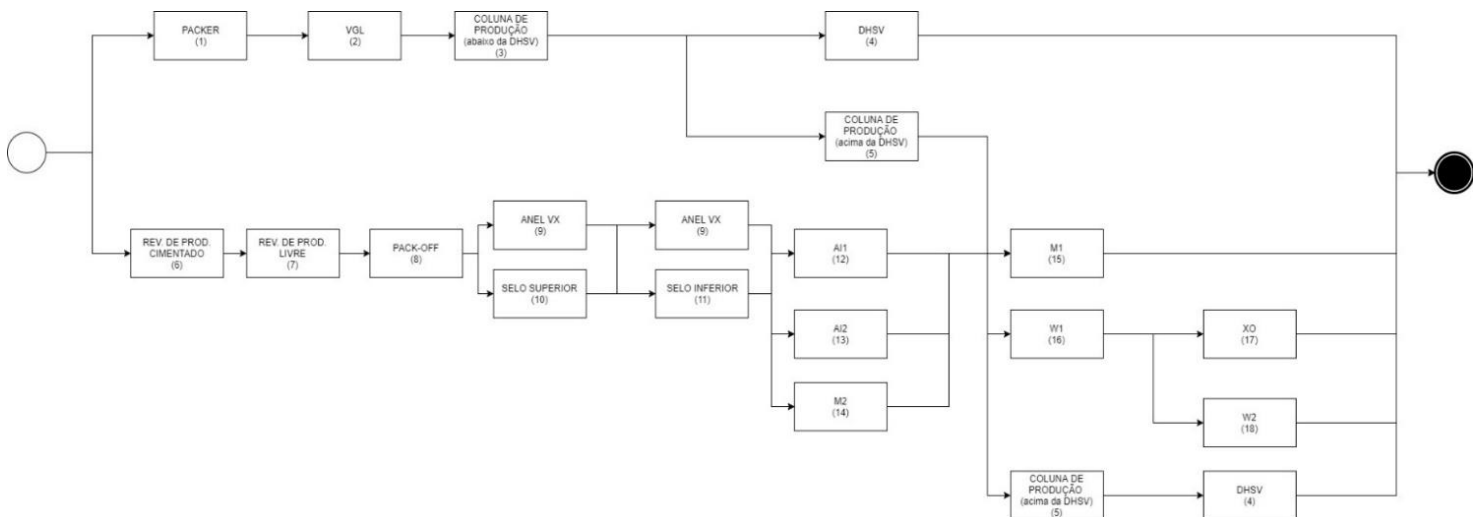


Figura 3.1 – RBD da configuração A (poço convencional)

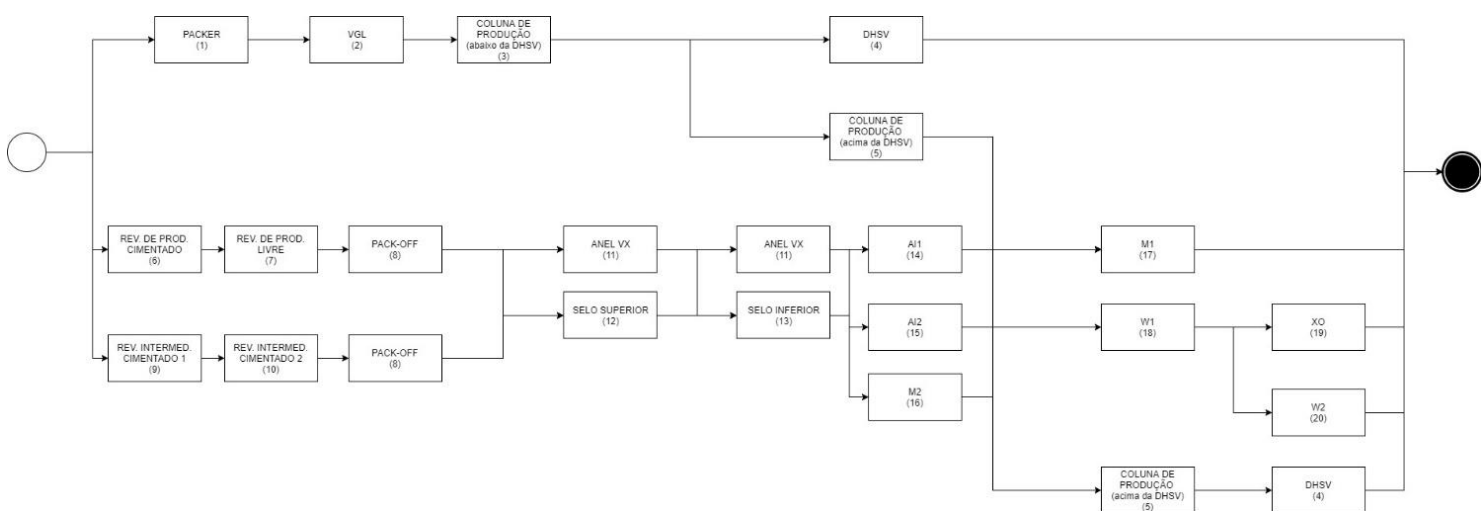


Figura 3.2 – RBD da configuração B (poço convencional com revestimento intermediário como barreira)

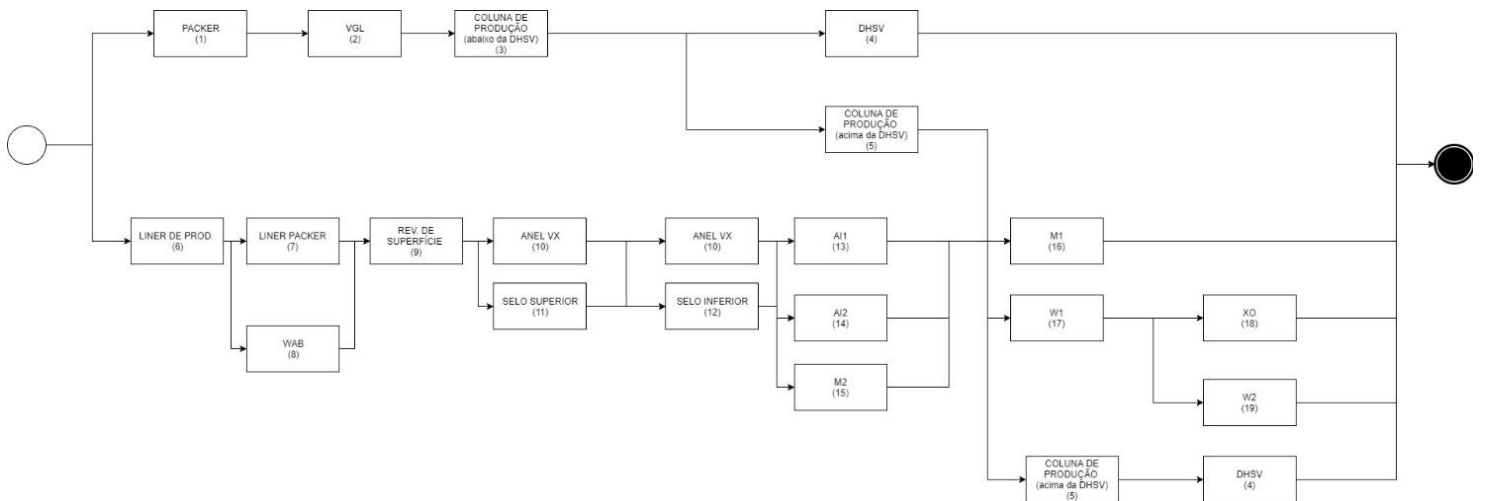


Figura 3.3. – RBD da configuração C (poço packoffless com WAB)

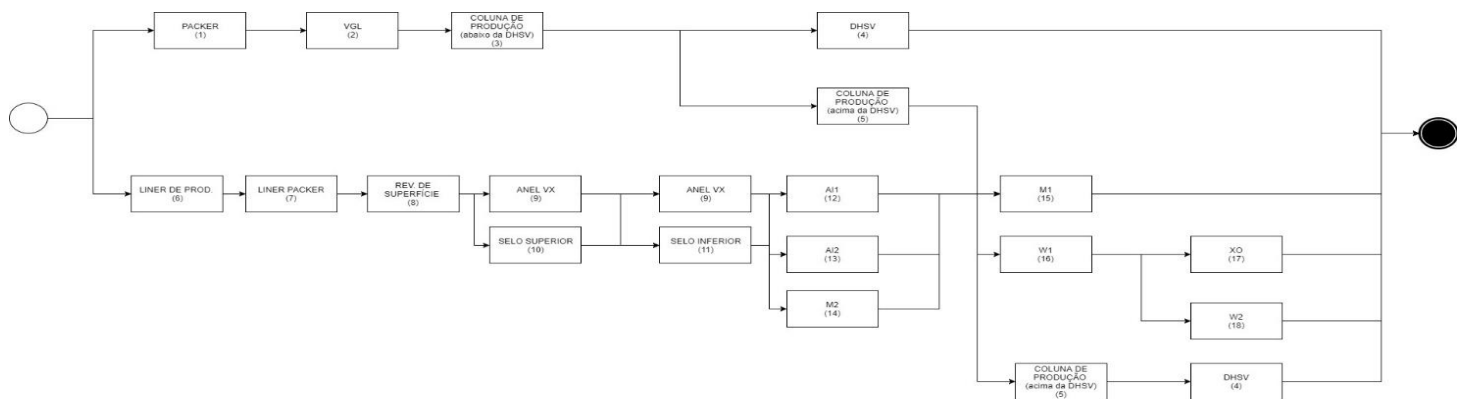


Figura 3.4 – RBD da configuração D (poço packoffless comum)

As propriedades probabilísticas apresentadas acima são genéricas. Não se entrou no mérito até então de como calcular as probabilidades de falha dos componentes. Para modelos de falha dependentes do tempo, valem as seguintes relações:

Supondo que um componente possui uma função de densidade de probabilidade de falha, $f(t)$, regida por variável temporal (e, portanto, sempre positiva), a sua probabilidade de falha para um dado tempo de missão, t , denotada por $F(t)$, será dada pela probabilidade de que a variável aleatória que representa seu instante de falha, T , seja inferior ou igual a t . $F(t)$, recebe o nome de distribuição acumulada de falha. Matematicamente:

$$F(t) = P(T \leq t) = \int_0^t f(\tau) d\tau, \quad t \in [0; \infty[$$

Em específico, a distribuição de probabilidade de falha exponencial possui a sua função de densidade de probabilidade de falha e de distribuição acumulada dependentes de um único parâmetro, a taxa de falha, constante no tempo e denotada por λ . Essas funções são dadas respectivamente por:

$$f(t) = \lambda \exp(-\lambda t), \quad t \in [0; \infty[$$

$$F(t) = 1 - \exp(-\lambda t), \quad t \in [0; \infty[$$

Adicionalmente, uma vez conhecidas as distribuições de probabilidade de falha, também é de interesse estabelecer relações que permitam calcular o tempo estimado até a falha. Com essa motivação, são apresentadas mais duas colocações:

No caso de uma distribuição de probabilidade de falha exponencial, a inversa da função de distribuição acumulada é dada por:

$$F^{-1}(p) = \frac{-\ln(1-p)}{\lambda}, \quad p \in [0; 1]$$

Sorteando-se valores aleatórios de p , tais que $0 \leq p < 1$, e utilizando a inversa da função de distribuição acumulada, gera-se uma amostra de tempos até a falha que tende a seguir a distribuição que os originou.

A distribuição exponencial foi adotada para todos os componentes nesse trabalho devido ao formato de dados utilizado. Essa é a única distribuição de probabilidade de tempo contínuo que possui a propriedade de ausência de memória. Matematicamente:

$$P(X > s + t | X > s) = P(X > t), \quad s, t \geq 0$$

Isso significa que a probabilidade condicional de a variável aleatória de interesse (X) ser maior do que $s + t$, dado que x é sabidamente maior que s é a mesma probabilidade de X ser maior que t somente.

Em termos de confiabilidade, a propriedade de ausência de memória tem implicação direta nas premissas quanto ao comportamento de falha dos componentes. Segundo essa propriedade, por exemplo, se foi verificado que um componente não falhou até o instante s , então a sua probabilidade de falha projetada até o instante $s + t$ será equivalente a $F(t)$ e não a $F(s + t)$. Pragmaticamente falando, isso significa que o componente opera tão bom quanto novo após uma inspeção bem-sucedida. Apesar de essa premissa não ser realista para a maioria dos componentes, trata-se de uma das poucas abordagens viáveis quando só são conhecidas as taxas de falha dos componentes. Isso, entretanto, não impede modelos que adotam distribuições exponenciais de gerarem bons resultados, principalmente em análises comparativas. A sofisticação do modelo de falhas para representar a degradação de componentes exige o ajuste de outras distribuições de probabilidade de falha (e.g., Weibull), o que exige um banco de dados com tempos até falha detalhados, bem como o registro de não falhas.



3.3 Algoritmo: simulação da dinâmica de falhas, reparos e inspeções para configurações dadas de poços de petróleo

O algoritmo desenvolvido para a simulação foi dividido em duas partes, A e B, referentes respectivamente à sua inicialização (estabelecimento de parâmetros globais necessários) e simulação de Monte Carlo (onde os cálculos são efetivamente realizados). As rodadas de simulação de Monte Carlo descritas se aplicam a um único conjunto de valores exigidos na Parte A. Portanto, a avaliação do comportamento do sistema para diferentes configurações deve incluir as partes A e B da rotina de simulação e não apenas a parte B.

A descrição dos passos de cada parte está apresentada a seguir:

Parte A: inicialização do algoritmo.

1. Estabelecer a relação de cut sets mínimos da configuração, denotada por ϕ .
2. Estabelecer o número de rodadas de simulação, N .
3. Seja m o número de componentes (ou blocos) do RBD. Estabelecer as taxas de falha de cada componente, $\lambda_i, i = 1, \dots, m$.
4. Estabelecer o tempo de vida operacional do poço para análise, t_{vo} .
5. Estabelecer a probabilidade admissível de blowout, p_{adm} .
6. Estabelecer a lista com os tipos de reparos considerados e seus tempos ativos de reparo. Seja r o número tipos de reparos, então $ART_i, i = 1, \dots, r$, denotará o i -ésimo tempo ativo de reparo.
7. Estabelecer o tempo de programação e mobilização até o reparo, t_{mob} .

Parte B: Simulação de Monte Carlo. O procedimento é repetido N vezes:

1. Estabelecer o número esperado de inspeções n_{insp} . Inicialmente, $n_{insp} = 0$.
2. Estabelecer o tempo de downtime total devido a reparos, $t_{downtime}$. Inicialmente, $t_{downtime} = 0$.
3. Estabelecer o número esperado de cada tipo de reparo $n_i^{rep}, i = 1, \dots, r$. Inicialmente, $n_i^{rep} = 0, i = 1, \dots, r$.



4. Inicializar o tempo decorrido do sistema, $t = 0$.
5. Enquanto $t \leq t_{vo}$, repetir os passos de 6 a 11.
6. Estabelecer os tempos de falha, t_i^F para cada um dos m componentes ($i = 1, \dots, m$). Isso é feito sorteando m números aleatórios entre 0 e 1 e aplicando a inversa da distribuição acumulada para cada componente segundo sua taxa de falha.
7. Projetar a curva de probabilidade de falha do conjunto de barreiras do poço de t até t_{vo} , com base em ϕ . Trata-se de uma coleção de pontos relacionando em ordem crescente a probabilidade de falha em diferentes instantes de tempo no intervalo $[t, t_{vo}]$. A curva é construída com base em dois tipos de cálculo de probabilidade:
 - a) Para um componente recém-inspecionado, sem registro de falha, as probabilidades de falha utilizadas vão de um tempo de missão de 0 a $t_{vo} - t$, o que condiz com a ausência de memória da distribuição exponencial;
 - b) Para um componente não sujeito a inspeção, as probabilidades de falha utilizadas abrangem um tempo de missão de t a t_{vo} .
8. Na curva de probabilidade, identificar o primeiro instante de tempo em que a probabilidade de vazamento é maior ou igual a p_{adm} , denotado por t_{insp} .
9. Verificar se $t_i^F > t_{insp} - t$. Em caso afirmativo, seguir para o passo 10. Em caso negativo, fazer $t = t + t_{insp}$, $n_{insp} = n_{insp} + 1$ e voltar para o passo 5.
10. Fazer $t = t + t_{mob}$ (contagem do tempo de mobilização até o reparo);
 - a) Seja j igual aos índices de reparos identificados como necessários no passo 9. Fazer:
 - b) $t = t + \sum_j ART_j$;
 - c) $t_{downtime} = t_{downtime} + \sum_j ART_j$;
 - d) $n_j^{rep} = n_j^{rep} + 1$.
 - e) Voltar para o passo 5.



11. Armazenar para a rodada de simulação realizada os valores de n_{insp} , $t_{downtime}$ e n_j^{rep} .

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para cada uma das quatro configurações de poço, a rotina de simulação apresentada na seção 3.3 foi realizada a partir dos seguintes parâmetros:

- Número de rodadas de Monte Carlo: 10 mil;
- Probabilidades admissíveis de blowout:
 - 1,00E-05;
 - 3,00E-05;
 - 5,00E-05;
 - 7,00E-05;
 - 9,00E-05;
 - 1,00E-04;
 - 3,00E-04;
 - 5,00E-04;
 - 1,00E-03;
- Tempo de vida operacional do poço: 30 anos;
- Escopos de manutenção segundo a Tabela 4.1;
- Taxas de falha dos componentes, fatores multiplicadores da probabilidade de blowout e características de inspeção segundo a tabela 4.2;
- Tempo de mobilização: 1 anos.

O fator multiplicador da probabilidade de blowout foi introduzido para diferenciar falhas que resultam em blowout daquelas que implicam em vazamentos menores e desprezíveis. Trata-se de um valor entre 0 e 1, que multiplica a probabilidade

de falha do componente; conceitualmente representa a probabilidade condicional da ocorrência de um vazamento de proporções suficientemente grandes a ponto de resultar num blowout dada a ocorrência da falha do componente em questão. Esse parâmetro serve de input adicional ao modelo. Os fatores utilizados nesse trabalho foram propostos em relatório comercial, de circulação restrita.

As taxas de falha utilizadas, por sua vez, foram retiradas de bancos de dados comerciais.

Dadas as considerações acima, foram gerados resultados referentes ao número esperado de manutenções para atendimento das probabilidades máximas admissíveis de blowout; tempo de poço parado (downtime) devido a reparos; e número esperado de intervenções por cada tipo de intervenção apresentada na Tabela 4.1 ao longo dos 30 anos de vida operacional do poço.

A Figura 4.1 apresenta o número esperado de inspeções para cada configuração em função da probabilidade máxima admissível de blowout. As configurações A e C demonstram comportamento muito semelhante e suas curvas praticamente se sobrepõem. Para a manutenção de uma probabilidade máxima admissível de $1,0E-05$, são previstas pouco mais de 90 inspeções. Já para a configuração D, cerca de 68 inspeções são necessárias para o mesmo nível de probabilidade admissível. Entretanto, à medida que a probabilidade admissível de blowout aumenta, as configurações A e C passam a demandar um número menor do que a configuração D. A configuração B, por sua vez, demanda um número significativamente menor e inspeções para se manter nos níveis mais baixos de probabilidade admissível, em torno de 10 inspeções previstas, mostrando-se ser a configuração de melhor desempenho nesse quesito. Em todas as configurações nota-se uma tendência à equalização do número esperado para as probabilidades admissíveis mais elevadas, mas que não atinge valores nulos (se mantêm num patamar de 3 inspeções).

Outro resultado, o número esperado de dias de downtime do poço para cada configuração em função da meta de probabilidade admissível de blowout é apresentado graficamente na Figura 4.2. De maneira abrangente, pode-se dizer que a configuração A tem o pior desempenho nesse aspecto, uma vez que demanda um grande número de dias de poço parado para reparo para diversas faixas de probabilidade admissível, sendo superada pela configuração D, entretanto, para a faixa de maiores probabilidades. A configuração B demonstra melhor desempenho para faixas intermediárias de valores de probabilidade admissível, mas é superada pela configuração C em ambas as extremidades.



Tabela 4.1– Escopos de manutenção do poço

Tipo de manutenção	ART (dias)	Componentes reparados
Substituição da válvula de <i>gas-lift</i>	14	Válvula de <i>gas-lift</i>
Substituição da árvore de natal molhada	30	Válvulas M1, W1, M2, W2 e XO
Troca da base adaptadora de produção	24	<i>Packoff</i> , selos do <i>tubing hanger</i> , anel VX e válvulas AI1 e AI2
Troca da coluna de produção (poço convencional)	120	<i>Packer de produção</i> , coluna de produção, DHSV
Troca da coluna de produção (poço <i>packoffless</i>)	67	

Tabela 4.2– Taxas de falha e fatores multiplicadores da probabilidade de blowout utilizados na simulação

Componente	Taxa de falha (1/h)	Fator multiplicador da probabilidade de <i>blowout</i>	Falha detectável por inspeção?
Anel VX	1,50E-07 ⁽¹⁾	0,1	Sim
Coluna de produção (abaixo da DHSV)	9,00E-07 ⁽¹⁾	0,5	Sim
Coluna de produção (acima da DHSV)	1,50E-08 ⁽¹⁾	0,5	Sim
DHSV	5,07E-07 ⁽²⁾	0,1	Sim
Liner de produção	8,20E-08 ⁽³⁾	0,1	Não
Liner <i>packer</i>	7,30E-08 ⁽³⁾	0,5	Não
<i>Packer</i>	7,30E-08 ⁽²⁾	0,5	Sim
<i>Packoff</i>	6,00E-08 ⁽⁴⁾	0,1	Sim
Revestimento de produção cimentado	8,20E-08 ⁽²⁾	0,1	Não
Revestimento de produção livre	8,20E-08 ⁽²⁾	0,1	Não
Revestimento intermediário	8,20E-08 ⁽³⁾	0,1	Não
Selo inferior do <i>tubing hanger</i>	1,50E-07 ⁽¹⁾	0,1	Sim
Selo superior do <i>tubing hanger</i>	1,50E-07 ⁽¹⁾	0,1	Sim
Válvula AI1	3,70E-07 ⁽⁴⁾	0,1	Sim
Válvula AI2	3,70E-07 ⁽⁴⁾	0,1	Sim
Válvula de <i>gas-lift</i>	1,20E-05 ⁽²⁾	0,2	Sim
Válvula M1	1,37E-07 ⁽⁴⁾	0,1	Sim
Válvula M2	1,37E-07 ⁽⁴⁾	0,1	Sim
Válvula W1	1,37E-07 ⁽⁴⁾	0,1	Sim
Válvula W2	1,37E-07 ⁽⁴⁾	0,1	Sim
Válvula XO	1,37E-07 ⁽⁴⁾	0,1	Sim
WAB	7,30E-08 ⁽³⁾	0,1	Não

⁽¹⁾ Dado retirado do estudo ES201236 – Risk analysis of Subsea Wells Completed with or without a *interface Controlled Subsurface Safety Valve (SCSSV)* – Study Update and Revision 1

⁽²⁾ Dado retirado do banco de dados *Wellmaster*.

⁽³⁾ Dado inferido a partir de componentes semelhantes

⁽⁴⁾ Dado retirado do banco de dados Offshore *Reliability Data (OREDA)* 2015

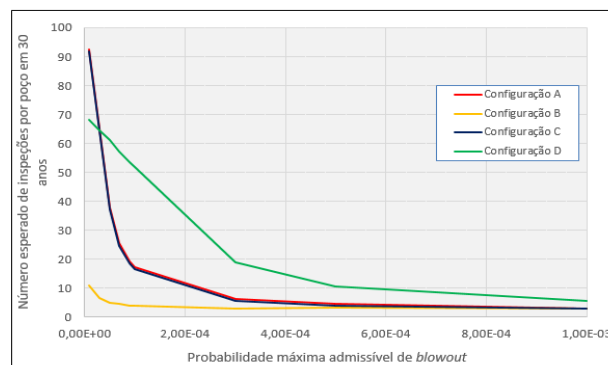


Figura 4.1 – Número esperado de inspeções

Nesse ponto, deve-se destacar um elemento comum ao resultado de tempo de downtime e os seguintes, referentes ao número previsto de reparos por categoria. Há alguns ruídos nos resultados para faixas de baixa probabilidade admissível de blowout. Em outras palavras, valores que deveriam ser estritamente decrescentes apresentam oscilação em determinadas faixas de valores. Isso se deve ao caráter numérico de avaliação do modelo apresentado. Tais ruídos são causados por eventos cuja baixa frequência de ocorrência demanda um número elevado de simulações para sua reprodução fidedigna. Portanto, a partir desse ponto, análises de tendências globais são mais representativas do que avaliações de peculiaridades locais dos gráficos.

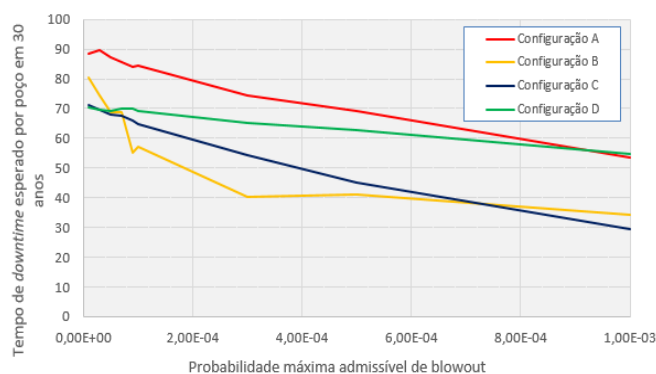


Figura 4.2 – Dias de downtime do poço para reparo devido ao tempo ativo de reparo

As taxas de falha foram multiplicadas por um fator variando de 0,001 a 10. Para pequenos valores desse fator, pequenos ruídos numéricos foram notados, seguindo o problema de resolução numérica comentado anteriormente.

A análise para o packoff na configuração A está apresentada na Figura 4.3. O tempo de downtime esperado varia numa amplitude de menos de 10 dias, entre 75 e 84 dias. A probabilidade média de blowout, por sua vez, varia de $7,89E-05$ a $3,91E-04$. Já para a configuração B, os resultados estão apresentados na Figura 4.4. É notável como nessa configuração, diferentemente da anterior, o tempo downtime esperado é mais sensível, variando de 35 a 75 dias. A probabilidade de vazamento também sofre grande impacto: varia de $4,11E-06$ a $3,21E-04$, ou seja, flutua numa faixa de duas ordens de grandeza.

Quanto ao liner packer, os resultados para a configuração C estão apresentados na Figura 4.5. Para essa configuração, variações na taxa de falha provocam variações desprezíveis tanto no downtime quanto probabilidade média de blowout. O tempo downtime esperado oscila entre 58 e 60 dias, enquanto a probabilidade média de blowout não avança além da faixa de $7,80E-05$ e $8,00E-05$. Diferentemente, a configuração D, cujos resultados estão apresentados na Figura 4.6, se mostra mais sensível a variações na taxa de falha do liner packer. A probabilidade média de blowout varia de $7,91E-05$ a $7,79E-04$ (avança em uma ordem de grandeza) e o downtime esperado varia de 59 dias para 69 dias assintoticamente. Tal diferença pode ser atribuída à redundância do liner packer na configuração C estabelecida pela BMA.

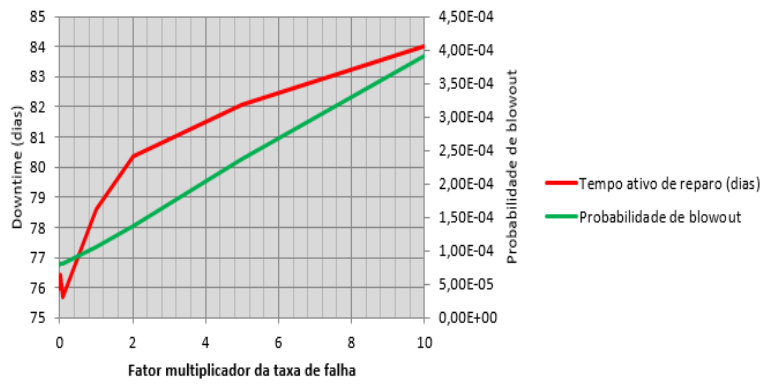


Figura 4.3 – Análise de sensibilidade do packoff na configuração A

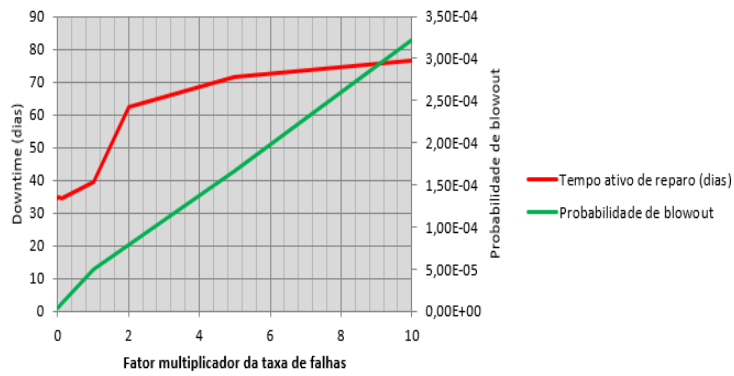


Figura 4.4 – Análise de sensibilidade do packoff na configuração B

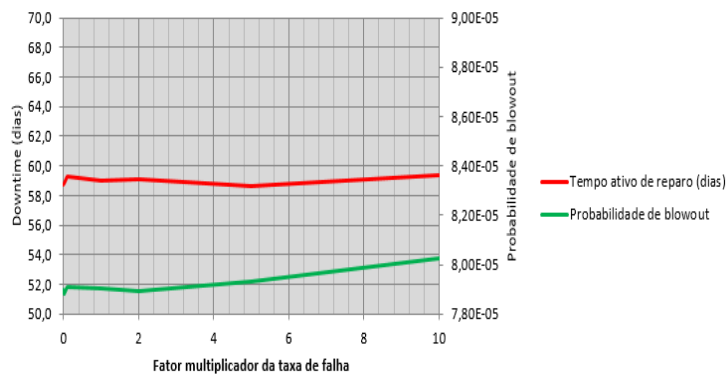


Figura 4.5 – Análise de sensibilidade do liner packer na configuração C (BMA contigencial)

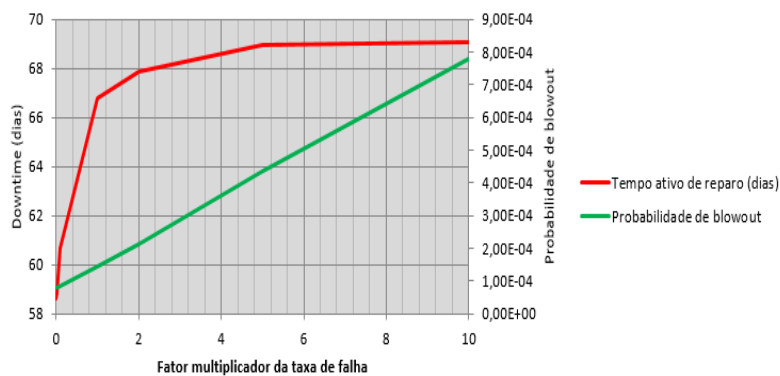


Figura 4.6 – Análise de sensibilidade do liner packer na configuração D

5. CONCLUSÕES

O trabalho descrito permitiu a comparação de quatro diferentes configurações de poços segundo as suas rotinas de reparos esperadas durante o ciclo de vida. Os fatores avaliados foram:

- a) downtime esperado do poço devido às operações de reparo, expressado em dias;
- b) número de inspeções necessárias;

Todos os resultados foram gerados em função de probabilidades máximas admissíveis de blowout.

Os escopos de manutenção considerados foram a substituição de coluna de produção, troca de válvula de gas-lift, substituição da BAP e substituição da árvore de natal.

De maneira geral, a configuração B (poço convencional com revestimento intermediário estanque), que leva em consideração o revestimento intermediário como barreira, apresentou o melhor desempenho na grande maioria dos aspectos. Esse desempenho se traduz num pequeno número de manutenções e inspeções necessário para garantir os requisitos de probabilidade máxima aceita para blowouts. Entretanto, essa aparente vantagem da configuração B é ofuscada pelo fato de uma das principais manutenções, que é a troca da coluna de produção, demandar aproximadamente o dobro de tempo nessa configuração em relação às configurações packoffless (configurações C e D) – 120 dias versus 67 dias. Isso se traduz no desempenho semelhante das configurações B e C quanto ao tempo esperado de downtime do poço devido a reparos. Em especial, essa última configuração se beneficia pela redundância entre liner packer e BMA como elementos de barreira.

Estudos futuros podem aprimorar os resultados apresentados em alguns aspectos. Primeiramente, ainda há muitas incertezas quanto à taxa de falhas de elementos menos convencionais como a BMA. Melhorias na coleta de dados de falha, opiniões de especialistas e testes do fabricante contribuiriam para melhorar a fidedignidade dos valores apresentados. Além disso, o próprio modelo de diagrama de blocos pode ser aprimorado a fim de melhorar a eficiência de cálculo. Isso viabilizaria simulações de Monte Carlo com um número maior de rodadas e, portanto, mais precisas. Por fim, a inclusão de condições operacionais no modelo e seu impacto nas taxas de falha auxiliaria no aumento do grau de sofisticação.



Referências

- ABIMBOLA, M.; KHAN, F., (2016), Development of an integrated tool for risk analysis of drilling operations, **Process Safety and Environmental Protection**, 102, pp. 421-430.
- AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GAS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Resolução nº46/2016**: Regime de Segurança Operacional para Integridade de Poços de Petróleo e Gás Natural.
- ALAWAD, M, N. J.; MOHAMMAD, H.A. Engineering Management and Inspection Schedule of Petroleum Well Integrity. **Journal of Emerging Trends in Engineering and applied Sciences (JETAS)** 7 (3):109—117, 2016
- COLOMBO, D. **Proposição de um modelo Markoviano de apoio ao gerenciamento de riscos à integridade de poços submarinos**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2018
- COLOMBO, D. Banco de Dados de Confiabilidade e Monitoramento em Tempo Real Aplicados à Integridade de Poços de Petróleo. **Simpósio internacional de Confiabilidade (SIC)**, São Paulo, 2018.
- COLOMBO, D.; LIMA, G.B.A.; GARCIA, P.A.A.; GAVIÃO, L.O.; MELO, P.F.F.F., (2017), Modelagem Markoviana para a Análise de Confiabilidade de um Poço de Petróleo, **Congresso Abrisco 2017**, Rio de Janeiro, Brasil, 27-29 de novembro de 2017.
- CORNELIUSSEN, K. **Well Safety**: Risk Control in the Operational Phase of Offshore Wells. Tese Doutorado – The Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, 2006
- FONSECA, T.C.; **Metodologia de Análise de Integridade para Projetos de Poços de Desenvolvimento da Produção**, Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Campinas, 2012.
- FONSECA, T.C.; MIURA, K.; MENDES, J.R.P., (2013), Well Integrity Analysis Applied to Workover Prediction, **Offshore Technology Conference**, Rio de Janeiro, Brazil, 29-31 October 2013.
- Holland, B; **Life Cycle Well Integrity and Reliability**, Thesis (Master), University of Stavanger, 2017
- NORSOK, (2013), **NORSOK Standard D-010**: Well integrity in drilling and well operations, Rev. 4, June 2013, Standards Norway, Norway.
- SINTEF, (2015), **Offshore Reliability Data (OREDA)**, 6th ed., Vol. 2 – Subsea Equipment.
- WELLMASTER, **Reliability of Well Completion Equipment** – Phase VI Main Report. Trondheim, 2009.
- ZANETTI, A.A.; **Avaliação Comparativa de Disponibilidade de Poços Submarino em diferentes cenários na fase Operacional**, Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.



CAPÍTULO 3

ANÁLISE COMPARATIVA DE INTEGRIDADE DA INSTALAÇÃO E DE SEGURANÇA OPERACIONAL EM POÇOS, NA PERCEPÇÃO DE OPERADORES DE CAMPOS TERRESTRES PRODUTORES DE PETRÓLEO

COMPARATIVE ANALYSIS OF INTEGRITY OF THE INSTALLATION AND
OPERATIONAL SAFETY IN WELLS, IN THE PERCEPTION OF OPERATORS
OF OIL-PRODUCING GROUND FIELDS

Raymundo Jorge de Sousa Mançú

Luís Borges Gouveia

Silvério dos Santos Brunhoso Cordeiro

Resumo

Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise comparativa da segurança operacional e de integridade das instalações de poços produtores de petróleo e de poços injetores de fluidos, na percepção dos operadores de campos terrestres (*onshore*) produtores de petróleo, para atender requisitos de regulamentos técnicos (RT's) de sistemas de gerenciamento de segurança operacional, integridade das instalações e de poços (STSGSO, RTSGI e RTSGIP) definidos pela Agência Nacional do Petróleo (ANP). Trata-se de uma pesquisa exploratória e descritiva, com abordagem quali-quantitativa e método estudo de casos em cinco campos terrestres produtores de petróleo A, B, C, D e E, localizados no nordeste brasileiro, com aplicação de questionários de percepção estruturados com 122 perguntas, na escala Likert de cinco pontos, com opções de respostas: "concordo totalmente"; "concordo parcialmente"; "indiferente"; "discordo parcialmente" e "discordo totalmente", aplicados a um total de 90 profissionais da área operacional, com tempo médio de empresa 1 ano a 5 anos (78%) e variando de 6 anos a 20 anos (22%). Nos resultados da análise comparativa das percepções das equipes por campo produtor de petróleo na Categoria A-GTC de gestão e transferência do conhecimento observaram-se quantitativos e percentuais relevantes de respostas para "discordo", como: campo produtor A 301(25%) respostas; campo produtor B 340(23%) respostas e campo produtor D 318(36%). E no campo produtor C obteve um quantitativo positivo de 593(66%) respostas e no campo produtor E 537(59%) respostas "concordo". Nos resultados da categoria B-PPI sobre a integridade das instalações e segurança operacional dos poços produtores e poços injetores, verificaram-se também quantitativos e percentuais relevantes de respostas "discordo", sendo no campo produtor A 359(29%) respostas; campo produtor B 418(27%) e no campo produtor D 183(20%) respostas com mediana igual a 3.7, caracterizando que mais de 50% das respostas foram "concordo". E no campo produtor E obteve um quantitativo positivo de 663(71%) respostas "concordo". Conclui-se que os campos produtores A, B e D apresentaram desvios relevantes na categoria A-GTC caracterizando lacunas na gestão e transferência do conhecimento, e assim como na categoria B-PPI quanto a integridade das instalações e a segurança operacional nos poços produtores de petróleo e poços injetores de fluidos, caracterizando riscos potenciais para incidentes, acidentes e não conformidade em auditorias internas e externas, com probabilidade de alto de infração. Já os campos produtores C e E apresentaram os melhores desempenho em gestão e transferência do conhecimento, e o campo produtor E obteve o melhor desempenho em integridade das instalações e na segurança operacional em poços produtores de petróleo e nos poços injetores de fluidos.

Palavras-chave: Regulamentos Técnicos. Integridade das Instalações. Segurança Operacional. Campo Produtor de Petróleo. Agência Nacional do Petróleo.



Abstract

This work aims to carry out a comparative analysis of the operational safety and integrity of the installations of oil producing wells and of fluid injector wells, in the perception of onshore oil producing operators, to meet requirements of technical regulations (RT's) of operational safety management systems, facility and well integrity (STSGSO, RTSGI and RTSGIP) defined by the National Petroleum Agency (ANP). This is an exploratory and descriptive research, with a qualitative and quantitative approach and case study method in five onshore oil producing fields A, B, C, D and E, located in northeastern Brazil, with the application of perception questionnaires structured with 122 questions, on the five-point Likert scale, with options for answers: "I totally agree"; "Partially agree"; "indifferent"; "Partially disagree" and "totally disagree", applied to a total of 90 professionals in the operational area, with an average company time of 1 year to 5 years (78%) and ranging from 6 years to 20 years (22%). In the results of the comparative analysis of the teams' perceptions by oil producing field in Category A-GTC of knowledge transfer and management, quantitative and relevant percentages of responses were observed for "disagree", such as: producer field A 301 (25%) responses; producer field B 340 (23%) answers and producer field D 318 (36%). And in the producer field C obtained a positive amount of 593 (66%) responses and in the producer field E 537 (59%) responses "I agree". In the results of category B-PPI on the integrity of the facilities and operational safety of producer wells and injector wells, there were also quantitative and relevant percentages of "disagree" responses, with 359 (29%) responses in the producing field; producer field B 418 (27%) and producer field D 183 (20%) answers with a median equal to 3.7, characterizing that more than 50% of the answers were "agree". And in the producer field E obtained a positive amount of 663 (71%) "I agree" responses. It is concluded that the producing fields A, B and D presented relevant deviations in the category A-GTC characterizing gaps in the management and transfer of knowledge, as well as in the category B-PPI regarding the integrity of the installations and the operational safety in the production wells. oil and fluid injection wells, characterizing potential risks for incidents, accidents and non-compliance in internal and external audits, with a high probability of violation. Production fields C and E, on the other hand, presented the best performance in knowledge management and transfer, and production field E obtained the best performance in plant integrity and operational safety in oil producing wells and in fluid injection wells.

Keywords: Technical regulations. Facilities Integrity. Operational Security. Oil Producing Field. National Petroleum Agency.



1. INTRODUÇÃO

Na indústria do petróleo o processo de exploração e produção através das concessões produtoras de petróleo e de gás natural trazem na essência das suas atividades e tarefas críticas de prospecção, extração, produção e serviços, perigos de acidentes, à saúde dos trabalhadores e de geração de resíduos (subprodutos), que podem representar riscos para as pessoas e para o meio ambiente, sendo necessária adotar práticas de gestão e operacionais que minimizem os riscos, como requisitos decisivos na preservação da vida e elemento básico na busca da excelência ambiental.

Neste contexto, considerando os riscos das atividades e tarefas críticas da exploração e produção de petróleo, as exigências legais definidas nos regulamentos técnicos dos órgãos reguladores e fiscalizadores, como a Agência Nacional do Petróleo (ANP) surgem à obrigatoriedade recente das empresas atuantes nesta área, incorporar na gestão global da organização, as melhores práticas de segurança operacional e de integridade das instalações e equipamentos de produção de petróleo, para minimizar os possíveis desvios ou falhas dos sistemas, instalações, processos produtivos, produtos e serviços, e assim garantir a integridade física das instalações e confiabilidade dos equipamentos dos campos maduros produtores de petróleo e gás natural no Brasil (MANÇU, 2013).

Portanto, este artigo tem como objetivo realizar uma análise comparativa da segurança operacional e de integridade das instalações de poços produtores de petróleo e de poços injetores de fluidos, na percepção dos operadores de campos terrestres (*onshore*) produtores de petróleo, para atender requisitos de regulamentos técnicos (RT's) de sistemas de gerenciamento de segurança operacional, integridade das instalações e de poços (STSGSO, RTSGI e RTSGIP) definidos pela Agência Nacional do Petróleo (ANP).

2. REVISÃO DA LITERATURA

Para Queiroz (2017) a cadeia produtiva do petróleo e de gás natural é composta por dois tipos de fluxos: o fluxo *upstream*, representada pelas atividades de exploração e produção, em campos produtores terrestres (*onshore*) e campos marítimos (*offshore*), e pelo fluxo *downstream*, representada pelas atividades de escoamento, refino, transporte, distribuição e comercialização, até os consumidores finais, demonstrado na Figura 1.



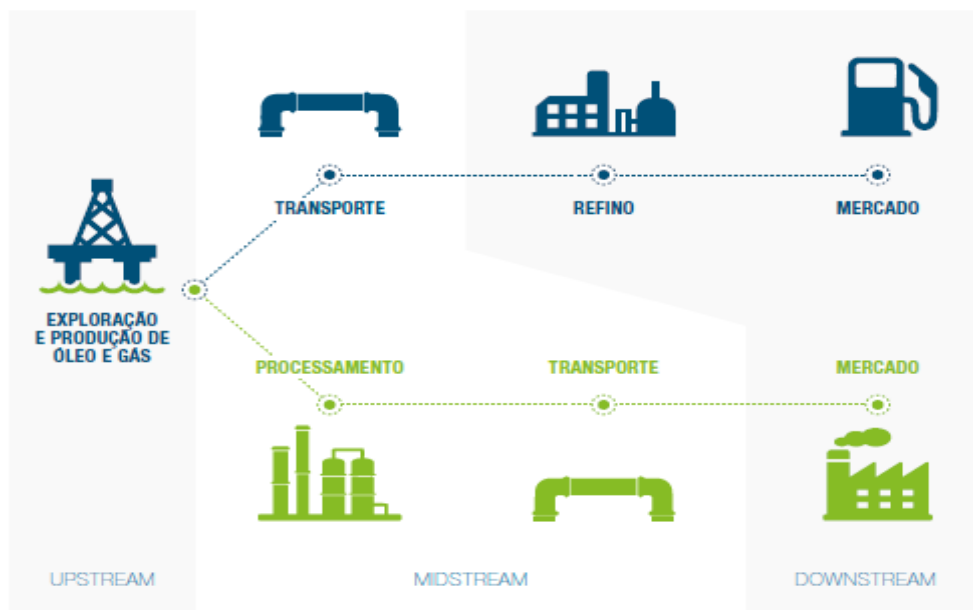


Figura 1 - Estrutura dos três fluxos da cadeia produtiva da indústria de óleo e gás
 Fonte: IBP (2015)

Segundo Oliveira (2007) a exploração de petróleo e gás natural envolve as atividades de investigação, prospecção e perfuração de poço terrestre (*onshore*) e/ou marítimo (*offshore*), para descobertas jazidas/reservatório de petróleo. Atualmente, os grandes volumes de produção de petróleo e de gás natural são provenientes dos poços produtores de petróleo e de gás natural marítimos (*offshore*) e com os menores custos de extração.

A área de exploração e produção de petróleo e gás natural, quando comparado com os diversos setores da indústria do petróleo brasileiro, caracteriza-se como uma das áreas de maior risco econômico, assim como para a segurança, meio ambiente e saúde ocupacional, e de maior rentabilidade. Segundo Mançú (2018) o processo de exploração e produção, engloba as atividades de exploração, desenvolvimento da produção, a produção de petróleo e gás, através da elevação de petróleo e gás, coleta, separação, tratamento e transferência do petróleo para a refinaria, movimentação e processamento do gás para empresa distribuidora.

A importância e impacto econômico da exploração e produção destaca-se por conta dos grandes investimentos associados às atividades desenvolvidas nos campos produtores de petróleo, durante as fases de perfuração e completação de poços produtores de petróleo e de poços injetores de fluidos, com contratação de serviços, aquisição de bens materiais, tubulações, embarcações, máquinas e equipamentos. Corroborando, a partir de estimativas obtidas a partir de dados do IBGE em 2010, indica que a cada R\$ 1 bilhão de investimentos em exploração e produção gera R\$ 440 milhões de incremento de renda e pouco mais de 23 mil novos postos de trabalho em outros setores (HEZEL, 2014).

Os campos produtores de petróleo terrestre (*onshore*) e marítimo (*offshore*)

no nordeste brasileiro são caracterizados de campos maduros, porque tem mais de trinta anos em operação, com instalações antigas, atividades e tarefas críticas que podem caracterizar risco de acidentes e de vazamentos de fluidos (óleo, água, gás e vapor), com riscos para a segurança operacional, saúde dos trabalhadores e para o meio ambiente, assim como para requisitos de qualidade de produtos e serviços.

Para Thomas (2004) e Mançú (2018), os campos terrestres produtores de petróleo do nordeste brasileiro são antigos e têm uma baixa participação na produção de petróleo em torno de 5% no Brasil, com ocupação de uma extensão territorial, estruturado por milhares de poços produtores de petróleo e de gás natural (Figura 2) e por poços injetores de água, gás e vapor, através dos métodos de elevação natural e artificial de petróleo, sendo os principais: poço surgente (S), *gas lift* (GL), bombeio mecânico (BM), bombeio de cavidades progressivas (BCP) e bombeio centrífugo submerso (BCS), poço injetor de água (IA) (Figura 3), injetor de gás (IG) e poço injetor de vapor (IV).



Figura 2 - Poço produtor de petróleo e gás
Fonte: Foto do autor, 2020



Figura 3 - Poço injetor de água produzida
Fonte: Foto do autor, 2020

Os métodos de elevação natural e artificial elevam o petróleo, água e gás, e às vezes até com presença de areia misturada na emulsão, escoado pela coluna de tubos de produção, conhecido como também de escoamento vertical, e movimentam esses fluidos com contaminantes ácidos (H_2S e/ou CO_2), por tubulações/dutos (linhas de produção e/ou de injeção) de aço de 2", 3" e 4" (Figura 4), de produção de petróleo e de injeção de fluidos.



Figura 4 - Linhas de produção e de injeção de fluidos
Fonte: Foto do autor, 2020

Os fluidos (óleo, água e gás com presença de areia, H₂S ou CO₂) contaminados e abrasivos, escoados desde o reservatório de petróleo até os tanques de armazenamento na superfície contribuem para a degradação e corrosão excessiva dos equipamentos e tubulações dos poços produtores e injetores, que também estão expostos às extensas áreas geográficas, aos intempéries (sol, chuva, umidades e vegetação) e também a vandalismo de terceiros, sendo necessário definir a padronização, treinar os empregados próprios e contratados, sistematizar rotinas diárias, inspeções e manutenções frequentes nas instalações e equipamentos, para garantir a integridade das instalações, segurança operacional, preservação ambiental e da saúde dos trabalhadores, qualidade dos serviços e dos produtos, conforme definidos nos regulamentos técnicos da ANP e nas normas ISO do SGI.

Entretanto, os regulamentos técnicos da ANP para os sistemas de gerenciamento de segurança operacional (RTSGSO), gerenciamento de integridade estrutural das instalações (RTSGI), integridade de dutos terrestres (RTDT) e gerenciamento da integridade de poços (RTSGIP) têm como objetivo estabelecer requisitos e diretrizes para implementação visando à segurança operacional das instalações marítimas e terrestres de perfuração e produção de petróleo e gás natural, a proteção da vida humana, do meio ambiente, à integridade dos ativos da União, de terceiros e do Operador do Contrato (ANP, 2007; ANP, 2010; ANP, 2011 e ANP, 2016, GOUVEIA; MANÇU E CORDEIRO, 2019).

Quanto à abrangência o regulamento técnico (RTSGIP) se aplica aos poços produtores de petróleo e aos poços injetores de fluidos terrestres (*onshore*) e marítimos (*offshore*), relacionados às atividades de exploração e produção (E&P) de petróleo e gás natural, estruturado com 17 (dezessete) Práticas de Gestão do RTSGIP com requisitos obrigatórios (Figura 5), para a integridade das instalações e segurança operacional dos poços produtores e injetores das concessões produtoras de petróleo (ANP, 2016, GOUVEIA; MANÇU E CORDEIRO, 2019).

RESOLUÇÃO ANP Nº46/2016
Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Integridade das Instalações de Poço (RTSGIP) Terrestres e Marítimo de Produção de Petróleo e Gás Natural
PG 1. Cultura de Segurança, Compromisso e Responsabilidade Gerencial
PG 2. Envolvimento da Força de Trabalho
PG 3. Gestão de Competências
PG 4. Fatores Humanos
PG 5. Seleção, Controle e Gerenciamento de Empresas Contratadas
PG 6. Monitoramento e Melhoria Contínua do Desempenho
PG 7. Auditorias
PG 8. Gestão da Informação e da Documentação
PG 9. Incidentes
PG 10. Etapas do Ciclo de Vida do Poço
PG 11. Elementos Críticos de Integridade de Poço
PG 12. Análise de Riscos
PG 13. Integridade do Poço
PG 14. Planejamento e Gerenciamento de Emergências de Controle de Poço
PG 15. Procedimentos
PG 16. Gestão de Mudanças
PG 17. Preservação Ambiental

Figura 5 - Práticas de Gestão do RTSGIP de aplicação obrigatória no E&P
Fonte: Adaptado de ANP (2016), Gouveia; Mançú e Cordeiro (2019)



Para estruturar um sistema de gestão global integrado, com foco na integridade das instalações, segurança operacional e saúde no trabalho torna-se relevante correlacionar os requisitos dos regulamentos técnicos RTSGSO, RTSGI e no RTSGIP da ANP, para facilitar a sistemática de implementação desses requisitos em todas as fases dos processos de exploração e produção de petróleo e gás natural, com práticas de gestão e operacionais a partir dos poços produtores de petróleo e poços injetores de fluidos.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa quanto aos objetivos classifica-se como exploratória e descritiva, com abordagem quali-quantitativa, e estratégias de pesquisa bibliográfica e documental, através do método estudo de multicasos em cinco campos produtores de petróleo e de gás natural do nordeste brasileiro, classificados como: campo A; B; C; D e E. Segundo Gil (2016) e Lacerda (2015), a pesquisa exploratória tem por objetivo desenvolver, explicar e modificar conceitos e idéias para a formulação de abordagens posteriores e a pesquisa descritiva busca descrever com exatidão os fatos e fenômenos de determinadas realidades. Já o estudo de caso é uma pesquisa empírica que permite a investigação de processos organizacionais e administrativos, com foco no caso e na perspectiva holística, com aplicação em diferentes campos e o pesquisador não tem controle sobre eventos e variáveis (YIN, 2015; LACERDA, 2015; MARTINS, 2016; GIL, 2017).

Quanto aos instrumentos de coleta de dados foram aplicados questionários de percepção para 90 empregados próprios e contratados, com 122 perguntas fechadas e opções de respostas na escala Likert variando de "discordo totalmente" até "concordo totalmente" e cálculo da mediana, distribuídas em 2 (duas) categorias, sendo: categoria A-GTC para avaliar a gestão e transferência do conhecimento nos campos produtores de petróleo; e categoria B-PPI para verificar a integridade das instalações e equipamentos e segurança operacional dos poços produtores de petróleo e injetores de fluidos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS QUESTIONÁRIOS DE PERCEPÇÃO APLICADOS AOS EMPREGADOS PRÓPRIOS E CONTRATADOS DOS CAMPOS PRODUTORES A, B, C, D E E

Nas análises dos dados sociodemográficos dos 90 participantes da pesquisa nos cinco campos produtores A, B, C, D e E, quanto ao tipo de estrutura 80 (89%) participantes trabalham apenas com poços e 10 (11%) trabalham em estações e poços, e desses 20 (22%) trabalham no campo A e 25 (28%) no campo B, sendo estes os maiores em quantidade de instalações e de poços; e 15 (17%) participantes em cada um dos campos C, D e E.



Quanto à função e vínculo empregatício observam-se que 58 (64%) dos participantes foram de operadores contratados; 27 (30%) de operadores próprios. No grau de instrução prevalece a formação técnica de nível médio igual a 66 (73%) e 14 (11%) de formação técnica de nível superior. Para o regime de trabalho destacam-se as equipes que trabalham no administrativo igual a 78 (87%) e 10 (11%) no turno ininterrupto; e quanto ao tempo de empresa 70 (78%) tinham de 1 ano a 5 anos, conforme Tabela 1.

VARIÁVEIS DOS 90 PARTICIPANTES	QTD	%
TIPO DE ESTRUTURA		
Poços	80	89%
Estação e Poços	10	11%
CAMPOS PRODUTORES DE PETRÓLEO		
Campo A	20	22.2%
Campo B	25	27.8%
Campo C	15	16.7%
Campo D	15	16.7%
Campo E	15	16.7%
FUNÇÃO E VÍNCULO EMPREGATÍCIO		
Técnico de Operação Próprio	27	30%
Operador Contratado	58	64%
Supervisor Contratado	5	6%
GRAU DE INSTRUÇÃO		
Ensino Médio	10	6%
Técnico de Nível Médio	66	73%
Técnico de Nível Superior	14	11%
REGIME DE TRABALHO		
Administrativo - Equipe de Poços	78	87%
Turno Ininterrupto - Equipe de Estação + Poços	10	11%
Sobreaviso - Equipe de Poços	2	2%
TEMPO DE EMPRESA		
1 a 5 Anos	70	78%
6 a 10 Anos	8	9%
11 a 15 Anos	5	5%
16 a 20 Anos	7	8%

Tabela 1 - Dados sociodemográficos dos 90 participantes na pesquisa por campo
Fonte: Dados da pesquisa

Para a pesquisa dos 5 (cinco) campos produtores de petróleo e de gás natural A, B, C, D e E foram tabulados 90 (noventa) questionários cada totalizando 122 perguntas, estruturadas com base em requisitos dos regulamentos técnicos RTSGI e RTSGIP da ANP, agrupadas em 2 (duas) categorias A-GTC e B-PPI, sendo:

- Categoria A-GTC - gestão e transferência do conhecimento das políticas de QMSOI&ST, padronização das atividades e tarefas, documentação técnica e outros com 60 perguntas; e
- Categoria B-PPI - integridade das instalações e segurança operacional de poços produtores de petróleo, poços injetores de fluidos, tubulações, dutos, satélites e/ou multivias de escoamento da produção de petróleo e do escoamento da injeção de fluidos com 62 perguntas.



4.1 Resultados das respostas dos questionários da categoria A-GTC sobre a gestão e transferência do conhecimento, quantitativos, valores percentuais e medianas

Para analisar as práticas de gestão e transferência do conhecimento foram elaborados questões sobre: documentação de segurança operacional (DSO) da instalação, descrição da unidade terrestre (DUT), desenhos dos processos, plantas "As Built", como construído e de classificação elétrica de área, fluxogramas de engenharia e de processos, estudos de riscos de processos APR e HAZOP, manuais de operação e de segurança, políticas de Segurança, Meio Ambiente e Saúde (SMS), procedimentos de diretrizes, de processos e operacional/execução, mapa de risco, alvará de funcionamento, licença ambiental de operação (LAO), atestado de vistoria de corpo de bombeiro (AVCB), treinamentos, capacitação e educação, gestão de mudança de tecnologia e de pessoas, comunicação interna e outros.

Nos resultados dos dados consolidados foram totalizados um quantitativo geral de 5400 repostas na escala Likert, sendo: 1610 (30%) respostas "concordo totalmente", 1249 (23%) respostas "concordo parcialmente", 1296 (24%) respostas "indiferente", 663 (12%) respostas "discordo parcialmente" e 582 (11%) respostas "discordo totalmente", com medianas variando de 2 a 5 nas respostas e média geral da mediana igual a 3.7, indicando que mais de 50% dessas respostas foram "concordo", conforme demonstração na Tabela 2.

QUESTIONÁRIO DE PERCEÇÃO DOS EMPREGADOS PRÓPRIOS E CONTRATADOS		CAMPOS PRODUTORES DE PETRÓLEO - POÇO - GTC GERAL										
		ESCALA LIKERT DE 5 PONTOS E MEDIANA										
VAR	CATEGORIA A - GESTÃO E TRANSFERÊNCIA DO CONHECIMENTO (GTC)	DISCORDO (1-DT / 2-DP) / NEUTRO (NT) / CONCORDO (4-CT / 5-CP)										MED
		1-DT	%	2-DP	%	3-NT	%	4-CP	%	5-CT	%	
GTC1	Participou da Palestra de Ambientação na admissão?	0	0%	16	18%	9	10%	32	36%	33	37%	4.0
GTC2	Comunicaram a Política do SGI?	0	0%	0	0%	5	6%	15	17%	70	78%	5.0
GTC3	Comunicaram os objetivos e metas do SGI?	0	0%	7	8%	10	11%	33	37%	40	44%	4.0
GTC4	Treinar nos padrões dos Manuais de Segurança?	0	0%	0	0%	6	7%	7	8%	77	86%	5.0
GTC5	Treinar nos padrões das 15 Diretrizes de SMS?	0	0%	0	0%	6	7%	17	19%	67	74%	5.0
GTC6	Treinar no Padrão de Resposta a Emergência (PRE)?	0	0%	2	2%	6	7%	28	31%	54	60%	5.0
GTC7	Treinar no Padrão de Operar Sistema Fixo de Combate a Incêndio?	1	1%	0	0%	6	7%	23	26%	60	67%	5.0
GTC8	Treinar nas 10 Regras de Ouro de Segurança?	2	2%	0	0%	6	7%	10	11%	72	80%	5.0
GTC9	Treinar no Manual de Operação (MO) da Instalação onde trabalho?	0	0%	0	0%	11	12%	7	8%	72	80%	5.0
GTC10	Treinar nos procedimentos de operação (POP/PE) da Instalação?	0	0%	0	0%	8	9%	22	24%	60	67%	5.0
GTC11	Acessa o Sistema Informatizado de Padrões/Procedimentos?	12	13%	20	22%	5	6%	26	29%	27	30%	4.0
GTC12	Acessa o Sistema de Controle de Produção Diária?	17	19%	25	28%	14	16%	9	10%	25	28%	3.0
GTC13	Acessa o Sistema de Emissão de Permissão de Trabalho (PT)?	11	12%	0	0%	6	7%	11	12%	62	69%	5.0
GTC14	Emite Permissão de Trabalho (PT) para equipe de manutenção?	2	2%	0	0%	6	7%	7	8%	75	83%	5.0
GTC15	Acessa os padrões do Manual de Segurança?	8	9%	25	28%	2	2%	22	24%	33	37%	4.0
GTC16	Acessa os padrões das 15 Diretrizes de SMS?	13	14%	18	20%	6	7%	32	36%	21	23%	4.0
GTC17	Acessa o padrão PRE e Operar SFCI da instalação?	12	13%	17	19%	15	17%	18	20%	28	31%	4.0
GTC18	Tem o crachá das 10 Regras de Ouro de Segurança?	8	9%	18	20%	0	0%	30	33%	34	38%	4.0
GTC19	Acessa o Manual de Operação da Instalação?	6	7%	12	13%	2	2%	35	39%	35	39%	4.0
GTC20	Acessa os padrões PE's da Contratante?	7	8%	18	20%	27	30%	14	16%	24	27%	3.0

VAR	CONTINUAÇÃO CATEGORIA A-GESTÃO E TRANSFERÊNCIA DO CONHECIMENTO (GTC)	DISCORDO (1-DT / 2-DP) / NEUTRO (NT) / CONCORDO (4-CT / 5-CP)										MED
		1-DT	%	2-DP	%	3-NT	%	4-CP	%	5-CT	%	
GTC21	Acessa os procedimentos operacionais da contratada?	3	3%	0	0%	9	10%	32	36%	46	51%	5.0
GTC22	Padrões POP da contratada possui os aspectos e impactos de SMS?	0	0%	0	0%	15	17%	17	19%	58	64%	5.0
GTC23	Padrões da contratada estão atualizados pelos padrões da contratante?	17	19%	24	27%	17	19%	25	28%	7	8%	3.0
GTC24	Padrões POP's da contratada estão em cópias impressas controladas?	0	0%	0	0%	11	12%	31	34%	48	53%	5.0
GTC25	Tem painel com ação de contingência para equipamento crítico?	22	24%	30	33%	15	17%	14	16%	9	10%	2.0
GTC26	Treinamento teóricos nos padrões foram de qualidade?	6	7%	22	24%	5	6%	35	39%	22	24%	4.0
GTC27	Treinamentos práticos dos padrões foram de qualidade?	5	6%	23	26%	7	8%	31	34%	24	27%	4.0
GTC28	Treinamentos de aperfeiçoamento nos padrões foram realizadas?	5	6%	16	18%	9	10%	41	46%	19	21%	4.0
GTC29	Participou de cursos técnicos de aperfeiçoamento?	4	4%	22	24%	17	19%	45	50%	2	2%	4.0
GTC30	Boletins e/ou listas de verificação (LV) tem nº do POP/PE?	1	1%	15	17%	21	23%	25	28%	28	31%	4.0
GTC31	Registra a passagem de serviço em Livro de Ocorrência?	2	2%	13	14%	5	6%	13	14%	57	63%	5.0
GTC32	Registra a passagem de serviço em Sistema Informatizado?	32	36%	23	26%	16	18%	5	6%	14	16%	2.0
GTC33	Conhece a Documentação de Segurança Operacional (DSO)?	6	7%	4	4%	21	23%	46	51%	13	14%	4.0
GTC34	Acessa a Descrição da Unidade Terrestre (DUT) de operação?	8	9%	11	12%	25	28%	33	37%	13	14%	4.0
GTC35	Documento DUT de operação da Instalação está atualizado?	2	2%	8	9%	41	46%	17	19%	22	24%	3.0
GTC36	Conhece os Fluxogramas de Processo e de Engenharia da Instalação?	2	2%	14	16%	10	11%	47	52%	17	19%	4.0
GTC37	Acessa os Fluxogramas de Processo e de Engenharia?	16	18%	6	7%	11	12%	38	42%	19	21%	4.0
GTC38	Conhece a Planta de classificação elétrica de área?	23	26%	6	7%	24	27%	29	32%	8	9%	3.0
GTC39	Acessa a planta de classificação elétrica de área?	19	21%	23	26%	25	28%	21	23%	2	2%	3.0
GTC40	Conhece a Planta Baixa da Instalação As Built - Como Construído?	23	26%	20	22%	25	28%	13	14%	9	10%	3.0
GTC41	Acessa a Planta Baixa da Instalação As Built-Como Construído?	24	27%	17	19%	37	41%	3	3%	9	10%	3.0
GTC42	Fluxogramas e Plantas da instalação estão atualizados?	11	12%	10	11%	46	51%	2	2%	21	23%	3.0
GTC43	Conhece a Lista de Elementos Críticos (LEC) da Instalação?	11	12%	12	13%	36	40%	18	20%	13	14%	3.0
GTC44	Acessa a Lista de Elementos Críticos (LEC) da Instalação?	30	33%	11	12%	26	29%	20	22%	3	3%	3.0
GTC45	Lista de Elementos Críticos (LEC) da Instalação está atualizado?	10	11%	16	18%	46	51%	15	17%	3	3%	3.0
GTC46	Conhece o Controle de Inibição de Equipamentos Críticos?	29	32%	16	18%	39	43%	5	6%	1	1%	2.5
GTC47	Acesso o Módulo de Controle de Inibição no Sistema na Intranet?	32	36%	11	12%	39	43%	8	9%	0	0%	3.0
GTC48	Conhece a Lista de Verificação de DCBI's de Válvula de Alívio (PSV)?	36	40%	3	3%	34	38%	5	6%	12	13%	3.0
GTC49	Aplica mensalmente a Lista de Verificação de DCBI's?	36	40%	10	11%	41	46%	2	2%	1	1%	2.0
GTC50	Conhece como preencher o Livro de Registro de Segurança de vaso?	23	26%	4	4%	37	41%	15	17%	11	12%	3.0
GTC51	Estudos de risco APR e HAZOP estão disponíveis para consulta?	16	18%	6	7%	41	46%	20	22%	7	8%	3.0
GTC52	Estudos de risco APR/HAZOP estão na validade (5 anos)?	3	3%	11	12%	66	73%	3	3%	7	8%	3.0
GTC53	Atestado de Vistoria do Corpo de Bombeiro está disponível para consulta?	1	1%	11	12%	32	36%	29	32%	17	19%	4.0
GTC54	Atestado de Vistoria do Corpo de Bombeiro está na validade?	0	0%	16	18%	41	46%	25	28%	8	9%	3.0
GTC55	Alvará de funcionamento está disponível para consulta?	2	2%	5	6%	48	53%	15	17%	20	22%	3.0
GTC56	Alvará de funcionamento está na validade?	3	3%	10	11%	46	51%	24	27%	7	8%	3.0
GTC57	Licença Ambiental de Operação (LAO) disponível para consulta e válido?	1	1%	6	7%	52	58%	25	28%	6	7%	3.0
GTC58	Licença Ambiental de Operação (LAO) está na validade?	10	11%	4	4%	53	59%	18	20%	5	6%	3.0
GTC59	Mapa de Riscos da instalação está disponível na instalação?	6	7%	5	6%	9	10%	26	29%	44	49%	4.0
GTC60	Mapa de Riscos da instalação está atualizado?	3	3%	21	23%	42	47%	15	17%	9	10%	3.0
TOTAL DE RESPOSTAS, VALOR PERCENTUAL E MEDIANA		582	11%	663	12%	1296	24%	1249	23%	1610	30%	3.7
TOTAL GERAL DE RESPOSTAS E MEDIANA		5400					3.7					
LEGENDA: 1-DT-DISCORDO TOTALMENTE; 2-DP-DISCORDO PARCIALMENTE; 3-IND-INDIFERENTE; 4-CP-CONCORDO PARCIALMENTE; 5-CT-CONCORDO TOTALMENTE; MED-MEDIANA												

Tabela 2 - Resultados das perguntas dos questionários da categoria A-GTC relacionadas à gestão e transferência do conhecimento dos campos produtores A, B, C, D e E
Fonte: Dados da pesquisa

Nos resultados das respostas consolidadas dos participantes dos cinco campos produtores observam-se também respostas de "discordo totalmente" e respostas de "discordo parcialmente", quanto o acesso à sistemas informatizados, procedimentos operacionais e de diretrizes, disponibilidade para consultas de documentação técnica da instalação, estudos de riscos APR e HAZOP e licença ambiental, sendo 28 variáveis (Tabela 2) com desvios mais relevantes para a gestão e transferência do conhecimento.

Na análise do quantitativo (QTD) geral das 5400 respostas com valores percentuais (%) e cálculo da mediana definida na Tabela 3 a seguir, referentes as respostas sobre a gestão e transferência do conhecimento dos campos produtores A, B, C, D e E observaram-se como mais relevantes 1610 (30%) respostas para "concordo totalmente" e 1249 (23%) de respostas "concordo parcialmente", com mediana igual a 3.7, sinalizando que mais de 50% das respostas foram "concordo", com as boas práticas nesta categoria A-GTC.

Na análise estratificada das respostas dos questionários da categoria A-GTC



por campo produtor identificaram-se similaridades quanto aos baixos quantitativos de respostas, valores percentuais e de mediana para os campos produtores A 345 (29%) respostas "indiferente" de um total de 1200 respostas e no campo produtor B 407 (27%) respostas "indiferente" de um total de 1498 respostas e medianas igual a 3.4 e 3.6. Já no campo produtor D com 240 (27%) respostas "discordo parcialmente" de um total de 900 respostas e mediana igual a 3.2, indicando que nos campos produtores A e B mais de 50% das respostas foram de "indiferente" à "concordo totalmente" e no campo produtor D mais de 50% das respostas foram de "discordo parcialmente" à "concordo parcialmente". E no campo C 354 (39%) respostas "concordo totalmente", 239 (27%) respostas "concordo parcialmente", e no campo E 310 (34%) respostas "concordo totalmente" e 227 (25%) respostas "concordo parcialmente", com medianas de 3.9 e 3.8 validando que mais de 50% das respostas foram de "concordo parcialmente" à "concordo totalmente", conforme Tabelas 3.

CAMPOS	ESCALA LIKERT	QTD	%	MEDIANA
A, B, C, D e E N=90	Discordo Totalmente	582	11%	3.7
	Discordo Parcialmente	663	12%	
	Indiferente	1296	24%	
	Concordo Parcialmente	1249	23%	
	Concordo Totalmente	1610	30%	
CAMPO	TOTAL DE RESPOSTAS	5400	100%	
A N=20	Discordo Totalmente	182	15%	3.4
	Discordo Parcialmente	119	10%	
	Indiferente	345	29%	
	Concordo Parcialmente	229	19%	
	Concordo Totalmente	325	27%	
CAMPO	TOTAL DE RESPOSTAS	1200	100%	
B N=25	Discordo Totalmente	195	13%	3.6
	Discordo Parcialmente	145	10%	
	Indiferente	407	27%	
	Concordo Parcialmente	360	24%	
	Concordo Totalmente	391	26%	
CAMPO	TOTAL DE RESPOSTAS	1498	100%	
C N=15	Discordo Totalmente	36	4%	3.9
	Discordo Parcialmente	126	14%	
	Indiferente	145	16%	
	Concordo Parcialmente	239	27%	
	Concordo Totalmente	354	39%	
CAMPO	TOTAL DE RESPOSTAS	900	100%	
D N=15	Discordo Totalmente	78	9%	3.2
	Discordo Parcialmente	240	27%	
	Indiferente	158	17%	
	Concordo Parcialmente	194	21%	
	Concordo Totalmente	230	26%	
CAMPO	TOTAL DE RESPOSTAS	900	100%	
E N=15	Discordo Totalmente	91	10%	3.8
	Discordo Parcialmente	32	4%	
	Indiferente	240	27%	
	Concordo Parcialmente	227	25%	
	Concordo Totalmente	310	34%	
CAMPO	TOTAL DE RESPOSTAS	900	100%	

Tabela 3 - Dados agregados das respostas dos questionários da categoria A-GTC sobre gestão e transferência de conhecimento dos campos produtores A, B, C, D e E
Fonte: Dados da pesquisa

Nas análises dos resultados de cada campo produtor observaram-se lacunas para a gestão e transferência de conhecimentos nos campos produtores A, B, C, D e E, representados pelos quantitativos e valores percentuais de respostas variando de "indiferente até "discordo totalmente" e medianas de 3.2 a 3.9.

4.2. Resultados das respostas dos questionários da categoria B-PPI sobre integridade de instalação e segurança operacional, quantitativos, percentuais e medianas

Na análise consolidada das 5580 respostas dos 90 questionários da categoria B-PPI sobre a integridade das instalações e de segurança operacional dos poços produtores e poços injetores, observaram-se 2806 (50%) respostas “concordo parcialmente”, 983 (18%) respostas “discordo parcialmente”, 840 (15%) respostas “indiferente”, 643 (12%) respostas “concordo totalmente” e 308 (6%) respostas “discordo totalmente” e medianas de 2 a 4, caracterizando que mais de 50% das respostas estão na escala Likert de “concordo parcialmente”, “indiferente” e “discordo parcialmente”, indicando a possibilidade de existências de desvios na integridade das instalações e de segurança operacional, demonstrados na Tabela 4.



QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO DOS EMPREGADOS PRÓPRIOS E CONTRATADOS		CAMPOS PRODUTORES DE PETRÓLEO: A, B, C, D e E											
		ESCALA LIKERT DE 5 PONTOS E MEDIANA											
		DISCORDO (1-DT/2-DP) / INDIFFERENTE (IND) / CONCORDO (4-CT/5-CP)											
VAR	CATEGORIA C - POCOS PRODUTORES DE PETRÓLEO E INJETORES DE FLUIDOS (PPI)	1-DT	%	2-DP	%	3-IND	%	4-CP	%	5-CT	%	MED	
PPI1	Pistas de acesso ao poço estão em boas condições de trânsito?	7	8%	30	33%	4	4%	47	52%	2	2%	4.0	
PPI2	Placas de identificação com TAG/Nº do poço instalado na locação?	1	1%	31	34%	7	8%	49	54%	2	2%	4.0	
PPI3	Placas de identificação de poço estão com dados legíveis?	0	0%	24	27%	6	7%	47	52%	13	14%	4.0	
PPI4	Placas de identificação de poço tem logotipo/marca da empresa?	6	7%	15	17%	6	7%	60	67%	3	3%	4.0	
PPI5	Placas de identificação de poço tem a sinalização dos riscos?	6	7%	15	17%	12	13%	32	36%	25	28%	4.0	
PPI6	Placas de identificação de poço tem a sinalização dos EPI's?	6	7%	13	14%	6	7%	53	59%	12	13%	4.0	
PPI7	Placas de identificação de poço tem a sinalização dos EPI's?	6	7%	5	6%	7	8%	52	58%	20	22%	4.0	
PPI8	Locações de poços tem cercas integras?	0	0%	37	41%	7	8%	44	49%	2	2%	4.0	
PPI9	Locações de poços tem portões integros?	2	2%	31	34%	1	1%	44	49%	12	13%	4.0	
PPI10	Locações de poços estão isentas de resíduos oleoso?	0	0%	13	14%	1	1%	73	81%	3	3%	4.0	
PPI11	Poços tem grades ou gaiolas de proteção ao redor da instalação?	0	0%	8	9%	7	8%	66	73%	9	10%	4.0	
PPI12	Válvulas de drenos (Anular e de Tê de Fluxo) de Poço tem CAP/PLUG?	0	0%	38	42%	7	8%	43	48%	2	2%	3.5	
PPI13	Válvula de bloqueio de 2" instalada no anular do poço?	0	0%	22	24%	3	3%	54	60%	11	12%	4.0	
PPI14	Válvula de 2" do anular está operacional com rosas integras?	0	0%	30	33%	8	9%	50	56%	2	2%	4.0	
PPI15	Válvula de bloqueio de 2" do anular está estanque s/vazamento?	0	0%	36	40%	2	2%	50	56%	2	2%	4.0	
PPI16	Válvula de bloqueio de 3" instalada no Tê de fluxo ou no centro do poço?	0	0%	27	30%	10	11%	51	57%	2	2%	4.0	
PPI17	Válvula de bloqueio de 3" de Tê de fluxo/centro está operacional?	0	0%	23	26%	4	4%	55	61%	8	9%	4.0	
PPI18	Válvula de bloqueio de 3" de Tê de fluxo/centro está estanque s/vazamento?	0	0%	14	16%	7	8%	60	67%	9	10%	4.0	
PPI19	Válvula de bloqueio e/ou de dreno com volante tem corrente com cadeado?	0	0%	7	8%	7	8%	53	59%	23	26%	4.0	
PPI20	Bases de concreto de poços estão isentas de resíduo oleoso?	0	0%	9	10%	16	18%	58	64%	7	8%	4.0	
PPI21	Antepoços estão com nível de fluido baixo na caixa?	0	0%	21	23%	3	3%	56	62%	10	11%	4.0	
PPI22	Antepoços tem paredes/dique de contenção para evitar transbordo?	1	1%	9	10%	22	24%	49	54%	9	10%	4.0	
PPI23	Antepoços tem grades de proteção no piso ao redor da cabeça de poços?	0	0%	5	6%	12	13%	71	79%	2	2%	4.0	
PPI24	Instalações de poços estão isentas de vazamentos?	11	12%	16	18%	2	2%	44	49%	17	19%	4.0	
PPI25	Gaxetas de poços (BM e BCP) estão isentas de vazamentos?	10	11%	22	24%	3	3%	52	58%	3	3%	4.0	
PPI26	Instalações de poços estão isentas de corrosão?	6	7%	12	13%	14	16%	39	43%	19	21%	4.0	
PPI27	Poços parados tem placa "Fora de Operação" ou "Em Manutenção"?	6	7%	9	10%	16	18%	42	47%	17	19%	4.0	
PPI28	Poços parados fora de operação tem raquetes?	15	17%	16	18%	24	27%	35	39%	0	0%	3.0	
PPI29	Raquetes tem adesivo/etiqueta com dados técnicos de fabricação?	30	33%	20	22%	12	13%	24	27%	4	4%	2.0	
PPI30	Raquetes tem placa de aviso "Raqueteado"?	0	0%	0	0%	11	12%	67	74%	12	13%	4.0	
PPI31	Flanges das instalações e de válvulas de poço tem todos os parafusos?	0	0%	7	8%	6	7%	41	46%	36	40%	4.0	
PPI32	Parafusos de flanges tem sobras de fios de rosca após as porcas?	6	7%	11	12%	3	3%	44	49%	26	29%	4.0	
PPI33	Linhas de produção/injeção tem TAG / nº do poço?	6	7%	7	8%	6	7%	46	51%	25	28%	4.0	
PPI34	Linhas de produção/injeção tem sinalização com faixa do tipo de fluido?	0	0%	8	9%	2	2%	54	60%	26	29%	4.0	
PPI35	Linhas de produção/injeção tem sinalização da seta de sentido de fluxo?	1	1%	15	17%	26	29%	46	51%	2	2%	4.0	
PPI36	Indicadores de pressão (PIT) da linha de produção estão operacionais?	8	9%	30	33%	13	14%	38	42%	1	1%	3.0	
PPI37	Todos os poços estão automatizados?	0	0%	18	20%	28	31%	44	49%	0	0%	3.0	
PPI38	Equipamentos de automação dos poços estão operacionais?	0	0%	18	20%	20	22%	36	40%	16	18%	4.0	
PPI39	Equipamentos de automação dos poços estão calibrados?	1	1%	6	7%	66	73%	8	9%	9	10%	3.0	
PPI40	Manômetro instalado em poço está operacional?	1	1%	0	0%	76	84%	4	4%	9	10%	3.0	
PPI41	Manômetro instalado em poço está calibrado?	28	31%	31	34%	12	13%	19	21%	0	0%	2.0	
PPI42	Taludes / encostas de poço estão isentas de erosão?	0	0%	18	20%	30	33%	36	40%	6	7%	3.0	
PPI43	Taludes / encostas de poço tem vegetação de proteção contra erosão?	0	0%	15	17%	29	32%	40	44%	6	7%	4.0	
PPI44	Canaletas de drenagem estão integras?	6	7%	13	14%	11	12%	53	59%	7	8%	4.0	
PPI45	Canaletas de drenagem estão limpas isentas de vegetação e/ou areia?	6	7%	16	18%	14	16%	52	58%	2	2%	4.0	
PPI46	Satélite e/ou multivia está com a placa de identificação do TAG/Nº?	0	0%	8	9%	12	13%	43	48%	27	30%	4.0	
PPI47	Satélite e/ou multivia está com o TAG / Nº dos poços nas linhas de fluxos?	0	0%	7	8%	20	22%	48	53%	15	17%	4.0	
PPI48	Satélite e/ou multivia está isento de corrosão?	0	0%	17	19%	9	10%	59	66%	5	6%	4.0	
PPI49	Satélite e/ou multivia tem cap/plug instalado nas válvulas de dreno?	0	0%	9	10%	6	7%	63	70%	12	13%	4.0	
PPI50	Satélite e/ou multivia tem todos parafusos nos flanges das válvulas?	0	0%	7	8%	4	4%	71	79%	8	9%	4.0	
PPI51	Satélite e/ou multivia parafusos tem sobra de fios de rosca nas porcas?	6	7%	1	1%	4	4%	50	56%	29	32%	4.0	
PPI52	Satélite e/ou multivia está isento de vazamentos?	18	20%	13	14%	0	0%	52	58%	7	8%	4.0	
PPI53	Satélite e/ou multivia tem manômetro/termômetro operacional?	18	20%	33	37%	17	19%	19	21%	3	3%	2.0	
PPI54	Satélite e/ou multivia tem manômetro/termômetro calibrado?	18	20%	33	37%	17	19%	17	19%	5	6%	2.0	
PPI55	Satélite e/ou multivia tem área com piso impermeabilizado?	24	27%	15	17%	30	33%	17	19%	4	4%	3.0	
PPI56	Satélite e/ou multivia tem dique de contenção integro?	12	13%	13	14%	32	36%	28	31%	5	6%	3.0	
PPI57	Satélite e/ou multivia tem cerca e portão integro?	20	22%	9	10%	12	13%	40	44%	9	10%	4.0	
PPI58	Satélite e/ou multivia tem cerca, portão fechado com cadeado?	16	18%	7	8%	13	14%	52	58%	2	2%	4.0	
PPI59	Satélite e/ou multivia está isenta de resíduo oleoso?	0	0%	12	13%	16	18%	40	44%	22	24%	4.0	
PPI60	Satélite e/ou multivia está isenta de resíduo de construção?	0	0%	10	11%	18	20%	38	42%	24	27%	4.0	
PPI61	Satélite e/ou multivia está isenta de sucata ferrosa?	0	0%	9	10%	22	24%	37	41%	22	24%	4.0	
PPI62	Satélite e/ou multivia está isenta de vegetação elevada?	0	0%	9	10%	19	21%	51	57%	11	12%	4.0	
TOTAL DE RESPOSTAS, PERCENTUAL E MEDIANA		308	6%	983	18%	840	15%	2806	50%	643	12%	3.7	
TOTAL GERAL DE RESPOSTAS E MEDIANA		5580						3.7					

Tabela 4 - Respostas das perguntas dos questionários da categoria B-PPI sobre os poços produtores de petróleo e poços injetores de fluido dos campos produtores A, B, C, D e E

Fonte: Dados da pesquisa

Os desvios identificados estão distribuídos entre as variáveis "PPI1" a "PPI58" do questionário, que poderão se caracterizar em "não conformidades", devido ao não atendimento de requisitos de regulamentos da ANP, sendo 37 variáveis mais relevantes para desvios de integridade e segurança operacional.



Os resultados consolidados das respostas dos questionários da categoria B-PPI dos cinco campos produtores na Tabela 5 totalizaram 5580 respostas, sendo os mais relevantes 2806 (50%) respostas "concordo totalmente", 840 (15%) respostas "indiferente" e 983 (18%) respostas "discordo parcialmente", totalizando 4929 (83%) respostas, sendo também observados essa mesma variabilidade nos campos A 948 (76%) com um total de 1240 respostas, campo B 1204 (78%) e total de 1550 respostas, campo C 876 (94%) e campo D 869 (94%) com total de 930 respostas, e medianas de 3.6, 3.6, 3.4 e 3.5. Já o campo E apresentou um quantitativo de 663 (71%) respostas positivas "concordo parcialmente" e "concordo totalmente", com total de 930 respostas e mediana 3.8, indicando que mais de 50% das respostas foram de "concordo", conforme Tabela 5.

CAMPOS	ESCALA LIKERT	QTD	%	MEDIANA
A, B, C, D e E N=90	Discordo Totalmente	308	6%	3.7
	Discordo Parcialmente	983	18%	
	Indiferente	840	15%	
	Concordo Parcialmente	2806	50%	
	Concordo Totalmente	643	12%	
CAMPO	TOTAL DE RESPOSTAS	5580	100%	
A N=20	Discordo Totalmente	107	9%	3.6
	Discordo Parcialmente	252	20%	
	Indiferente	132	11%	
	Concordo Parcialmente	564	45%	
	Concordo Totalmente	185	15%	
CAMPO	TOTAL DE RESPOSTAS	1240	100%	
B N=25	Discordo Totalmente	129	8%	3.6
	Discordo Parcialmente	289	19%	
	Indiferente	155	10%	
	Concordo Parcialmente	760	49%	
	Concordo Totalmente	217	14%	
CAMPO	TOTAL DE RESPOSTAS	1550	100%	
C N=15	Discordo Totalmente	23	3%	3.4
	Discordo Parcialmente	150	16%	
	Indiferente	254	27%	
	Concordo Parcialmente	472	51%	
	Concordo Totalmente	31	3%	
CAMPO	TOTAL DE RESPOSTAS	930	100%	
D N=15	Discordo Totalmente	30	3%	3.5
	Discordo Parcialmente	153	17%	
	Indiferente	190	20%	
	Concordo Parcialmente	526	57%	
	Concordo Totalmente	31	3%	
CAMPO	TOTAL DE RESPOSTAS	930	100%	
E N=15	Discordo Totalmente	19	2%	3.8
	Discordo Parcialmente	139	15%	
	Indiferente	109	12%	
	Concordo Parcialmente	484	52%	
	Concordo Totalmente	179	19%	
CAMPO	TOTAL DE RESPOSTAS	930	100%	

Tabela 5 - Dados agregados das respostas dos questionários da categoria B-PPI sobre a integridade das instalações e segurança operacional dos campos A, B, C, D e E

Fonte: Dados da pesquisa

Nas análises dos resultados das respostas dos questionários na percepção dos empregados próprios e contratados observaram-se desvios para a integridade das instalações e de segurança operacional nos campos produtores A, B, C, D e E, representados pelos quantitativos e valores percentuais de respostas variando de "indiferente até "discordo totalmente" e medianas de 3.4 a 3.8, sinalizando maiores quantidades e valores percentuais de respostas "discordo parcialmente" e de "discordo totalmente" nos campos A, B, C e D, e melhores resultados de "concordo" e de mediana no campo E.



4.3 Análise comparativa dos resultados das respostas dos questionários das categorias A-GTC e B-PPI quanto aos quantitativos, valores percentuais e medianas

Para uma melhor análise comparativa entre os resultados dos 90 questionários dos campos produtores A, B, C, D e E foram somados os quantitativos das respostas das escalas de "concordo totalmente" e "discordo parcialmente" para "concordo", e somados os quantitativos das escalas de "discordo totalmente" e "discordo parcialmente" para "discordo", sendo mantido a escala de "indiferente", estruturados nas categorias A-GTC e B-PPI, com valores percentuais e de medianas, conforme Tabela 8, onde observaram-se os seguintes resultados:

Na categoria A-GTC que tratam da gestão e transferência do conhecimento dos campos produtores de petróleo e de gás natural A, B, C, D e E observaram-se nos resultados um total geral de 5398 respostas, sendo 2859 (53%) respostas "concordo", 1295 (24%) respostas "indiferente" e 1244 (23%) respostas "discordo" e mediana igual a 3.7; e

A categoria B-PPI que preocupa-se com a integridade das instalações e a segurança operacional dos poços produtores de petróleo e poços injetores de fluidos observaram-se nos resultados um total geral de 5580 respostas, sendo 3449 (62%) respostas "concordo", 840 (16%) respostas "indiferente" e 1291 (22%) respostas "discordo" e mediana igual a 3.7.

Das 10978 respostas consolidadas das categorias A-GTC e B-PPI dos campos produtores identificaram-se 6308 (57%) respostas "conforme", 2135 (20%) "indiferente" e 2535 (23%) "discordo", e mediana geral de 3.7, validando que mais de 50% das respostas estão entre "concordo", conforme demonstrado na Tabela 8.

CATEGORIAS: A-GTC e B-PPI		CAMPOS PRODUTORES DE PETRÓLEO										TOTAL GERAL		
		A		B		C		D		E				
		QTD	%	QTD	%	QTD	%	QTD	%	QTD	%	QTD	%	MED
A-GTC - Gestão e Transferência do Conhecimento	Concordo	554(46%)	751(50%)	593(66%)	424(47%)	537(59%)	2859 (53%)	3.7						
	Indiferente	345(29%)	407(27%)	145(16%)	158(17%)	240(27%)	1295 (24%)							
	Discordo	301(25%)	340(23%)	162(18%)	318(36%)	123(14%)	1244 (23%)							
TOTAL A-GTC		1200	1498	900	900	900	5398							
B-PPI - Integridade das instalações e Segurança Operacional de Poço Produtor e Poço Injetor	Concordo	749(60%)	977(63%)	503(54%)	557(60%)	663(71%)	3449 (62%)	3.7						
	Indiferente	132(11%)	155(10%)	254(27%)	190(20%)	109(12%)	840 (16%)							
	Discordo	359(29%)	418(27%)	173(19%)	183(20%)	158(17%)	1291 (22%)							
TOTAL B-PPI		1240	1550	930	930	930	5580							
TOTAL POR CAMPO		2440	3048	1830	1830	1830	10978							
TOTAL "CONCORDO" A-GTC e B-PPI		1303(53%)	1728(57%)	1096(60%)	981(54%)	1200(66%)	6308(57%)	3.7						
TOTAL "INDIFERENTE" A-GTC e B-PPI		477(20%)	562(18%)	399(22%)	348(19%)	349(19%)	2135(20%)							
TOTAL "DISCORDO" A-GTC e B-PPI		660(27%)	758(25%)	335(18%)	501(27%)	281(15%)	2535 (23%)							

Tabela 8 - Resultados comparativos das respostas dos questionários das categorias A-GTC e B-PPI, quanto aos quantitativos, valores percentuais e medianas

Fonte: Dados da pesquisa



Nos resultados das percepções dos empregados próprios e contratados a partir do total por campo e geral das respostas da categoria A - GTC e categoria B - PPI observaram-se respostas “discordo” nos campos produtores A, B e D, com quantitativos e valores percentuais considerados críticos, porque estes podem caracterizar “não conformidade” e/ou “incidentes” nas frentes operacionais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos campos produtores A, B e D apresentaram maiores desvios nesta categoria A-GTC caracterizando lacunas na gestão e transferência do conhecimento nesses campos produtores de petróleo, e assim como na categoria B-PPI quanto a integridade das instalações e a segurança operacional nos poços produtores de petróleo e poços injetores de fluidos, caracterizando riscos potenciais para incidentes e não conformidade em auditorias internas e externas, com probabilidade de alto de infração.

Os campos produtores C e E apresentaram os melhores desempenho em gestão e transferência do conhecimento e o campo produtor E obteve o melhor desempenho em integridade das instalações e na segurança operacional em poços produtores de petróleo e nos poços injetores de fluidos.

Recomenda-se desenvolver boas práticas de gestão e operacional nos campos produtores A, B e C, para melhoria da qualidade dos serviços prestados, de proficiência de competências para melhoria na capacitação e habilitação dos empregados próprios e contratados, assim como para a integridade das instalações e a segurança operacional dos poços.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS -ANP. (2007). Resolução ANP nº 43, de 6.12.2007 - DOU 7.12.2007 – Retificada DOU 10.12.2007 e DOU 12.12.2007. Anexo - **Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (RTSGSO)**.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS -ANP. (2010). Resolução ANP nº 2, de 14.1.2010 - DOU 18.1.2010. Anexo - **Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Integridade Estrutural das Instalações Terrestres de Produção de Petróleo e Gás Natural (RTSGI)**.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS -ANP. (2011). Resolução ANP nº 6, de 3.2.2011 - DOU 7.2.2011. Anexo - **Regulamento Técnico ANP nº 2/2011 - Regulamento Técnico de Dutos Terrestres para Movimentação de Petróleo, Derivados e Gás Natural (RTDT)**.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS -ANP. (2015). Resolução ANP nº 41, de 9.10.2015 - DOU 13.10.2015. Anexo - **Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional de Sistemas Submarinos (RTSGSS)**.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS -ANP. (2016). Resolução ANP nº 46, de 1º.11.2016 - DOU 3.11.2016 – RETIFICADO DOU 7.11.2016. Anexo - **Regulamento Técnico do**



Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços (RTSGIP).

GIL, A. C. (2016). **Métodos e técnicas de pesquisa social**. – 6ª Ed. - 7. Reimp. - São Paulo: Atlas.

GIL, A. C. (2017). **Como elaborar projetos de pesquisa**. – 6ª Ed. São Paulo: Atlas.

GOUVEIA, Luís Borges; MANÇÚ, Raymundo Jorge de Sousa; CORDEIRO, Silvério dos Santos Brunhoso. Proposed Integration of the Technical Regulations of Systems of Management of Operational Safety and Structural Integrity of Facilities, defined by the ANP of Brazil. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)** [Vol -6, Issue-7, Jul- 2019].<https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.6724> ISSN: 2349-6495(P) | 2456-1908(O).

HEZEL, C. R. PICCHI, F. A.; GRANJA, A. D.; LABAKI, L. C. (2010). Sistemas de gestão integrados na indústria do Petróleo e gás. **Entac 2010**. XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. 6 a 8 de outubro - Canela, RS.

IBP - Instituto Brasileiro de Petróleo. (2015). **Agenda prioritária da indústria de petróleo, gás e biocombustíveis 2014-2015**. Rio de Janeiro.

LACERDA, M. R. (2015). **Metodologias da pesquisa para a enfermagem e saúde: da teoria à prática** / Organizadoras: Maria Ribeiro Lacerda, Regina Gema Santini Costerano - Porto Alegre: Moriá.

MANÇÚ, J. S. (2013). **Proposta de aplicação de FMEA na instalação do sistema de Bombeio Centrífugo Submerso (BCS):** Os casos de empresas prestadoras de serviços da indústria do petróleo. [Em Linha]. Disponível em: http://www.senaicimatec.com.br/wp-content/uploads/2017/03/dissertacao_jeanderson_de_souza_mancu.pdf. [Consultado em 03 de out. de 2017].

MANÇÚ, R. P. (2018). **Desempenho de Inspeções em Poços Produtores de Petróleo: Comparação entre Coleta Manual, e Digital de Dados**. Salvador. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Gestão e Tecnologia Industrial - Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC-BAHIA.

MARTINS, G. de A.de. (2016). **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas** / Gilberto de Andrade Martins, Carlos Renato Theóphilo. - 3. ed. - São Paulo : Atlas.

OLIVEIRA, J. B. (Org.). (2007). **Estudo da cadeia produtiva do petróleo e gás natural do Espírito Santo**. Espírito Santo: SEBRAE. 174 p.

QUEIROZ, M. M. de. (2017). **A cadeia de petróleo no Brasil: o caso da indústria de apoio marítimo**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica. - versão corr. – São Paulo. 167 p.

THOMAS, J. E.; *et al* (organizador). (2004). **Fundamentos de engenharia de petróleo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, Petrobras.

YIN, R. K. (2015). **Estudo de caso: planejamento e métodos; tradução: Cristhian Matheus Herrera**. - 5. ed. Porto Alegre: Bookman.



CAPÍTULO 4

INDÚSTRIA 4.0: UMA ABORDAGEM TEÓRICA CONCEITUAL

INDUSTRY 4.0: A CONCEPTUAL THEORETICAL APPROACH

Rony Peterson da Rocha

Claudilaine Caldas de Oliveira

Rubya Vieira de Mello Campos

Márcia de Fátima Morais

Resumo

Esta pesquisa integra estudos e pesquisas realizados pelo Grupo de Estudo e Pesquisa em Processos e Gestão de Operações (GEPPGO). A pesquisa em Indústria 4.0, foco deste estudo, vem crescendo consideravelmente nos últimos anos, todavia, tecnologias e inovação são imprescindíveis para adoção deste tipo de modelo industrial. Neste contexto, esta pesquisa objetiva realizar um referencial teórico baseado na literatura científica especializada em Indústria 4.0 e suas tecnologias e inovações e, assim, apresentar a evolução sobre o tema. O método de abordagem adotado foi o qualitativo. A pesquisa aqui relatada classifica-se, quanto aos fins, como explicativa e descritiva e, quanto aos meios, como bibliográfica. Constatou-se neste estudo que Indústria 4.0 oferece soluções para muitos desafios da atualidade, como a mobilidade urbana, eficiência energética, atendimento à saúde e produtividade industrial. Porém, as transformações concernentes à produção industrial são desafiadoras devido o investimento necessário para com as tecnologias (física; digital e; biológica) e inovações. Portanto, este modelo industrial exige mudanças que acontecem de forma rápida, ampla e profunda, uma vez que uma mudança tecnológica em uma determinada área está extremamente conectada com diversas outras áreas, desta forma, ampliando e aprofundando as inovações.

Palavras chave: Revolução Industrial, Tecnologias, Inovação.

Abstract

This research integrates studies and research conducted by the Study and Research Group on Processes and Operations Management. The research in Industry 4.0, the focus of this study, has been growing considerably in recent years, however, technologies and innovation are essential for the adoption of this type of industrial model. In this context, this research aims to carry out a theoretical framework based on the scientific literature specialized in Industria 4.0 and its technologies and innovations and, thus, present the evolution on the subject. The approach method adopted was qualitative. The research reported here is classified, as for the purposes, as explanatory and descriptive and, as for the means, as bibliographic. It was found in this study that Industry 4.0 offers solutions to many challenges today, such as urban mobility, energy efficiency, health care and industrial productivity. However, the transformations concerning industrial production are challenging due to the investment needed with technologies (physical; digital and; biological) and innovations. Therefore, this industrial model requires changes that happen quickly, broadly and profoundly, since a technological change in a given area is extremely connected with several other areas, thus expanding and deepening innovations.

Key-words: Industrial Revolution, Technologies, Innovation.



1. INTRODUÇÃO

A Indústria 4.0 é descrita por especialistas como o próximo modelo industrial, haja vista que esta é denominada pôr a quarta revolução industrial, fábricas inteligentes e manufatura avançada, como a digitalização da produção, que possibilitou a personalização da produção em massa caracterizada pela internet ubíqua e móvel, sensores menores e mais poderosos e a inteligência artificial (AIRES; MOREIRA; FREIRE, 2017).

Neste contexto, as organizações passam a caminhar em passos largos para o desenvolvimento do conhecimento aliado a inovação, sendo que a digitalização está cada vez mais frequente nas empresas e na vida das pessoas. Sua evolução oferece soluções para muitos desafios da atualidade, como a mobilidade urbana, eficiência energética, atendimento à saúde e produtividade industrial (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2016).

Desta forma, a indústria 4.0 tem como propósito a conexão de “máquinas, sistemas e pessoas ao processo produtivo”, de forma a criar “maior personalização de produtos, utilização mais eficiente de recursos, menor margem de erro, controle de matérias-primas, além de uma logística de distribuição melhorada” (FEIMEC, 2016, p. 4). A sintonia da relação homem-máquina permite ganhos em produtividade, qualidade e rentabilidade, aliando tecnologia avançada com a gestão e controle desempenhados pelo homem (MORAIS; MOURA; DENANI, 2018).

De maneira geral, a utilização integrada do conjunto de tecnologias digitais em atividades industriais, resultou no conceito de Indústria 4.0. Esse tipo de configuração da indústria está modificando a produção industrial com novos processos, produtos e modelos de negócios, tornando gradativamente obsoletos os sistemas convencionais de produção (CNI, 2017).

As transformações concernentes à produção industrial são desafiadoras. Países como os Estados Unidos, Alemanha e China ocupam uma posição de destaque nesse cenário. Essas nações têm investido na modernização de sua indústria para potencializar a produção industrial e disputar uma posição de liderança mundial. Assim, termos como Indústria 4.0 ou Manufatura Avançada é a cerne do momento (VERMULM, 2018).

As tecnologias envolvidas na Indústria 4.0 permearão em diversas áreas da economia, provocando múltiplas transformações econômicas e sociais (CNI, 2016). Assim, “os processos de produção tendem a se tornar cada vez mais eficientes, autônomos e customizáveis” (CARVALHO; DUARTE FILHO, 2018, p.39).

Nesta perspectiva, este estudo se enquadra na área de Gestão da Tecnologia, sendo esta uma das subáreas de Conhecimento da Engenharia de Produção, inte-



grante da Área denominada Engenharia Organizacional (ABEPRO, 2008).

Diante desses pressupostos, por se tratar de um tema recente, que cresce significativamente em todo o mundo, e que gera discussões entre muitos especialistas da atualidade, este estudo teve como objetivo realizar uma discussão teórico conceitual baseado na literatura científica especializada em Indústria 4.0 e suas tecnologias, e assim, apresentar a evolução sobre o tema.

O artigo encontra-se estruturado em cinco seções. Após a contextualização do tema e apresentação do objetivo da pesquisa, a metodologia da pesquisa é exposta. Na terceira seção, as discussões e resultados, ou seja, o referencial teórico referente a Industrial 4.0 são apresentados. Na quarta seção, as conclusões são expostas. E, por fim, as referências são listadas.

2. METODOLOGIA

O método de abordagem adotado nesta pesquisa foi o qualitativo, pela tentativa de uma compreensão detalhada dos significados e características situacionais apresentadas. Com relação ao tipo de pesquisa, esta se classifica de acordo com Vergara (2007) quanto a sua finalidade, como explicativa e descritiva e, quanto aos meios, como bibliográfica.

Descritiva por apresentar características da indústria 4.0, sem o compromisso de expor os fenômenos que a descreve. Explicativa, pois, teve como objetivo tornar o assunto intelegível e esclarecer quais fatores contribui para a discussão.

A pesquisa bibliográfica foi realizada para definir e caracterizar a indústria 4.0 e as principais tecnologias utilizadas. Foram pesquisados artigos, livros e reportagens sobre as tecnologias envolvidas, suas aplicações e implicações potenciais no setor industrial. Com esse tipo de pesquisa é possível fornecer instrumental analítico para outro tipo de pesquisa que verse sobre o mesmo tema.

Devido ao tema abordado ser considerado recente nos debates e aplicações, não se estabeleceu uma limitação temporal na revisão de literatura.



3. RESULTADOS

3.1 Indústria 4.0: uma abordagem teórico conceitual

A Revolução Industrial é o marco inicial das transformações ocorridas nas técnicas de produção e/ou gestão da produção, implantadas gradativamente com o surgimento de um novo tipo de organização, caracterizada como empresa industrial. Esse tipo de empresa, “proporcionou a substituição do processo de produção manual pelo processo de produção mecânica e fabril” (PEINADO; GRAEML, 2007). Historicamente, essa revolução é dividida em quatro fases, conforme Figura 1, sendo que indústria 4.0 é considerada a quarta fase.



Figura 1 - Evolução das revoluções industriais.
Fonte: FEIMEC (2016, p. 6)

A Figura 1 exemplifica os quatro estágios da revolução industrial, iniciando no final do século XVIII com a introdução das máquinas de vapor nos processos produtivos. No começo do século XX, surge a introdução das máquinas elétricas e o processo de produção em massa nas organizações. Na década de 70, o sistema produtivo passa a ser automatizado, e, por fim, temos nos dias atuais o surgimento da incorporação do sistema cyber-físico nas organizações integrando o processo produtivo.

Aproximadamente 200 anos desde a primeira Revolução Industrial, avanços tecnológicos estão alterando a organização econômica, política e social das sociedades ao redor do globo terrestre (MAGALHÃES; VENDRAMINI, 2018). Essas alterações são resultados da Quarta Revolução Industrial, também conhecida como Indústria 4.0.

A Indústria 4.0, Segundo Kagermann et al (2013) é a fase baseada no conceito de Sistemas cyber-físicos, ou seja, um sistema complexo que não conecta apenas as máquinas (como na terceira fase da revolução industrial), mas cria um network de máquinas, propriedades, ativos e sistemas de informações em toda a cadeia de valor e por todo o ciclo de vida do produto. Sensores e sistemas de controle permitem que as máquinas se mantenham conectadas à diversas plantas, redes,

transportadores, seres humanos etc.

3.1.1 Princípios para a Indústria 4.0

Para que haja a implantação e o desenvolvimento de um sistema de produção inteligente pautado na indústria 4.0, é necessária atenção em alguns princípios norteadores, tais como apresentados no Quadro 1.

Princípio	Descrição
Capacidade de operação em tempo real	Refere-se a aquisição e tratamento de dados praticamente instantânea, com tomada de decisões em tempo real.
Virtualização	Cópia virtual das fabricas inteligentes, com possibilidade de rastreabilidade e monitoramento remoto dos processos.
Descentralização	Tomada de decisões em tempo real por meio do sistema cyber físico conforme as necessidades da produção. As máquinas receberão comandos e poderão fornecer informações sobre seu ciclo de trabalho. Os módulos da fábrica inteligente trabalharão de forma descentralizada a fim de aprimorar os processos de produção.
Orientação a serviços	Utilização de arquiteturas de <i>software</i> orientadas a serviços aliado ao conceito de <i>Internet of Services</i> .
Modularidade	Produção conforme a demanda, acoplamento e desacoplamento de módulos na produção. O que oferece flexibilidade para alterar as tarefas das máquinas facilmente.

Quadro 1 - Princípios para a Indústria 4.0

Fonte: Adaptado a partir de Brettel e Rosenberg (2014 Apud Carvalho e Duarte Filho, 2018, p.40).

3.1.2 Tecnologias da Indústria 4.0

A Indústria 4.0 influencia significativamente o ambiente de produção com mudanças radicais na execução de operações (SANDERS; ELANGESWARAN; WULFSBERG, 2016), para a tal, está se utiliza de diversas tecnologias. Ou seja, é uma evolução dos sistemas produtivos industriais que “engloba as principais inovações tecnológicas dos campos de automação, controle e tecnologia da informação, aplicadas aos processos de manufatura” (LEE et al., 2015 Apud CARVALHO; DUARTE FILHO, 2018, p.39).

Essas inovações tecnológicas de forma geral são divididas em três sistemas conforme Schwab e Davis (2018), tais como: sistema digital (Internet das Coisas; Blockchain; Plataformas Digitais); sistema físico (Inteligência Artificial e Robótica; Materiais Modernos; Veículos Autônomos; Fabricação de Aditivos e Impressão Multidimensional (Impressão 3D)); sistema biológico (Biotecnologias; Neurotecnologias; Realidade Virtual e Aumentada); e de Integração do Ambiente (Captura, Armazenamento e Transmissão de Energia; Geoengenharia e Tecnologias Espaciais).

Assim, a Indústria 4.0 tem promovido a integração de sistemas ciberfísicos,



fundindo o real com o virtual e conectando sistemas digitais, físicos e biológicos, possibilitando a produção personalizada em massa (SCHWAB, 2016).

O Fim dos limites desses sistemas impulsiona a revolução, isto é, há uma convergência dessas tecnologias, gerando uma nova organização social (SCHWAB; DAVIS, 2018), além dos três sistemas estarem profundamente inter-relacionados e as tecnologias beneficiam-se uma das outras com base em descobertas e progressos realizados por cada um deles (SCHWAB, 2016).

3.1.2.1 Tecnologias do sistema Digital

Com o avanço das inovações tecnológicas, diversas são as tecnologias inseridas no sistema digital, porém as mais utilizadas são: internet das coisas; Blockchain; e Plataformas Digitais.

A globalização impulsionou a crescente utilização da internet como ferramenta de troca de informações. Admite-se de forma ilimitada a comunicação entre dispositivos, originando o que se caracterizou como Internet das Coisas (do inglês, Internet of Things - IoT) (CNI, 2016). A IoT nos sistemas produtivos, apresenta-se como um “ambiente onde todos os equipamentos e máquinas estão conectadas em redes e disponibilizando informações de forma única” (LEE et al., 2015 Apud CARVALHO; DUARTE FILHO, 2018, p. 39).

A IoT foi criada por Kevin Ashton em 1999 em uma apresentação que ele fez para falar sobre “soluções de automação envolvendo computação e autoidentificação de produtos de consumo”. No ano de 2000, Kevin Ashton, Sanjay Sarna e Kevin L. Brock delineararam algumas previsões para o futuro e disseram que as mercadorias teriam uma etiqueta de identificação por radiofrequência, ou seja, o RFID. Com isso, foi estabelecido o início de uma tecnologia útil para os processos logísticos, que atualmente estão presentes em muitas lojas e armazéns e é a base do que chamamos de IoT (SEIXAS; CASOTTI; MAIA, 2018).

A partir do estudo de RFID e com o avanço da Internet e da automação industrial, foi possível a criação e expansão da IoT. A IoT funciona utilizando os mesmos elementos da automação industrial. Basicamente, na IoT é escolhido um objeto. Para caracterizar o objeto como “coisa” é necessário identificá-lo com uma identidade única e exclusiva. Essa identidade única e exclusiva é possível com a utilização de tecnologias de identificação, tal como Identificação por rádio Frequência (RFID), o Data Matrix, o Código de Barras. Com a utilização da tecnologia de Identidade o objeto escolhido passa a não se “um objeto” e sim “o objeto”, ou seja, não será um carro, mais sim “o carro”.

Em relação a evolução da IoT, acredita-se segundo os especialistas (SINCLAIR, 2018; SEIXAS; CASOTI; MAIA, 2018) que até 2026 essa tecnologia atingirá a fase



de estabilização, momento que “a tecnologia passa a ser incorporada de forma natural pelas empresas”, com uma taxa regular de retorno e risco (SEIXAS; CASOTTI; MAIA, 2018).

Schwab e Davis (2018) mostra que a criação e utilização dessa tecnologia permanece exponencial e a previsão é que terão aproximadamente “1 bilhão de sensores conectados à internet até 2025”.

São muitos os benefícios da IoT, mais pode-se citar os seguintes (SEIXAS; CASOTTI; MAIA, 2018):

- a) Aumento da eficiência na utilização de recursos (Ex: Utilização de termostato Inteligente para controle de temperatura nos ambientes);
- b) Aumento da produtividade (Ex: Manutenção remota de carros);
- c) Melhoria na qualidade de vida e diagnóstico digital (Ex: Sensores de saúde, pressão, temperatura para acompanhamento de pacientes);
- d) Segurança na aviação (Ex: controle on-line de tudo que ocorre no avião para antecipar o monitoramento de problemas);
- e) Eficiência (Ex: Gestão da cadeia de suprimentos).

Embora haja uma alta perspectiva de benefícios da IoT será fundamental a necessidade de alguns cuidados, tais com: privacidade das informações; segurança das informações; aumento da demanda por armazenagem e largura de banda e; mudanças no mercado de trabalho (SEIXAS; CASOTTI; MAIA, 2018).

À medida que ocorre a evolução das tecnologias IoT na sociedade, será também necessário a promoção de soluções para proteção dos equipamentos e das pessoas “de uma falha virtual que possa causar um dano físico ou vice-versa (SEIXAS; CASOTTI; MAIA, 2018, p.62).

Atualmente há um incentivo por parte do Governo, bem como, do BNDES e do Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) em que foi criado um plano para o desenvolvimento de novos produtos utilizando a tecnologia IoT. Esse plano foi composto pelas etapas: formulação do plano de ação (já concluída) e pela etapa de suporte a implementação do plano de ação. Foi realizado um levantamento dos setores que haviam possibilidades de criação de novos produtos com a utilização de IoT, levantamento das principais barreiras (regulatórias, financeiras, tecnológicas ou de mão de obra), por fim, medidas para eliminação das barreiras (SEIXAS; CASOTTI; MAIA, 2018). A partir do estudo realizado pelo BNDS (2017) foram identificados 5 grupos denominados de “ambientes de aplicação”, que são considerados como prioritários. Esses grupos são (SEIXAS; CASOTTI; MAIA, 2018):



- a) Cidade: ambientes urbanos com serviços públicos;
- b) Saúde: hospitais e equipamentos de monitoramento remoto individual de pacientes;
- c) Rural: ambientes rurais com produção padronizadas agrícola ou pecuária;
- d) Indústria de base: construção; indústria pesada; mineração e óleo;
- e) Fábricas: Fábrica e ambientes de produção nos setores têxtil e automotivo.

A aplicação da IoT também ocorre em um número expressivo de dispositivos, como por exemplo, smartphones, veículos, eletrodomésticos, sistemas de iluminação) “capazes de se comunicarem uns com os outros e coletar dados do ambiente e dos usuários” e, quando interligados com outras tecnologias como big data e computação em nuvem, provavelmente conduzirão para a criação de novos modelos de negócios, alterando a forma como as empresas se relacionam com clientes e fornecedores (CNI, 2016).

“As primeiras quatro décadas da internet trouxe o e-mail, a rede de alcance global (Word Wide Web (www)), as mídias sociais, a internet móvel, a indústria de grandes bancos de dados (Big Data), a computação na nuvem” (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2016, p. 33). Essas inovações foram fundamentais para a redução de custos de busca, para a diminuição de barreiras de entradas das novas mídias e entretenimento, novas maneiras de varejo e organização do trabalho, de empreendimentos digitais e para colaboração e troca de informações.

Embora teve-se inúmeros avanços e mudanças positivas com a internet, ainda há limitação em relação a “estabelecer de forma confiável a identidade do outro para transacionar e trocar dinheiro sem validação de um terceiro, como um banco ou um governo” (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2016, p. 33). Esses intermediários podem invadir nossa privacidade para questões comerciais ou de cibercrime.

Em 1993, foi criado um sistema de pagamento digital de forma segura e anônima, porém os compradores online não se importavam com a privacidade e segurança, levando a empresa a falir no de 1998 (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2016).

Em 2008, foi delineado por Satoshi Nakamoto um “novo protocolo para um sistema ponto a ponto de dinheiro eletrônico usando uma criptomoeda (moeda digital) chamada de Bitcoin” (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2016, p.35).

As criptomoedas não são criadas ou controladas por países e o protocolo Blockchain estabelece um conjunto de regras na forma de cálculo distribuído assegurando a integridade dos dados trocados sem a necessidade de passar por uma terceira parte (Ex: bancos) (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2016). Nesse código inteligente as transações entre duas partes são autenticadas pela colaboração coletiva e ali-



mentada por interesses também coletivos, ao invés da presença de corporações que usam exclusivamente os lucros.

Os Blockchain são livros razão distribuídos globalmente, que permitem “enviar dinheiro de forma direta e com segurança, sem passar por um banco, uma empresa de cartão de crédito ou um PayPal” (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2016, p.36). Com o Blockchain cada indivíduo poderá realmente ser proprietário da sua identidade e conseqüentemente de seus dados pessoais e os usuários podem realizar transações, criar e trocar valor sem a necessidade de intermediários com papel de árbitros de dinheiro e da informação (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2016).

As plataformas digitais possibilitam a economia compartilhada, são essenciais em relação a utilização e reúne pessoas, ativos e dados e estabelecem uma maneira nova para o consumo de bens e serviços (SCHWAB, 2016).

Empresas de plataforma estão expandindo exponencialmente e entregando serviços que “vão desde a lavagem de roupas até compras, de tarefas domésticas a estacionamentos e outras”. Exemplos de empresas com plataformas são: Uber (maior empresa de táxi do mundo que não possui veículo); Facebook (Mídia mais popular do mundo que não cria conteúdo); Alibaba (varejista mais valioso que não possui estoque); Airbnb (maior provedor de hospedagem do mundo que não possui imóvel) (SCHWAB, 2016, p. 27-28).

Tropia, Silva e Dias (2017) consideram a Indústria 4.0 como uma interface entre o universo físico de produção e a conectividade em redes no ambiente virtual.

3.1.2.2 Tecnologias do sistema Físico

As tecnologias que se referem ao sistema físico mais comuns são: Inteligência Artificial e Robótica; Materiais Modernos; Veículos Autônomos e; Fabricação de Aditivos e Impressão Multidimensional (Impressão 3D).

A Inteligência Artificial (IA) é uma atividade que visa fazer com que as máquinas sejam inteligentes, com funcionalidade e capacidade de previsão em seu ambiente (NILS, 2010 Apud GABRIELLI; SILVA; MARQUESONE, 2018).

A IA passou por um grande período sem muitos resultados relevantes, no entanto, o término desse período foi ocasionado pelos seguintes fatores: crescimento do poder computacional, quantidade de informação disponível, desenvolvimento de algoritmos sofisticados (STONE et. al, 2016 Apud GABRIELLI; SILVA; MARQUESONE, 2018).

A IA tem aumentado cada vez mais as possibilidades de aplicações, tais como: o carro autônomo; sistemas de recomendações e identificação de doenças. Avan-

ços de pesquisas nessa área possibilitam o desenvolvimento de máquinas “capazes de aprender sem a necessidade de um guia ou de dados humanos, ou seja, máquinas capazes de aprender por meio da sua própria experiência” (GABRIELLI; SILVA; MARQUESONE, 2018).

A IA pode ser utilizada para “executar funções de interação e navegações complexas” em robôs voadores como drones, em robôs industriais como “aqueles que montam peças de carros sem a ajuda de seres humanos”, “robôs que dirigem sozinhos” como os veículos autônomos e os robôs humanoides que “atuam como assistentes pessoais” (SCHWAB; DAVIS, 2018, p. 179).

O mercado de robôs totalizou em 2015 aproximadamente 250.000 unidades, sendo a China o maior mercado com 25% desse total, seguido pela Coreia do Sul com 15%, o Japão com 14%, os Estados Unidos com 11% e a Alemanha com 8%. As indústrias automotivas e a eletroeletrônica são os maiores consumidores dessa tecnologia. A previsão é que nesse ano de 2019, esse mercado atinja aproximadamente 414.000 unidades de robôs (BARBOSA et al, 2018, p. 99).

Com relação aos materiais modernos que são tecnologias do sistema físico, pode se definir como “Descobrir novos materiais, substituir os que já existem até obter novas formas de manufatura, de maneira ágil, precisa e eficiente são as atividades que orientam essa evolução” (BARBOSA et al, 2018, p. 93-94).

Os novos materiais, em geral, são leves, fortes, recicláveis e adaptáveis. Esses estão sendo “aplicados para materiais inteligentes com autorreparação ou autolimpeza ou autolimpeza, metais com memória que retornam suas formas originais, cerâmicas e cristais que transformam pressão em energia e assim por diante” (SCHWAB, 2016, p. 25).

Concernente aos veículos autônomos, estes podem ser considerados como caminhões, drones, aviões e barcos que são conduzidos sem motoristas. “Conforme as tecnologias (os sensores e inteligência artificial) se desenvolvem, as capacidades de todas essas máquinas autônomas melhoram em ritmo acelerado” (SCHWAB, 2016, p. 24).

Outra tecnologia muito utilizada é a impressão 3D também chamada de Manufatura Aditiva (MA) consiste em “um conjunto de tecnologias que utiliza a deposição de camadas de materiais para formar objetos (BARBOSA et al, 2018, p.96).

O processo de impressão 3D é composto por três etapas: “a) modelagem tridimensional, por meio do software CAD 3D; b) transformação das informações em instruções enviadas para a impressora e c) desenvolvimento do modelo na forma de “pilhas muito finas” de camada, a partir das instruções recebidas do computador na impressora (BARBOSA et al, 2018, p.96).

Dentre as diversas vantagens que esse tipo de tecnologia apresenta pode-se



citar a possibilidade de se produzir “produtos de alta complexidade, como peças com geometria interna complexa e variação de densidade de material, que não podiam ser fabricadas pelos meios tradicionais”, a praticidade de fabricação, onde “em um único processo, é possível produzir uma peça sem a necessidade de usar diversos equipamentos, fato que reduz custos e tempo de produção”, a questão dos produtos poder ser customizados agregando valor dos produtos, por fim, a possibilidade de armazenamento e mobilidade na produção e transporte (BARBOSA et al, 2018, p. 96-97).

Embora haja inúmeras vantagens, ainda há alguns fatores impeditivos “para a utilização desta tecnologia em grande escala, tais como: preço; qualidade da peça na versão final; garantia de repetibilidade dos modelos impressos e; diversificação de materiais que podem ser utilizados, decorrentes das limitações dos equipamentos, que ainda não são capazes de imprimir uma maior variedade de materiais” (BARBOSA et al, 2018, p. 97).

3.1.2.3 Tecnologias do sistema Biológico

As biotecnologias vão modificar o futuro, e vão nos modificar, visto que as empresas estão desenvolvendo bactérias que produzirão de tudo: desde resinas até produtos de higiene pessoal, e cientistas chineses usaram a técnica CRISPR para combater o câncer (FERRAZ; SOARES; SANTOS, 2018).

Assim, esta tecnologia se difere das tecnologias digitais de três formas: A primeira é que ela provoca reações emotivas que diferem conforme as diferentes culturas. Em segundo momento, a biotecnologia é considerada menos previsível do que as tecnologias digitais, uma vez que ela trabalha com organismos vivos que dependem de redes metabólicas. As alterações realizadas em um organismo são bastante complexas de modelar. Por fim, a pesquisa em biotecnologia requer muito tempo de investigação até chegar ao mercado e conseqüentemente um alto custo (FERRAZ; SOARES; SANTOS, 2018).

Desta forma, a aplicação e gestão tecnologias classificadas nos sistemas (digital, físico e biológico) têm sido disseminadas em diversos processos industriais, por isso, deve-se desenvolver programas de treinamento e captura desses conhecimentos, dentro das empresas, que cooperem com a manutenção e obtenção do conhecimento (LAM et al.,2015).

3.3 Impactos da Indústria 4.0

Os impactos das tecnologias presentes na Indústria 4.0 podem ser tanto nos processos de produção como nos produtos, bem como, na empresa industrial ou na

cadeia produtiva que está inserida a empresa industrial (VERMULM, 2018).

Nos processos e produtos, os impactos diferenciam-se em relação a indústria ser de processos contínuos, como por exemplo, siderurgia e química ou discretos (por exemplo, indústria automotiva; de máquinas e equipamentos; de vestuário; de calçados). Para o primeiro caso, o Brasil apresenta-se como um país “entre aqueles que se encontram mais próximos da tendência mundial de produção, já com elevada automação eletrônica de processos de produção”. No segundo caso, o Brasil apresenta “empresas de diferentes tamanhos, com variada intensidade de capital e de escala de planta industrial”. “As cadeias produtivas destas indústrias geralmente são mais complexas e mais extensas, agregando um conjunto bastante diferenciado de fornecedores” (VERMULM, 2018, p. 7).

A flexibilidade da produção em processos discretos poderá ser ampliada com a digitalização. Com a utilização de sensores espalhados na planta industrial e as variáveis do processo de produção controladas automaticamente por unidades computacionais, é possível aumentar a eficiência dos processos produtivos (VERMULM, 2018).

Com base em um levantamento teórico sobre o impacto ocorrido nas organizações com a aplicação das tecnologias da Indústria 4.0, Carvalho e Duarte Filho (2018, p. 39) apresenta dentre outros, os seguintes benefícios: Redução de Custos; Economia de Energia; Aumento da Segurança; Conservação Ambiental; Redução de Erros; Fim do Desperdício; Transparência nos Negócios; Aumento da Qualidade de Vida; Personalização e Escala sem Precedentes.

4. CONCLUSÃO

A pesquisa bibliográfica, baseada no levantamento teórico sobre a 4ª Revolução Industrial conduzem a afirmar que os meios de inovação têm um papel decisivo no desenvolvimento global. Neste sentido, com essa pesquisa foi possível constatar a importância e potencialidade da Indústria 4.0, ou seja, das transformações que supõem essa nova revolução e que pode mudar as dimensões econômica e social das organizações.

A economia global caminha em uma nova fase caracterizada pela digitalização e conectividade. Neste sentido, entende-se que a tecnologia e informação atrelada a produção reforçam a importância de as organizações desenvolverem produtos, processos e serviços inteligentes e personalizados.

É possível concluir que as plataformas digitais, gerenciamento de informações, novas tecnologias, algoritmos avançados, entre outros mecanismos, permitem compartilhar informações e ampliar mercados. Assim, surge um novo modelo de negócio de colaboração entre empresas e pessoas.



Nos novos modelos de negócio, provocados com o advento das tecnologias (física; digital e; biológica) inseridas na 4ª Revolução Industrial, há mudanças sistêmicas ocorrendo tanto entre países e dentro deles, como na sociedade, nas organizações e na população. Essas mudanças acontecem de forma rápida, ampla e profunda, uma vez que uma mudança tecnológica em uma determinada área está extremamente conectada com diversas outras áreas, desta forma, ampliando e aprofundando as inovações.

Referências

AIRES, R. W. A.; MOREIRA, F. K.; FREIRE, P. S. **Indústria 4.0: desafios e tendências para a gestão do conhecimento**. SUCEG-Seminário de Universidade Corporativa e Escolas de Governo, v. 1, n. 1, p. 224-247, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ABEPRO. **Áreas e Sub-Áreas da Engenharia de Produção**. Acesso em 15 de Novembro de 2016. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/interna.asp?p=399&m=424s=1&c=362>>

BARBOSA, A. M.; AZEVEDO, F. G.; PINEDA, D. R.; CANATA, J. T.; CABRAL, A. C. D. Mundo Físico. In: SILVA, E. B.; SCOTON, M. L. R. P. D.; PEREIRA, S. L.; DIAS, E. M. Automação & Sociedade: **Quarta Revolução Industrial, um olhar para o Brasil**. Rio de Janeiro: BRASPORT, 2018.

CARVALHO, E. S. de S.; DUARTE FILHO, N. F. Proposta de um Sistema de Aprendizagem Móvel com foco nas Características e Aplicações Práticas da Indústria 4.0. **RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, n.º 27, 06, 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Desafios para a indústria 4.0 no Brasil**. Brasília: CNI, 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Oportunidades para a indústria 4.0: aspectos da demanda e oferta no Brasil**. Brasília: CNI, 2017.

FEIRA INTERNACIONAL DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS (FEIMEC). **Manufatura Avançada: tudo que você precisa saber sobre a 4ª Revolução Industrial e os desafios a serem enfrentados para sua implementação no Brasil**. De 03 a 07 de Maio, 2016.

FERRAZ, A.; SOARES, L.; SANTOS, G. R. dos. **Mundo Biológico**. In: SILVA, E. B.; SCOTON, M. L. R. P. D.; PEREIRA, S. L.; DIAS, E. M. Automação & Sociedade: **Quarta Revolução Industrial, um olhar para o Brasil**. Rio de Janeiro: BRASPORT, 2018.

GABRIELLI, L.; SILVA, R. B.; MARQUESONE, R. F. P. **Mundo Digital 3: Inteligência Artificial (IA)**. In: SILVA, Elcio B.; SCOTON, Maria L. R. P. D.; PEREIRA, Sergio L.; DIAS, Eduardo M. Automação & Sociedade: **Quarta Revolução Industrial, um olhar para o Brasil**. Rio de Janeiro: BRASPORT, 2018.

KAGERMANN, H. et al. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0. **Working Group**. Forschungsunion, 2013.

MAGALHÃES, R.; VENDRAMINI, A. **Os Impactos da Quarta Revolução Industrial**. GVEXECUTIVO, V 17, N 1, JAN/FEV, 2018.

MORAIS, M. O.; MOURA, I.; DENANI, A. L. A integração entre conhecimento, inovação e indústria 4.0 nas organizações/Integration between knowledge, innovation and industry 4.0 in organizations. **Brazilian Journal of Development**, v. 4, n. 7, p. 3716-3731, 2018.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba: UNICENP, 2007.



SANDERS, A.; ELANGESWARAN, C.; WULFSBERG, J. Industry 4.0 implies lean manufacturing: research activities in Industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 9, n. 3, p. 811-833, 2016.

SEIXAS, J. A.; CASOTTI, M. F.; MAIA, R. F. Mundo Digital 1: Internet das Coisas (IoT). In: SILVA, E. B.; SCOTON, M. L. R. P. D.; PEREIRA, S. L.; DIAS, E. M. **Automação & Sociedade: Quarta Revolução Industrial, um olhar para o Brasil**. Rio de Janeiro: BRASPORT, 2018.

SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: EDIPRO, 2016.

SCHWAB, K.; DAVIS, N. **Aplicando a Quarta Revolução Industrial**. Tradução de Daniel Moreira Miranda. São Paulo: EDIPRO, 2018.

SINCLAIR, Bruce. Como usar a Internet das Coisas para Alavancar seus Negócios. São Paulo: Autêntica Business, 2018.

TAPSCOTT, D.; TAPSCOTT, A. **Blockchain revolution: como a Tecnologia por trás do Bitcoin está mudando o dinheiro, os negócios e o mundo**. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2016.

TROPIA, C. E. Z.; SILVA, P. P.; DIAS, A. V. C. **Indústria 4.0: Uma Caracterização do Sistema de Produção**. In: CONGRESSO LATINO IBEROAMERICANO DE GESTION TECNOLÓGICA, 27, 2017. Anais... XVII ALTEC, México. De 16 a 18 de Outubro, 2017.

VERMULM, R. **Políticas para o Desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil**. Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IED). São Paulo, 2018.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de Pesquisa em Administração**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2007.



CAPÍTULO 5

GERENCIAMENTO DE ESTOQUE: IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIA EM UMA FÁBRICA DE VASSOURAS RECICLÁVEIS

STOCK MANAGEMENT: IMPLEMENTING CONTINUOUS IMPROVEMENT IN
A BROOM FACTORY OF RECYCLABLE PET

Ernando Peluso

Syntia Lemos Cotrim

Claudilaine Caldas de Oliveira

Rubya Vieira de Mello Campos

Edwin Vladimir Cardoza Galdamez

Resumo

A quantidade de material reciclável que é desperdiçado todos os anos fez com que aumentasse o número de empresas familiares a trabalhar com esses produtos, considerando o nicho de mercado, e fator sustentabilidade que vem sendo muito destacado atualmente. Porém, à falta de conscientização com relação ao descarte de material reciclável, como por exemplo, garrafas PET (Polietileno tereftalato), empresas que atuam neste ramo possuem dificuldades para conseguir a matéria-prima em condições aceitáveis para a produção. Sendo assim, o presente artigo propõe um método kanban para gerenciamento do estoque em uma pequena fábrica de vassouras recicláveis com fios de garrafa PET, a fim de manter o estoque com matéria-prima suficiente para suprir a demanda da empresa. Como forma de suprir a necessidade da principal matéria-prima, a garrafa PET, foi elaborado uma proposta para compra de garrafas a fim de não faltar matéria-prima para produção de fio, bem como formar parcerias com estabelecimentos que utilizam esse material diariamente e descartam erradamente esse material no lixo e estudo para controle sobre as matérias-primas mais significativas para a produção das vassouras utilizando o Sistema Kanban para gerenciamento do estoque. O modelo proposto para cálculo de estoque e Kanban pode ser aplicado a outros setores que possuem instabilidade para conseguir matéria-prima, como produção de leite e hortifrutí.

Palavras chave: Produtos recicláveis, Gerenciamento de estoques, Sistema Kanban.

Abstract

The amount of recyclable material that is wasted every year has led to an increase in the number of family businesses working with these products, considering the market niche, and the sustainability factor that is being highlighted today. However, due to the lack of awareness regarding the disposal of recyclable material, such as PET (Polyethylene terephthalate) bottles, companies operating in this field have difficulties in obtaining the raw material in acceptable conditions for production. Therefore, this article proposes a kanban method for managing inventory in a small recyclable broom factory with PET bottle filaments, in order to keep the stock with enough raw material to supply the company's demand. As a way to meet the need for the main raw material, the PET bottle, a proposal was made to purchase bottles in order to not lack raw material for yarn production, as well as forming partnerships with establishments that use this material daily and discard this material wrongly in the trash and studied to control the most significant raw materials for the production of brooms using the Kanban System for stock management. The proposed model for calculating inventory and Kanban can be applied to other sectors that have instability to obtain raw materials, such as milk and fruit and vegetable production.

Key-words: Recyclable products, Inventory management, Kanban system.



1. INTRODUÇÃO

Com a competitividade, as empresas estão cada vez mais preocupadas em atender de maneira satisfatória seus clientes, buscando aprimorar o gerenciamento de estoques, desta forma, o controle dos estoques passou a assumir um papel importante.

No que se refere a empresas que atuam no ramo de produtos recicláveis, cuja matéria-prima principal é provinda de materiais recicláveis, como a garrafa de Polietileno Tereftalato (PET), enfrentam dificuldades para conseguir a matéria-prima, haja vista que um dos motivos é à falta de conscientização sobre o descarte desse material, pois as garrafas para serem reutilizáveis devem apresentar ótimo estado de conservação, sem amassados ou avarias.

Neste contexto, as empresas que utilizam dessa matéria-prima devido a ausência, influencia negativamente a produção de seus produtos. Para que haja um controle maior sobre a quantidade de matéria-prima, resultando da coleta das garrafas PET, torna-se necessário um controle de estoque.

A gestão de estoque é um dos assuntos de maior relevância dentro das organizações, tanto de pequeno e grande porte, tendo em vista a quantidade de recursos financeiros que estão estocados. Para Dumas (2013) a administração dos materiais por meio da gestão de estoque deve-se assegurar o fornecimento de itens, a fim de otimizar o estoque juntamente com a maximização dos lucros, ou seja, manter em estoque apenas o necessário para suprir a demanda.

Ainda neste cenário, o gerenciamento de estoque ou de gestão de estoque define-se como o ato de controlar a quantidade a ser estocada, o período que se deve fazer uma nova compra, a organização dos produtos classificados por lote ou data, e a distribuição, identificação e classificação desses produtos, entre outros (MARTELI; DANDARO, 2015).

Uma das ferramentas mais conhecidas e com estudos aplicados e confirmados, é o Sistema *Kanban* aplicado com gerenciamento de estoque e melhoria contínua.

Peinado e Graeml (2007) descreveram um modelo de *Kanban*, o qual não reduz o nível de estoque necessariamente, porém garante um ambiente de produção mais adequado para esse controle e compressão das falhas, visto que o *kanban* é uma forma de gestão visual do seu estoque, facilitando assim, na decisão de produzir ou não certo produto.

Desta forma, visando a melhoria e controle do estoque da fábrica estudada, o presente estudo teve como objetivo propor um método *kanban* para gerenciamento do estoque em uma pequena fábrica de vassouras recicláveis, a fim de manter

o estoque com matéria-prima suficiente para suprir a demanda.

2. GESTÃO DE ESTOQUE

O estoque é todo material que ocupa um espaço físico dentro da organização aguardando a venda ou a produção, podendo estes serem: matéria-prima, produto semiacabado, produtos acabados e mercadorias de outros fornecedores (TÓFOLI, 2008).

A gestão de estoque está diretamente ligada a forma de administrar os recursos inativos que possuem valor financeiro na organização e que serão destinados futuramente para a produção, uma vez que este ato de gerir faz com que diminua a quantidade de materiais parados dentro das organizações e conseqüentemente diminua a perda de dinheiro da mesma (VENDRAME, 2008).

Para que seja possível ter um controle efetivo sobre o estoque, é necessário a utilização de ferramentas para aumentar o nível de confiabilidade, como por exemplo a curva ABC para identificação dos principais produtos da empresa, Sistema Kanban para controle de matéria-prima do estoque e o cálculo do estoque de segurança para saber a necessidade da quantidade de material que precisa ficar estocado.

O sistema de Custeio Baseado em Atividade (ABC), também conhecida como curva ABC consiste na assimilação e alocação correta dos custos de acordo com as atividades da empresa bem como aos serviços oferecidos aos clientes (QUELHAS, 2015), além de ser usada como ferramenta para controle e organização de estoque.

Dias (2011) complementa que a ferramenta também é utilizada para outras funções como definição de política de vendas, estabelecimento de propriedades, programação de produção e outros problemas dentro da organização.

A curva ABC é uma forma de classificar os itens de maior relevância dentro da organização, a fim de manter um controle de estoque para que não haja falta desses materiais dentro da produção (GONÇALVES, 2010).

De acordo com Loprete et al. (2009), o sistema, os estoques são classificados em três grupos, por ordem:

- Produtos A: constituídos de poucos itens (10 a 20% dos itens), exige maior investimento, demanda maior atenção. representa, em média, 60 a 80% do investimento em estoque;



- Produtos B: composto por um número médio de itens (20 a 30% dos itens) exige investimento elevado, porém menor que os produtos A e necessitam de conferência frequente. Representam, em média, 20 a 30% do investimento em estoque;
- Produtos C: constituído por um grande número de itens (50 a 70% dos itens) e de pequenos investimentos. Exige controle mais simples e representam, em média, 5 a 10% do investimento em estoque.

A análise ABC dos estoques é realizada de acordo com o custo unitário multiplicado pelo volume comprado, e permite a identificação do tratamento diferenciado de acordo com suas classes (MARTINS; CAMPOS, 2002).

No que se refere ao sistema de gestão à vista permite, aos diretos, colaboradores e demais envolvidos no processo, uma ampla visualização do andamento das atividades pré-estabelecidas, facilitando o acompanhamento da produção e nas tomadas de decisão (LINS; HOLANDA, 2011). Montwani (2003, p. 343) afirma que “a identificação visual é um dos elementos chave para o sucesso do Sistema Toyota de Produção, o qual é baseado na produção enxuta”.

Para Chiarini (2012) uma das ferramentas mais eficazes para manter o controle da produção e evitar desperdícios o *Kanban* é uma das mais eficazes. O nome *Kanban* se refere exatamente a cartões, objetos esses que irão ser utilizados para etiquetar os lotes que serão produzidos, a fim de manter um melhor controle dos inventários, matéria-prima e produtos acabados (MOUAKY et al., 2016).

Assim, o Sistema *Kanban* funciona como um ponto de abastecimento, no entanto esse ponto é identificado por cartões coloridos, bolas coloridas, ou seja, algum sinal luminoso.

Existe uma classificação para os tipos de *kanban* que devem seguir quatro variáveis: (1) uso de sinais para comunicação, (2) produção reduzida, (3) controle descentralizado e (4) trabalho em processo (LAGE, et al. 2010). Os autores ainda afirmam que será considerado um *Kanban* original caso o processo conte com pelo menos 3 dos 4 passos descritos acima.

Com relação ao estoque de segurança, para Peinado e Graeml (2007) tem como principal função conseguir suprir a variação e flutuação do mercado, neutralizando seus riscos. O estoque de segurança é de natureza probabilística, tendo em vista que afere quantitativamente o valor do estoque.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O objeto de estudo foi realizado em uma pequena fábrica de vassouras recicláveis. O portfólio de produtos fabricados conta com 11 produtos: vassouras, vassourão e rodinhos.

O método de abordagem utilizado para esta pesquisa foi o qualitativo-quantitativo. Em relação ao tipo de pesquisa, este é classificado conforme Vergara (2007) quanto aos fins e quanto aos meios. Quanto aos fins, este caracteriza-se como pesquisa exploratória e aplicada, e quanto aos meios como pesquisa de campo, pesquisa-ação e estudo caso.

Para realizar as atividades de estudo, pesquisa, aplicação, coleta de dados e acompanhamento dos resultados, elaborou-se a Figura 1 que representa o *framework* no qual o trabalho se baseou. Desta forma, para elaboração do *framework* foi utilizado o ciclo PDCA (do inglês, *Plan, Do, Check and Act*) para auxiliar na divisão das atividades em dois momentos: um de análise e outro do *gemba*, o qual representa o chão de fábrica da organização.

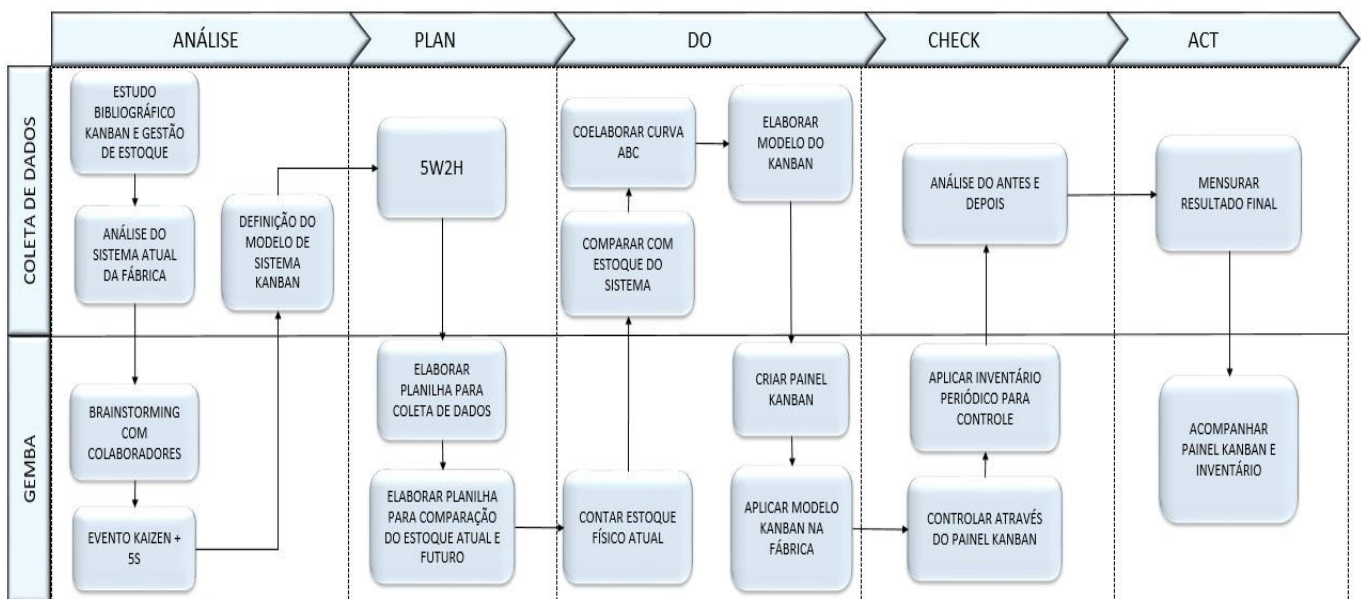


Figura 1 – Framework do Projeto

A etapa de análise é referente aos momentos em que foram realizados estudos sobre o tema, definição de pontos importantes, elaboração de ferramentas, comparações entre outros assuntos. Já a etapa do *gemba* é referente ao momento em que se foi até o chão de fábrica coletar informações, aplicar conceitos estudados na fase de análise, controlar os resultados obtidos e realizar melhorias ao fim do projeto.

O projeto foi definido para ser acompanhado pelo ciclo PDCA, para isso foi separado em etapas para elaboração da pesquisa, tais como:

- Análise: foi realizado um *brainstorming* com os colaboradores para entender melhor o funcionamento e controle do estoque da fábrica, assim foi neces-

sário realizar um evento Kaizen junto com a metodologia 5S para organizar a fábrica, separar estoque de insumos e de estoque de produtos acabados, alterando o layout e otimizando o processo da fábrica;

- b. *Plan*: nessa etapa de planejamento foram elaboradas planilhas para controlar o estoque durante o período da pesquisa, identificando assim, gargalos e propor melhorias;
- c. *Do*: esta etapa auxiliou na realização da coleta dos dados, como estoque físico atual para analisar qual matéria-prima estava em falta, prejudicando a produção. Também auxiliou na etapa de elaboração da curva ABC, ou seja, priorização as matérias-primas para realizar o controle pelo kanban, como também a elaboração do mesmo;
- d. *Check*: o controle do sistema aplicado foi controlado por meio do Painel Kanban, o qual irá demonstrar quando a fábrica necessita fabricar e pedir determinada matéria-prima ou fabricar o produto quando possível.

Para realização dos cálculos desse estudo, foram utilizados as equações (Eq.) do Quadro 1.

Objetivo	Fórmula	Equação
Cálculo do Estoque de Segurança	$ES = Z * D * \sigma_{TR}$	1
Cálculo da quantidade mínima de carretel	$Qtde\ de\ carretel\ (kg) = \frac{(peso\ do\ fio\ por\ vassoura \times\ demanda\ semanal)}{1000kg}$	2
Cálculo da quantidade mínima de tufos	$Qtde\ tufos = qtde\ de\ tufo\ por\ item \times\ demanda\ do\ item$	3
Cálculo da quantidade mínima de cepas	$Qtde\ cepa = demanda\ do\ item$	4
Cálculo da quantidade de cartões (contenedores) - Kanban	$N^{\circ}K = \frac{DxTR}{Q/K} + 1 + \frac{ES}{Q/K}$	5
Cálculo da quantidade do ponto de ressuprimento	$PR = (N^{\circ}K - 1)xQ/K$	6

Quadro 1- Equações para cálculo do estoque de segurança

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fábrica estudada conta com um leque de variados produtos, porém, o processo produtivo não varia muito, haja vista que são realizados alguns ajustes em determinados processos para modificação e produção dos diferentes produtos. A Figura 2 representa-se um exemplo de Vassoura e do Vassourão que são produzidos pela empresa estudada.





Figura 2 – Modelo de vassoura e vassourão produzidos pela Fábrica estudada
Fonte: Fábrica estudada (2020)

4.1 Caracterização do setor de estoque de matéria-prima

Atualmente a fábrica conta com três tipos de estoque: matéria-prima, produto acabado e produtos de revenda. Para uma melhor análise, este estudo foi realizado apenas com o estoque das matérias-primas, tais como: carretel de fio, tufos e cepas. Visto que, a ausência desses devido a dificuldade de encontrar garrafa PET em ótimo estado de conservação faz com que a produção fique parada, deixando seus funcionários e máquinas ociosas, além de atrasos na entrega. Na Tabela 1 é apresentado o estoque atual de carretéis de fio.

Carretel	Branco (kg)	Verde (kg)
Fio Fino	21,5	7,2
Fio Grosso	0	0

Tabela 1 - Estoque de carretéis de fio

A partir desses resultados observou-se que a empresa consegue comprar carretéis, porém ainda falta melhorar os processos para que não falte, tendo em vista a instabilidade que a empresa passa para conseguir esse material, pois com a demanda da empresa essa quantidade em estoque é baixa e a fábrica corre risco de ficar parada.

A Tabela 2 demonstra o estoque atual de tufos, sendo o estoque muito baixo, não sendo suficiente para produzir o vassourão, o qual tem uma demanda grande de vendas.

Tufo	Branco (unid)	Verde (unid)
Fio fino – Varre Muito Mais e Super	3350	4850
Fio grosso - Vassourão	0	0

Tabela 2 – Estoque de tufos

Com o estoque atual de tufo de fio fino (Tabela 2) é possível produzir 72 vassouras Varre Muito Mais ou 93 vassouras Super.

Com relação ao estoque de cepas (Tabela 3) mostra que o estoque está alto, porém o custo benefício no momento da compra compensa deixar quantidade a mais do que a necessária na fábrica.

Cepa	Quantidade (unid)
Varre Muito Mais	360
Super	720
Vassourão	360

Tabela 3 – Estoque de cepas

Entretanto, pode-se verificar que a ausência de matéria-prima é decorrente, principalmente, por seus produtos serem fabricados por fornecedores em parceiras, ou seja, identificado na fabricação dos fios a falta de garrafa PET, matéria-prima principal.

Tendo em vista a ausência de matéria-prima, realizou-se um planejamento, nesta etapa é importante conscientizar a diretoria e os colaboradores da importância das melhorias na fábrica, ou seja, porque deve-se mudar algo que está daquele jeito a tanto tempo. Para isso é necessário criar uma cultura que deve começar pela alta direção.

Sendo assim, por meio do 5W2H, foi demonstrado como seria realizado a mudança. O Quadro 2 mostra o planejamento utilizando o 5W2H.

5W2H	
Objetivo: Implementar Sistema <i>Kanban</i> e facilitar o entendimento para os colaboradores de uma fábrica de vassouras recicláveis	
Passos	Atividades
<i>What?</i> – O que fazer?	Implementação de um Sistema <i>Kanban</i> para controle e gerenciamento do estoque de matéria-prima
<i>Where?</i> – Onde fazer?	Nova Atitude através de um painel visual. Será realizada nos itens: Carretel, tufo e cepas
<i>Why?</i> – Por que fazer?	Para manter um controle dos itens a fim de não deixar faltar e não parar a produção de vassouras
<i>When?</i> – Quando fazer?	O sistema será implantado após a aprovação junto com os pesquisadores e a diretoria da empresa
<i>Who?</i> – Quem irá fazer?	O responsável pela implantação será o pesquisador, junto com o administrativo que irá dar continuidade no controle do estoque
<i>How?</i> – Como irá fazer?	Estudo sobre a necessidade; Análise do estoque atual; Definição do modelo <i>Kanban</i> ; Confecção do painel e cartões <i>Kanban</i> ; Instrução para os colaboradores; Implantação; Acompanhamento
<i>How much?</i> – Quanto irá custar?	O custo será apenas do painel <i>Kanban</i> – orçado em torno de R\$ 100,00

Quadro 2 – 5W2H do Projeto



4.2 Implantação

Para implantar o sistema Kanban primeiramente foi necessário uma análise dos processos de produção para identificar as melhorias. O primeiro passo foi a realização de um *brainstorming* com os colaboradores para identificar as necessidades atuais dos mesmos, quais eram as maiores dificuldades em relação a falta de matéria-prima para produção de vassouras e vassourões.

Assim, elaborou-se um mapeamento e observação para o entendimento do funcionamento da compra das matérias-primas e identificar o gargalo da ausência das mesmas. Além disso, para análise foi realizado um evento *Kaizen* junto com a metodologia 5S para melhoria dos espaços da fábrica, tendo em vista que os estoques não estavam identificados, dificultando a identificação dos mesmos e atrasando o processo como um todo.

Finalizando a parte de análise, foi definido o modelo de Sistema *Kanban* adotado, este foi adaptado para estoque de matéria-prima tendo em vista que este sistema foi elaborado para controlar estoque de produção e movimentação.

Antes de solucionar o problema da gestão de estoque foi necessário pensar em como manter um estoque dentro da empresa, ou seja, é necessário que chegue até a fábrica o material solicitado, o que muitas vezes não ocorre devido a fatores externos de seus fornecedores. O produto que causa a parada da fábrica é o carretel de fio, pois sem ele não é possível fazer os tufos e sem os tufos não utilizam as cepas e assim não produz a vassoura.

Para solucionar esse problema algumas soluções foram levantadas, além do 5W2H, como:

- Parceria com empresas de eventos – coletar as garrafas PETs e disponibilizar para a nova atitude coletá-las;
- Parceria com pizzarias e restaurantes que utilizam as garrafas em seu estabelecimento;
- Inserir pontos de coletas de garrafas em locais estratégicos, recolhendo as garrafas toda semana;
- Propor para cooperativas a venda para a empresa de garrafas em perfeito estado.

A compra em cooperativas, caso as mesmas pudessem disponibilizar material sem avarias como amassados, possibilitaria a fábrica trabalhar com a certeza de que sua principal matéria-prima para produção dos fios não faltaria.

Diante do exposto, para priorização das matérias-primas e o controle pelo



kanban, elaborou-se a curva ABC com os cálculos de projeção de demanda mensal de 1000 produto acabado, conforme Tabela 4.

Produto	Demanda mensal	%	% Acumulada	Classificação
Vassourão 40cm	499	49,90	49,90	
Varre Muito Mais	135	13,50	63,40	A
Super	123	12,30	75,70	
Varre Mais	82	8,20	83,90	
Industrial	75	7,50	91,40	
Vassourão de 60cm	40	4,00	95,40	B
Vassourão Curto	21	2,10	97,50	
Anatômica	13	1,30	98,80	
Esfregão Lava Mais				
Vassourão quadra de tênis de saibro	12	1,20	100,00	C
Escova Especial				
TOTAL	1000	100	100	

Tabela 4 – Classificação ABC dos produtos

Sendo assim, o foco deste estudo são os produtos classificados em A: Vassourão 40cm, vassoura Varre Muito Mais e vassoura Super, visto que as demandas desses três produtos representam aproximadamente 76% da produção total da fábrica, uma vez que é crítico a ausências dessas matéria-primas na produção.

4.3 Cálculo do Estoque de Segurança

Para efetuar o cálculo do estoque de segurança utilizou-se a Eq. 1. Para isso necessitou-se de duas informações: demanda média (Tabela 4) e tempo de entrega de cada matéria-prima, exposto na Tabela 5.

Matéria-Prima	Tempo de Ressuprimento (dias)
Cepa	4
Carretel de fio	7
Tufos	7

Tabela 5 – Tempo de entrega das matérias-primas

O tempo de entrega dos fornecedores são fixos, ou seja, a fábrica consegue trabalhar com dado confiável na entrega de produtos.

A Tabela 6 apresenta a quantidade de matéria-prima necessária para cada tipo de produto estudado.

	Vassourão	Varre Muito Mais	Super
Cepa	1	1	1
Tufo Fio Fino Branco	-	46 (121,9g)	36 (95,4g)
Tufo Fio Fino Verde	-	52 (137,8g)	42 (111,3g)
Tufo Fio Grosso Branco ou Verde	46 (353g)	-	-

Tabela 6 – Quantidade de matéria-prima necessária para cada para tipo produto

Cada carretel de fio grosso utilizado no Vassourão, que chega na empresa pesa em média 3,6kg e o carretel de fio fino, utilizado nas Vassouras Varre Muito Mais e Super, tem em média 4,3kg.

Na Tabela 7 é representado o cálculo da demanda média semanal e diária de cada item estudado, para facilitar na realização dos cálculos.

Item	Demanda mensal	Demanda semanal	Demanda diária
Vassourão 40cm	499	125	25
Varre Muito Mais	135	34	6,8
Super	123	31	6,2

Tabela 7 – Demanda mensal, semanal e diária dos itens

Para realizar o cálculo do estoque de segurança foram utilizados as equações 1, 2, 3 e 4 (Quadro 1), na qual as equações 2, 3 e 4 calculou-se a quantidade mínima de cada matéria-prima por semana e diária.

Para o cálculo da quantidade mínima de carretel por semana (Tabela 8) para suprir a demanda usou-se a Equação 2.

	Fio fino branco (kg)	Fio fino verde (kg)	Fio grosso branco (Kg)	Fio grosso verde (kg)
Vassourão	-	-	22,06	22,06
Varre muito mais	4,15	4,68	-	-
Super	2,96	3,45	-	-
TOTAL	7,11	8,13	22,06	22,06

Tabela 8 – Quantidade necessária de carretel em kg/semana

Para o cálculo da quantidade mínima de tufos usou-se a Equação 3, resultados apresentados na Tabela 9.

	Fio fino branco	Fio fino verde	Fio grosso branco	Fio grosso verde
Vassourão	-	-	2875	28875
Varre muito mais	1564	1768	-	-

Super	1116	1302	-	-
TOTAL	2680	3070	2875	2875

Tabela 9 – Quantidade necessária de tufos por semana

4. Para o cálculo da quantidade mínima de cepas (Tabela 10) usou-se a Equação

	Cepa Total (unid)
Vassourão	125
Varre muito mais	34
Super	31

Tabela 10 – Quantidade de cepa necessária para suprir a demanda por semana

Calculado a quantidade mínima de cada matéria-prima por semana, apresentados nas tabelas 8, 9 e 10, foi necessário fazer uma divisão por cinco para identificar a quantidade mínima de cada produto por dia. Com esse raciocínio para os cálculos, pode-se obter o estoque de segurança (Equação 1) de todos os itens demonstrados nas Tabelas 11, 12 e 13, utilizando o tempo de ressuprimento de 7 dias.

	Fio fino branco	Fio fino verde	Fio grosso branco	Fio grosso verde
TOTAL	10 kg	12 kg	31 kg	31 kg

Tabela 11 – Estoque de segurança dos carretéis

Comparando os resultados obtidos com os atuais, o estoque atual está muito distante de ser o ideal. Analisando a Tabela 1 percebe-se a discrepância entre a quantidade que deveria ter em estoque para não parar a produção com o que se tem atualmente, principalmente quando se refere a fio grosso para produção dos vassourões.

	Fio fino branco	Fio fino verde	Fio grosso branco	Fio grosso verde
TOTAL	3752	4298	4025	4025

Tabela 12 – Estoque de segurança dos tufos

A quantidade de fio fino atual no estoque (Tabela 2) da fábrica está quase em seu limite, visto que a ausência de carretel de fio grosso, assim não se tem nenhum tufo de fio grosso na fábrica, entretanto a produção de vassourões fica estagnada.

Produto	Cepa
Vassourão	100
Varre muito mais	28
Super	28

Tabela 13 – Estoque de segurança das cepas

Comparando as Tabelas 13 e 3 percebe-se que a quantidade atual na fábrica

é superior com a quantidade mínima. Porém, esse valor se dá pelo baixo custo no momento do pedido das cepas. Sendo assim, a quantidade na fábrica será sempre maior que o estoque de segurança.

4.4 Sistema Kanban

Para definir o tamanho do lote de cada cartão, foi realizado a partir da análise da capacidade de armazenamento de cada material dentro da fábrica. Para demonstrar o raciocínio desse cálculo, apresenta-se o cálculo da quantidade de contenedores para os Carretéis de Fio Fino Verde como demonstração.

$$D = 1,63\text{kg/dia}$$

$$TR = 7 \text{ dias}$$

$$Q/K = 4\text{kg}$$

$$ES = 11,41$$

Utilizando a Equação 5, tem-se que: **NºK = 6,85 7 Contenedores.**

Sendo assim, foi possível calcular o Ponto de Ressuprimento (PR), utilizando a Equação 6: **PR = 24kg**

A quantidade de cores “verde – estoque correto”, “amarela – fazer pedido” e “vermelha – Urgência no pedido”, foram definidas levando em consideração o ponto de ressuprimento calculado, ou seja, o primeiro cartão amarelo, fazer pedido, representa o valor do ponto de ressuprimento, portanto quando chegar no primeiro cartão amarelo deve-se realizar o pedido para que a matéria-prima chegue a tempo de o estoque não zerar.

Neste contexto, definiu-se que o painel *kanban* ilustrado na Figura 3, na qual os números dentro dos cartões representam o tamanho dos lotes, sendo que:

Carretel:

FFV: 4kg por cartão / FFB: 5kg por cartão / FGB: 10kg por cartão / FGV: 10kg por cartão



No tufo (cada tufo do cartão conta com 50 unidades de tufos)

FFV: 20 tufos (20x50) por cartão / FFB: 20 tufos / FGV: 20 tufos / FGB: 20 tufos



Cepas:

Vassourão: 50 cepas por cartão / Varre Muito Mais: 10 cepas por cartão / Super: 10 cepas.

CARRETEL DE FIO				TUFO DE FIO				CEPA		
FFV	FFB	FGV	FGB	FFV	FFB	FGV	FGB	Vassourão	Varre muito mais	Super
4	5	10	10	20	20	20	20	50	10	10
4	5	10	10	20	20	20	20	50	10	10
4	5	10	10	20	20	20	20	50	10	10
4	5	10	10	20	20	20	20	50	10	10
4	5	10	10	20	20	20	20	50	10	10
4		10	10	20	20	20	20		10	10
4		10	10	20	20	20	20		10	10
			10	20	20	20	20			
			10	20	20	20	20			
				20						

Figura 3 – Painel *kanban*

Onde as siglas do painel significam:

FFV: Fio Fino Verde

FFB: Fio Fino Branco

FGV: Fio Grosso Verde

FGB: Fio Grosso Branco

Definido a quantidade de cartões e o tamanho dos lotes foi criado os cartões *Kanban* de identificação. Esses cartões são responsáveis pela visualização do estoque, pois por meio do nível dos cartões, o colaborador identificará quando fazer pedido de novos materiais e quanto tempo o estoque ainda irá aguentar. A Figura 4 representa um modelo do cartão do ponto de pedido.

PONTO DE PEDIDO	
CÓD DO ITEM: CFFV	
DESCRIÇÃO	
Tamanho do lote	4 kg
Material:	Carretel
Espessura fio	Fio fino
Cor:	Verde

Figura 4 – Cartão do ponto de pedido

Com o painel *Kanban* devidamente instalado, os funcionários conscientizados sobre a aplicação e treinados, a fase de implementação se finaliza.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do estudo apontam que o controle de estoques da fábrica estudada necessita de maior atenção, assim com a implantação do Sistema Kanban o sistema de controle de estoques proporcionará otimização do gerenciamento no controle, visto que com a implementação verificou-se a melhoria na produtividade da fábrica, tendo em vista que gerenciamento do estoque reduzirá a ausência de matéria-prima para produção de vassouras e vassourões.

Assim, a ociosidade dos colaboradores reduziram, podendo aumentar a produção após obter o estoque controlado e garantindo as matéria-primas necessárias.

Entretanto, com a implementação do sistema *Kanban* juntamente com o cálculo do estoque de segurança e outras atividades para melhorar a gestão do estoque, verifica-se a necessidade de realizar um acompanhamento, tendo em vista que a mudança de cultura por parte dos colaboradores é de extrema importância para que se cumpra corretamente as atividades e realmente seja efetivado o modelo de gestão de estoque.

Como análises futuras, sugere-se a necessidade de auditorias e controle das planilhas para que se torne uma ação rotineira e levantamento dos dados quantitativos para análise da eficácia do processo implementado.

Referências

- CHIARINI A. **Lean Organization: from the Tools of the Toyota Production System to Lean Office: From the Tools of the Toyota Production System to Lean Office**. Springer. 2012
- DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de materiais: princípios, conceitos e gestão**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- DUMAS, A.C.G. et al. **Administração de materiais: um planejamento indispensável**. Revistas Científicas eletrônicas-FAEF. São Paulo, 2013.
- GONÇALVES, Paulo Sergio. **Administração de materiais**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- LAGE, M; FILHO, G; JUNIOR, M. **Variations of the Kanban system: Literature review and classification**. International Journal of Production Economics, 2010.
- LINS, N. V. M.; HOLANDA, M. S. **Proposta de Gestão Visual da Produção Naval em Estaleiros**. XXII COPINAVAL. Congresso Panamericano de Engenharia Naval, Transporte Marítimo e Portuária. Buenos Aires, AR, 2011.
- LOPRETE, D., PARINO, L., PACHECO, L.F., PEREIRA, L. H.B., VENDRAME, F. **Gestão de Estoque e a Importância da Curva ABC**. 2009. Disponível em: <<http://www.unisaesiano.edu.br/encontro2009/trabalho/aceitos/CC35509178809.pdf>>. Acesso em: 05 de maio de 2020.
- MARTINS, P.G; CAMPOS, P.R. **Administração Dos Materiais E Recursos Patrimoniais**. 2,ed. São Paulo, Brasil: Saraiva, 2002.



MARTELI, L.L. DANDARO, f. **Planejamento e Controle de Estoque nas Organizações**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR. Campus ponta grossa- PR Brasil. Ponta Grossa, Paraná, Brasil, 2015.

MOTWANI, J. **A Business process change framework for examining lean manufacturing: a case study**. *Industrial Management & Data Systems*, v. 103, n. 5, p. 343, 2003.

MOUAKY M, BERRADO A, BENABBOU L. **A Kanban based system for multi-echelon inventory management: The case of pharmaceutical supply chain**, in *Logistics Operations Management (GOL)*, 2016 3rd International Conference on. IEEE: 2016.

PEINADO, J., GRAEML, R.A., **Administração da Produção – Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba, 2007.

QUELHAS, F. **Análise e operação de sistemas logísticos**. Congresso nacional de Gestão em Produção. 11,2015. ISSN 1984-9354, 2015.

TOFOLI, I; **Administração Financeira Empresarial: Uma tratativa prática**. Lins, Arte Brasil, 2008, 191 p.

VENDRAME, F. C. **Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais**, 2008, 66 p. Apostila da Disciplina de Administração, Faculdades Salesianas de Lins.

VERGARA, S.C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 9.ed. São Paulo, Brasil: Atlas, 2007.





CAPÍTULO 6

BLOCKCHAIN APPLIED TO SUPPLY CHAIN: A BIBLIOMETRIC STUDY

Bruno Sales Salvador
Alexandre Tadeu Simon

Abstract

The emergent technologies are pushing companies to a new digital era. Among the most promising technologies, blockchain emerged as a way to ensure security for cryptocurrencies. However, its potential has overcome barriers and among several possibilities of application there is the supply chain. Applying blockchain to the supply chain is promising as it can bring benefits to everyone involved in the chain. It is possible by establishing trust between the parties, providing security, transparency, traceability and authenticity of information. Although promising, this application is still at an early stage, so this article aims to shed light on the current trends in the literature. Through a bibliometric study, this article identifies how recent studies published on the issue are, as well as how researchers and research institutes are dispersed around the world. The conclusion is that the topic has attracted recent interest from scholars, with studies dispersed in several universities and countries around the world, showing a clear trend of growth. It was also identified that it still has few papers with many citations or with a high impact factor. The most influential papers are related to blockchain with security or sustainability.

Key-words: Blockchain, Supply Chain, Bibliometrics.



1. INTRODUCTION

The development of new technologies, many associated with Industry 4.0, is pushing the companies to adopt them, bringing disruptions, in a new digital era. In the supply chain field, it is not different, what brings the possibility of development of new business innovation models. Among the technologies, one of the most promising is blockchain, which first appeared based on the bitcoin (NAKAMOTO, 2008).

The blockchain is a decentralized distributed accounting and data storage technology (GROMOV; LAMMI, 2017). In other words, this technology can be defined as a distributed ledger database for recording transactions between parties verifiably and permanently. (PERBOLI; MUSSO; ROSANO, 2018). The great advantage is that this technology works as a distributed and immutable ledger that holds a permanent record of transactional data, which is managed by the peers in the network, eliminating the middleman (HARSHAVARDHAN REDDY; ARAVIND REDDY; SASHI REKHA, 2019).

Another great promising potential of using blockchain is the possibility to change the way traceability is conducted in all sectors where technology can be used. Thus, the use of blockchain technology may be an excellent solution to ensure reliability, transparency and security (FIGORILLI; et al., 2018). Moreover, this technology has potential as instrument to overcome collaboration and trust issues in a supply chain, as well as it increases the supply chain performance, through minimizing negative consequences of information asymmetry and discouraging companies from misconduct, such as counterfeiting data or low data accuracy (LONGO et al., 2019).

The use of blockchain based on supply chain management allows the creation of shared, secure, decentralized ledgers, autonomous digital contracts (smart contracts), trustworthy and secure networks (SABERI; KOUHIZADEH; SARKIS, 2019). The supply chain industry might be transformed by the blockchain capability to offer secure, automated, anonymous, persistent, audible, and decentralized supply chain (JAMIL; HANG; KIM; KIM, 2019).

Due to the innovative and recent nature of the issue, this paper aims to shed light on the current trends in the literature regarding blockchain applied to supply chain. It basically seeks to identify the main authors, researches, trends and countries that relate the theme in the last 5 years. This paper aims to shed light on what the academic community published regarding blockchain applied to supply chain, highlighting authors, researches, trends and countries involved in this topic. For that, a field study was developed.



2. LITERATURE REVIEW

2.1. Blockchain

Blockchain technology has emerged to support the cryptocurrency as a trustworthy distributed ledger. The core belief is replicating and sharing data between peer to peer network, what enables to transfer digital currencies directly without a third part (SAKAMOTO, 2008). The blockchain is a chain of chronological blocks, where each block is identifying by its hash value and links to the previous block by referencing the hash of the previous block (ROUHANI; DETERS, 2019).

The technology has appeared as a hopeful way to guarantee trust between different parties. Through this, it is possible to establish a secure communication paradigm, where data integrity and immutability can be ensured (JUMA; SHAALAN; KAMEL, 2019). The characteristic of being a decentralized distributed accounting and a data security storage technology, enables to resolve the business fraud problem and also provides more accurate decision information basis for each business section (GROMOV; LAMMI, 2017).

The adoption of blockchain technology may be an excellent solution to ensure reliability, transparency and security in other fields. blockchain helps to increase the profits and ensures in real time the authenticity of the product, providing accurate product information to customers and peers, what is possible through the tracking of the product back and forth across the chain (HARSHAVARDHAN REDDY; ARAVIND REDDY; SASHI REKHA, 2019). Indeed, these inherited features enhance blockchain as a suitable technology to optimize the adopted processing model in several domains, such as health, trade supply chain and food safety (JUMA; SHAALAN; KAMEL, 2019).

The application of blockchain contributes to an efficient use of resources, allowing a drop on products and services costs. Furthermore, even if blockchain seems to suffer from technical limitations and a lack of practical applications so far, the possibilities offered by blockchain systems are surely an interesting and potential area of research. Although some experts consider that there is an inflated expectation about the blockchain application in industry, the technology is still in the early stages of commercialization and many others experts believe that there is a promising future for the application of this technology across industry (POURNADER et al. 2019).

2.2. Supply Chain and Blockchain Integration

The Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP) defines "Su-



supply chain management as encompasses the planning and management of all activities involved in sourcing and procurement, conversion, and all logistics management activities. Importantly, it also includes coordination and collaboration with channel partners, which can be suppliers, intermediaries, third party service providers, and customers. In essence, supply chain management integrates supply and demand management within and across companies” (CSCMP, 2020).

The issue is relevant for companies due to its scope and since the market competition became among supply chains. The material and information flow are under responsibility of all those involved in the chain, and its efficiently control becomes important success factor. Thus, the supply chain strategy is the company operational integration with customers and supplies, in order to obtain competitive advantage (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2006).

The company strategic integration in a supply chain needs a good data control. A large number of organizations consider for their performance information accuracy as a crucial factor. Usually, companies seek to build trusty by establishing a lasting relationship with their supply chain partners or through mutual investments in the supply chain (WANG et al., 2019). However, in many cases, they do not trust each other and several companies are averse in providing or using information from their partners. Despite the possibility to have access to the supply chain partners’ data, there is a problem of trust and it happens because they might mislead with inaccurate, wrong or counterfeit information that does not reflect the real data (LONGO et al., 2019).

The challenge is finding a manner to share information in a secure way, what enables any time, to check authenticity, origin and integrity of data, ensuring the possibility of making trustworthy plans. In this regard, blockchain technology is a very suitable solution to these concerns since it offer an unique and immutable record of data that can be viewed by anyone who has the permission (LONGO et al., 2019). Recently, the attention of researchers moved to the application of the blockchain technologies to supply chain, thanks to its capability of ensuring data immutability and public accessibility as well as increasing the efficiency, reliability, and transparency of the overall supply chain (PERBOLI; MUSSO; ROSANO, 2018).

The first step to apply blockchain technology to the supply chain is including all actors involved. The correct implementation must start from an analysis of the requirements and objectives originating from different actors, considering the economic side and the customer satisfaction, aiming to create a business model capable of highlighting the returns of this solution (PERBOLI; MUSSO; ROSANO, 2018). If well implemented, the technology improves the quantity, quality and access to information, just as it might assure tracking and traceability across the supply chain. Moreover, it offers at a given instance of time, a transparent data or information. All these advantages help to reduce fraud and errors, mitigate risks and provide data transparency and privacy (VINAY REDDY, 2019).



A positive example to illustrate the practical application of blockchain to supply chain is brought by Mondal et al. (2019), who integrated to food packages a sensing device with identification with a small footprint for tracking and quality monitoring. In retailers, logistics, or storage stage within the supply chain, when the food packages are scanned, the real time sensor data is updated in a blockchain providing a tamper-proof digital history. Therefore, any actor in the chain can access the public ledger to obtain information regarding the product. Moreover, in order to obtain more information, sensors for moisture, light, or specific volatiles could be also integrated depending on the packaged food and sensing parameters of interest. (MONDAL et al., 2019).

A well employed contribution from this context is in relation to the circular economy, that seeks to maximize the product life cycle. If the main benefits of blockchain applied throughout the entire chain, include transparency, decentralization and secure transaction process, besides being able to generate resources, reduce costs, improve efficiency and responsiveness, then these features might promote sustainable economic, social and environmental influences in the circular economy (KOUHIZADEH; ZHU; SARKIS, 2019).

Despite being a promising technology to bring benefits, blockchain as well as any new technology presents risks. Due to the relatively immaturity, its application faces ongoing challenges in terms of data management, scalability, interoperability, standards, and uncertainty in relation to government regulations (YANG, 2019). Anyhow, there is a huge interest from companies and researchers seeking solutions for market inefficiencies, costs and delays, however, the fact of being in an early stage means that it will take time for blockchain technology to become widely applied. As an example of others newly developed technologies, blockchain needs to be subject to continuous experimentation and development (YANG, 2019).

3. METHODOLOGY

The bibliometric analysis was used in this study in order to provide insights through a quantitative diagnosis of the literature. The bibliometric study identifies key research topics, trends and interrelations among related researches. This mapping helps to find areas of current interest, graphically illustrate the publications evolution over time and also identify potential directions of studies (FAHIMNIA; SARKIS; DAVARZANI, 2015).

This paper aims to find the current trends in the literature regarding to blockchain applied to supply chain, following three steps: search for papers, analyses of paper and summary of results. In order to search the papers, it was established a research protocol, which has the function of setting the selection criteria for papers. Table 1 shows the search protocol used.

Criteria	Description
Database	Scopus, Web of science
Keywords	"supply chain" AND "blockchain"
Contain keywords	Title, abstract, keywords
Data range	2014-2019
Area	Engineering
Document Type	Article
Source type	Journal
Language	English

Table 1 – Search protocol
Source: Own elaboration

4. RESULTS AND DISCUSSION

Using the search criteria to include and exclude papers searching in journals, it was possible to obtain 135 papers of interest. Due to relevance in the engineering area, the Scopus and Web of Science databases were chosen. The first returned an amount of 85 papers while the other 50. Considering the total obtained, it was identified 35 duplicates, in other words, papers present in both databases. Finally, a reading of the abstract and conclusion of all documents were made, selecting only those documents that adhere to the proposed goal here, leaving only 39 papers. This process is illustrated in figure 1.

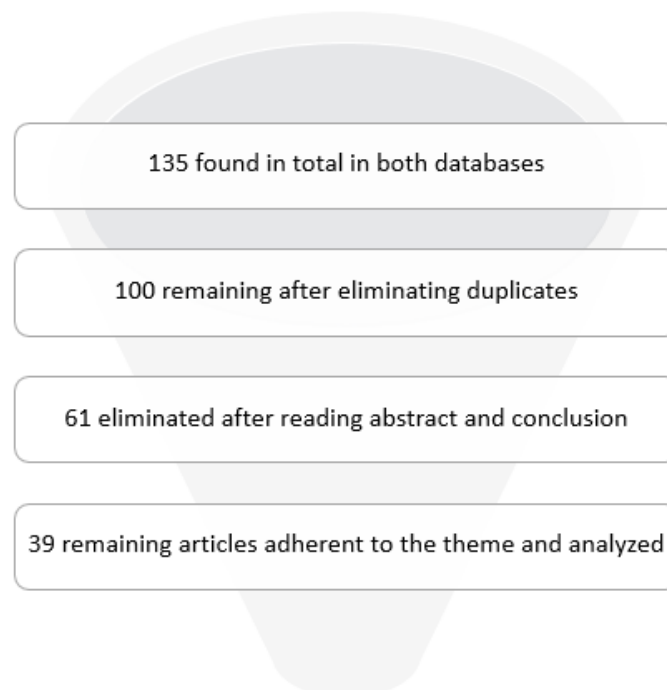


Figure 1 – Article selecting process
Source: Own elaboration

of Hong Kong being part of China is considered or not, since Hong Kong presented 3 publication on the topic.

Table 2 organizes all papers according to the journal of publication and shows their respective impact factor, known as JCR (Journal Citation Reports). The IEEE Access journal was responsible for 28% of the publications here analyzed, followed by International Journal of Production Research and Computers and Industrial Engineering, with 18% and 10% respectively. In terms of relevance, the best evaluation is from the IEEE Communications Surveys and Tutorials with a significant impact factor of 22.973, followed by IEEE Internet of Thing Journal with 9.515. It is still valid to say that of the total number of selected papers, 23% did not have an impact factor.

Journal	Papers	Impact Factor (2018)
IEEE Access	11	4.098
International Journal of Production Research	7	3.199
Computers and Industrial Engineering	4	3.518
Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review	3	4.253
International Journal of Engineering and Advanced Technology	2	-
Processes	1	-
IEEE Engineering Management Review	1	-
Telecommunications Policy	1	2.000
IEEE Internet of Things Journal	1	9.515
International Journal of Recent Technology and Engineering	1	-
ICIC Express Letters	1	-
Production Planning & Control	1	3.340
Electronics (Switzerland)	1	-
Transport Problems	1	-
International Journal of Production Economics	1	4.998
IEEE Communications Surveys and Tutorials	1	22.973
International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering	1	-

Table 2 – Journal and number of papers published
Source: Own elaboration based on the *Journal Citation Reports - JCR*

The figure 3 also shows the contribution in number of papers published by country. There are many countries interested in this issue, however the leadership remains with the United States, with 7 publications, followed by India and China, with 5 and 4 publications respectively. This classification could change if the discussion of Hong Kong being part of China is considered or not, since Hong Kong presented 3 publication on the topic.

Table 2 organizes all papers according to the journal of publication and shows their respective impact factor, known as JCR (Journal Citation Reports). The IEEE Access journal was responsible for 28% of the publications here analyzed, followed



by International Journal of Production Research and Computers and Industrial Engineering, with 18% and 10% respectively. In terms of relevance, the best evaluation is from the IEEE Communications Surveys and Tutorials with a significant impact factor of 22.973, followed by IEEE Internet of Thing Journal with 9.515. It is still valid to say that of the total number of selected papers, 23% did not have an impact factor.

The figure 4 shows how the authors are involved in the topic, between direct authorship or co-authorship, there are a maximum of 3 published papers, what intensifies the idea that the theme is in its initial phase.

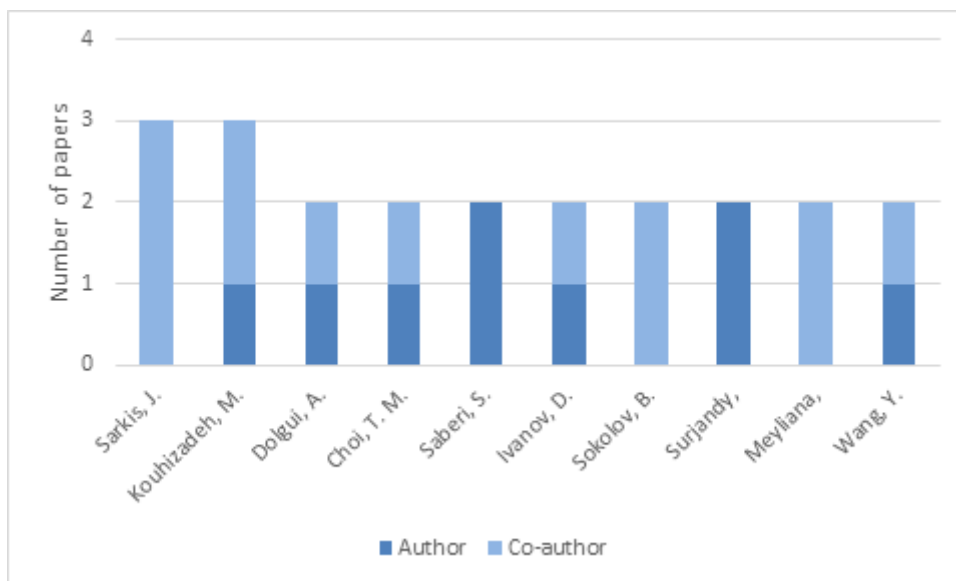


Figure 4 – Number of papers by contribution as author and co-author
Source: Own elaboration

The table 3 shows the amount of citations per article and it is possible to observe that the majority of the citation papers are related to security. Indeed, this is one of the main advantages known and described in the literature. Another interesting information presented in table 3 is in relation to FWCI (Field-Weighted Citation Impact) offered by SCOPUS database. This is the ratio of the total citations actually received by the denominator's output, and the total citations that would be expected based on the average of the subject field. This ratio shows the expected relevance, being the two best ranked articles dealing blockchain in supply chain with sustainable, digital technology and industry 4.0.

Paper	Citations	FWCI
Blockchain's roles in strengthening cybersecurity and protecting privacy	107	15,69
When intrusion detection meets blockchain technology: A review	101	26,22
A Novel Blockchain-Based Product Ownership Management System (POMS) for Anti-Counterfeits in the Post Supply Chain	93	25,94
Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management	84	48,36

The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics	74	42,22
Blockchain in Logistics and Supply Chain: A Lean Approach for Designing Real-World Use Cases	41	10,49
Understanding the blockchain technology adoption in supply chains-Indian context	27	14,46
Making sense of blockchain technology: How will it transform supply chains?	27	20,59
The mean-variance approach for global supply chain risk analysis with air logistics in the blockchain technology era	25	17,43
Blockchain in Industries: A Survey	25	20,67

Table 3 – Amount of citations and Field-Weighted Citation Impact
Source: Own elaboration based on SCOPUS database information

Regarding to academic institutes, the most of them contributes with only one paper on the topic. However, there are two universities that participated with 3 articles each, the Hong Kong Polytechnic University and the Worcester Polytechnic Institute in United States. Another institution, the School of Information Systems at BINUS University, which is in Indonesia contributed with two papers. This data reinforces how recent the theme is and that there is not an institution to be considered a reference at this subject. Figure 5 illustrates through a treemapping this fact.

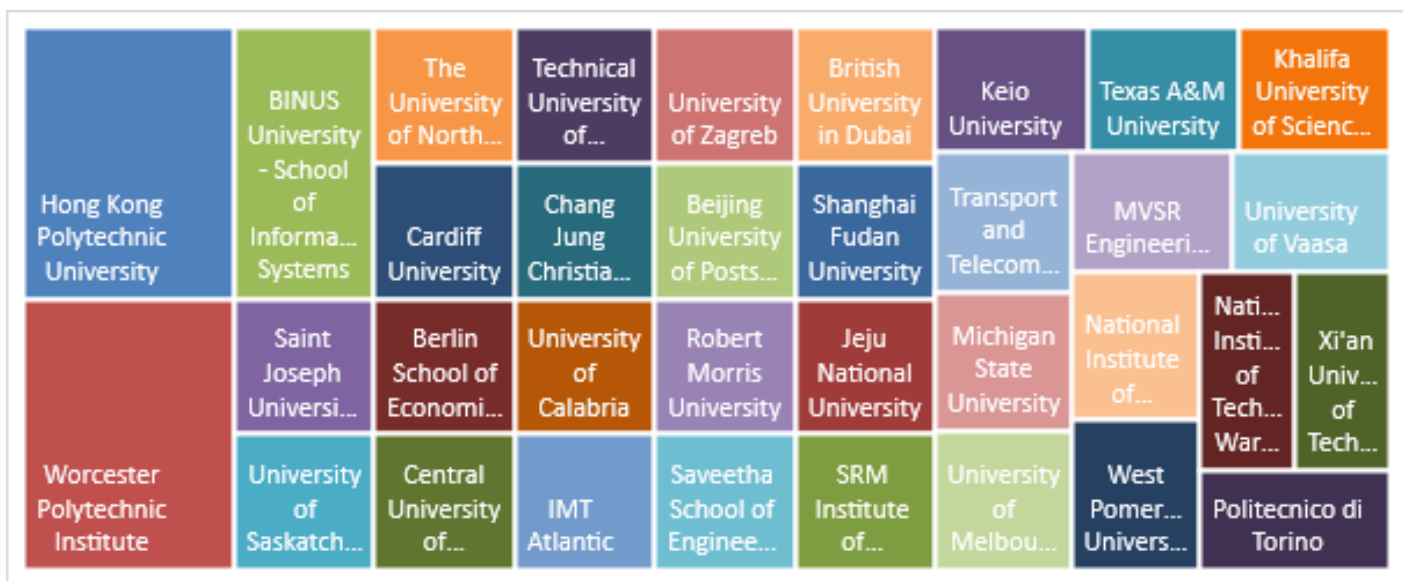


Figure 5 – Treemapping of proportional publications per university
Source: Own elaboration

5. CONCLUSIONS

This study aimed to shed light on what the academic community published regarding blockchain applied to supply chain, highlighting authors, researches, trends and countries involved in this topic. Blockchain technology can be applied in many areas within the supply chain. This research shows studies that prove this



trend and offers insights to researches interested in advancing these topics. Moreover, as it was presented in this work, there is a clear trend of growth in studies on the subject, since there were many studies in 2019, few studies between 2017 and 2018 and no article prior to that period.

Other highlighted evidence in this paper shows how researches are dispersed in several universities around the world, revealing that it is a topic of interest in many universities. It was also identified that there are a few influential studies, in other words, few papers with many citations or with a high impact factor. The most cited articles deal with the topic regarding security brought by blockchain to the supply chain, while those with the greatest impact factor address the issue in the context of sustainability and industry 4.0.

It is fact that the subject is in vogue, since the growing number of publications in several countries indicates the relevance of the theme. As shown in this bibliometric study, there is a potential disruptive in applying blockchain to supply chain, which generates possibilities of studies for researches interested in the exposed question, mainly in studies that undertake practical experiments.

References

- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Editora Bookman, 2006.
- COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS (CSCMP). **CSCMP's definition of supply chain management**. 2020. Available at <https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx> Accessed: 20 March 2020.
- FAHIMNIA, B.; SARKIS, J.; DAVARZANI, H. Green Supply Chain Management: A Review and Bibliometric Analysis. **International Journal of Production Economics**, n. 162, p. 101–114, 2015.
- FIGORILLI, S.; ANTONUCCI, F.; COSTA, C.; PALLOTTINO, F.; RASO, L.; CASTIGLIONE, M.; PINCI, E.; DEL VECCHIO, D.; COLLE, G.; PROTO, A. R.; SPERANDIO, G.; MENESATTI, P. A Blockchain implementation prototype for the electronic open source traceability of wood along the whole supply chain. **Sensors**, 18, n. 9, 2018.
- GROMOV, G.; LAMMI, M. Blockchain and internet of things require innovative approach to logistics education. **Transport Problems**, 12, n. Special Edition, p. 23-34, 2017.
- HARSHAVARDHAN REDDY, B.; ARAVIND REDDY, Y.; SASHI REKHA, K. Blockchain: To improve economic efficiency and supply chain management in agriculture. **International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering**, 8, n. 12, p. 4999-5004, 2019.
- JAMIL, F.; HANG, L.; KIM, K.; KIM, D. A novel medical Blockchain model for drug supply chain integrity management in a smart hospital. **Electronics**, n. 5, 2019.
- JUMA, H.; SHAALAN, K.; KAMEL, I. A Survey on Using Blockchain in Trade Supply Chain Solutions. **IEEE Access**, 7, p. 184115-184132, 2019.
- KOUHIZADEH, M.; ZHU, Q. Y.; SARKIS, J. Blockchain and the circular economy: potential tensions and critical reflections from practice. **Production Planning & Control**, p.1-17, 2019.
- LONGO, F.; NICOLETTI, L.; PADOVANO, A.; D'ATRI, G.; FORTE, M. Blockchain-enabled supply chain: An experimental study. **Computers and Industrial Engineering**, 136, p. 57-69, 2019.

MONDAL, S.; WIJEWARDENA, K. P.; KARUPPUSWAMI, S.; KRITI, N.; KUMAR, D.; CHAHAL, P. Blockchain Inspired RFID-Based Information Architecture for Food Supply Chain. **IEEE Internet of Things Journal**, 6, n. 3, p. 5803-5813, 2019.

NAKAMOTO, S. Bitcoin: **A Peer-to-Peer Electronic Cash System**. 2008. Available at <<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>>. Accessed: 08 March 2020.

PERBOLI, G.; MUSSO, S.; ROSANO, M. Blockchain in Logistics and Supply Chain: A Lean Approach for Designing Real-World Use Cases. **IEEE Access**, 6, p. 62018-62028, 2018.

POURNADER, M.; SHI, Y.; SEURING, S.; KOH, S. C. L. Blockchain applications in supply chains, transport and logistics: a systematic review of the literature. **International Journal of Production Research**, 2019.

ROUHANI, S.; DETERS, R. Security, Performance, and Applications of Smart Contracts: A Systematic Survey. **IEEE Access**, 7, p. 50759-50779, 2019.

SABERI, S.; KOUHIZADEH, M.; SARKIS, J. Blockchains and the Supply Chain: Findings from a Broad Study of Practitioners. **IEEE Engineering Management Review**, 47, n. 3, p. 95-103, 2019.

VINAY REDDY, V. P. Enhancing supply chain management using Blockchain technology. **International Journal of Engineering and Advanced Technology**, 8, n. 6, p. 4657-4661, 2019.

WANG, Y.; SINGGIH, M.; WANG, J.; RIT, M. Making sense of Blockchain technology: How will it transform supply chains? **International Journal of Production Economics**, 211, p. 221-236, 2019.

WU, L.; YUE, X.; JIN, A.; YEN, D. C. Smart supply chain management: a review and implications for future research. **The International Journal of Logistics Management**, v. 27, n. 2, p. 395-417, 2016.

YANG, C. S. Maritime shipping digitalization: Blockchain-based technology applications, future improvements, and intention to use. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, 131, p. 108-117, 2019.



CAPÍTULO 7

DESENVOLVIMENTO DE UMA ANÁLISE PARA INSERÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0 NO ENSINO DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA

DEVELOPMENT OF AN ANALYSIS FOR INSERTION OF INDUSTRY 4.0
IN THE TEACHING OF THE PRODUCTION ENGINEERING COURSE OF A
PUBLIC UNIVERSITY

Manuela de Cássia Silva de Carvalho

Thermerson Felipe Monteiro de Lima

Yvelyne Bianca Iunes Santos

Bruno Nonato Ferreira Ramos

Cayna Enos Cruz Morais

Resumo

A Indústria 4.0 se caracteriza por um conjunto de tecnologias que permitem a fusão do mundo físico, digital e biológico. As empresas que desejam incorporar esta moderna metodologia devem avaliar suas capacidades e adaptar suas estratégias de forma a implementá-las nos cenários apropriados. Para superar esses desafios, um dos fatores fundamentais para essa nova era é a conexão com profissionais qualificados, ainda limitados em função do atual sistema de ensino. Adequar a Indústria 4.0 no ensino superior público é um tema contemporâneo e desafiador para o projeto e ensino de engenharia de produção no Brasil. O objetivo deste artigo, foi desenvolver uma análise do curso de graduação em Engenharia de Produção de uma instituição pública da região Norte, a fim de identificar o seu engajamento curricular no contexto da Indústria 4.0, e facilitar a inserção do tema no ensino. Para isso, foi criado um formulário, aplicado por meio da ferramenta Google Forms, aos alunos egressos do curso de graduação em Engenharia de Produção, formados no ano de 2014 até 2019. Após tratamento e análise dos dados, os resultados sugerem a necessidade de reformulação da matriz curricular do curso estudado a fim de aprofundar o ensino, principalmente na área de tecnologia da informação (TI), robótica e interpretação e análise de dados para formar profissionais habilitados para as demandas da quarta revolução industrial.

Palavras chave: Quarta revolução industrial, Engenharia de Produção, Sistema de Ensino Superior, Habilidades.

Abstract

Industry 4.0 is characterized by a set of technologies that allow the fusion of the physical, digital and biological worlds. Companies that wish to incorporate this modern methodology must assess their capabilities and adapt their strategies in order to implement them in the appropriate scenarios. To overcome these challenges, one of the fundamental factors for this new era is the connection with qualified professionals, still limited due to the current educational system. Adapting Industry 4.0 in the public higher education is a contemporary and challenging theme for the design and teaching of production engineering in Brazil. The aim of this article was to develop an analysis of the undergraduate course in Production Engineering from a public institution in the North region, in order to identify its curricular engagement in the context of Industry 4.0, and to facilitate the insertion of the theme in teaching. For this, a form was created, applied through the Google Forms tool, for alumni of the undergraduate course in Production Engineering, with completion of the course from 2014 to 2019. After processing and analyzing the data, the results suggested the need to reformulate the syllabus of the studied course in order to deepen teaching, mainly in the areas of information Technology (IT), robotics and interpretation and analysis of data to train qualified professionals for the demands of the fourth industrial revolution.

Key-words: Fourth Industrial Revolution, Production Engineering, Higher Education System, Skill.



1. INTRODUÇÃO

Nas últimas três décadas, o desenvolvimento das tecnologias de informação (TI), e a sua integração nos processos de produção trouxeram benefícios ao nível de toda cadeia de valor. A evolução na capacidade das tecnologias alavancou a produtividade industrial, reduzindo os custos de produção e fornecendo soluções eficazes para atender os clientes com qualidade, velocidade e melhor custo benefício (CHENG, 2015). O que deu origem ao conceito Indústria 4.0 se caracteriza, por um conjunto de tecnologias que permitem a fusão do mundo físico e digital. O termo Indústria 4.0 foi apresentado originalmente a partir de um projeto para o governo alemão em 2011, durante a maior feira de automação industrial do mundo, a *Hannover Messe International (HMI)*.

Essas novas estruturas de produção, dotadas de dispositivos “inteligentes” ligados à rede, onde os produtos e os sistemas de produção obtêm capacidades de comunicação, constituirão as Smart Factories do futuro e são a chave para alcançar o grau de flexibilidade necessário para atender às exigências dos Mercados atuais. Estas exigências surgem de solicitações como expectativas crescentes de produtividade, aumento do número de variantes de produtos, redução de tamanhos de lotes, dentre outras (CHENG et al., 2015).

No entanto, cada revolução traz novos desafios e determina novas abordagens dentro das organizações (PEREZ, 2010). As empresas que desejam percorrer a trajetória para a Indústria 4.0 devem avaliar suas capacidades e adaptar suas estratégias de forma a implementá-la nos cenários apropriados. Ultrapassar esses desafios envolverá o cumprimento de alguns requisitos como: responder às questões de segurança e proteção digital; padronização das interfaces de comunicação; processos e organização do trabalho; disponibilidade de força de trabalho capacitada; inserção das PME's; formação e desenvolvimento profissional; base tecnológica; investigação e investimentos (EUROPEAN PARLIAMENT, 2016).

Portanto, embora algumas empresas estejam ansiosas para introduzir novas tecnologias e melhorar a qualidade, a eficiência e a eficácia dos recursos, reduzir os riscos e manter a sua competitividade no Mercado (TASSEY, 2014; FALK et al., 2015), a falta de uma formação profissional voltada a Indústria 4.0 dificulta o percurso de transição das empresas que pretendem embarcar nessa nova abordagem. Diante de uma mudança tão profunda é necessário prover a engenharia de produção com treinamento e qualificação para enfrentar esse desafio (KAGERMANN, 2013).

As instituições de ensino superior (IES) são centros de criação e disseminação de conhecimento, interagem de forma relevante com a sociedade através do ensino, pesquisa e extensão, desenvolvendo muitas vezes projetos relevantes de inovação tecnológica nas mais diversas áreas e, auxiliando no avanço da ciência

nacional. As parcerias das IES com as indústrias, comércios e serviços são cada dia mais estreitadas tendo em vista que, já há o entendimento que somente trabalhando a educação superior, junto com as necessidades do mercado, será possível um desenvolvimento tecnológico estratégico para o país.

Este trabalho desenvolveu uma análise do curso de graduação em Engenharia de Produção de uma instituição pública da região Norte, a fim de identificar o seu engajamento curricular no contexto da indústria 4.0. Serão identificados, por meio de formulário online, aplicado aos profissionais egressos deste curso que atuam no mercado de trabalho, os principais desafios, habilidades e competências requeridas no Setor 4.0, que não foram desenvolvidas durante o curso.

2. INDÚSTRIA 4.0 E EDUCAÇÃO

A Indústria 4.0 é um termo de origem alemã, geralmente também chamada de Quarta Revolução Industrial. Esta Revolução provocou o início de mudanças profundas em como os indivíduos trabalham, vivem e se relacionam.

De acordo com Barreto et al. (2017), o novo conceito de indústria permitirá a criação de produtos e serviços de alto valor agregado ao cliente, sendo que o principal valor dos conceitos da Indústria 4.0 está na integração em rede inteligente de produtos e processos que otimizam de forma eficiente os recursos da organização.

Rübman et al. (2015) identificou nove pilares fundamentais que abrangem a 4ª Revolução Industrial. O Quadro 1 apresenta cada um dos nove pilares e suas respectivas definições de acordo com a perspectiva de diversos autores.



Pilar	Definição
Big Data	Grande conjunto de dados, em geral não estruturados, com necessidade de análise em tempo real. (MELL et al., 2015)
Robôs Autônomos	São robôs que atua de maneira colaborativa, flexível e autônoma. (PONCELA et al., 2009)
Simulação	Simulação do mundo físico em um mundo virtual, seja de máquinas, produtos ou humanos. (RÜBMANN et al., 2015)
Integração vertical e horizontal	A integração horizontal acontece conforme a cooperação e competição entre empresas. A integração vertical ocorre entre setores físicos e funcionais da própria empresa. (WANG et al., 2016)
Internet das coisas	Conexão entre objetos físico e a Internet, que permite a comunicação em tempo real entre objetos inteligentes e a Internet (KOPETZ, 2011).
Segurança cibernética	Métodos usados para reconhecer vulnerabilidades e manter a integridade do processo (GILCHRIST, 2016).
Nuvem	Responsável pelo compartilhamento e armazenamento de dados (GILCHRIST, 2016).
Manufatura aditiva	Método de manufatura que adiciona material camada por camada para produzir um objeto. (VAYRE, VIGNAT & VILLENEUVE, 2012).
Realidade aumentada	Fusão da realidade física e virtual, que fornece informações, em tempo real, para auxiliar na tomada de decisão (RÜBMANN et al., 2015).

Figura 1- Pilares fundamentais da 4ª Revolução Industrial
Fonte: Adaptado de Rübman et al. (2015) apud Barreto et al. (2019)

A 4ª Revolução Industrial é um conjunto de tecnologias que se beneficiam da redução dos limites ou barreiras do mundo virtual e físico o que permite que máquina e humanos trabalhem colaboradamente, utilizam sistemas de produção Cyber-Físicos que unem o mundo real e o mundo virtual, essa interação é feita pela tecnologia digital e internet que promove a eficiência, minimiza a ociosidade e o desperdício, além de possibilitar a criação de processos e mercados. Essas mudanças foram impulsionadas pelo acesso maciço da sociedade ao mundo digital, que passou a influenciar todos os mercados. Pode-se dizer, portanto, que essa evolução partiu das necessidades da sociedade para o mercado, atingindo os meios produtivos e de serviços.

A evolução tecnológica em alguns países estrangeiros é muito avançada. Afirmação que deveria ser igual para o Brasil, mas não é. Um dos grandes problemas para o avanço tecnológico de ponta é a falta de profissionais qualificados, o qual acredita-se que, a matriz curricular desatualizada nos cursos de graduação contribua para essa problemática.

De acordo com College et al. (2019), há um problema com o ensino de graduação em engenharia. O currículo tradicional é muito restrito; ele ensina os alunos a resolverem problemas, mas não como encontrar os problemas certos para resolver ou como tirar suas soluções do laboratório e para o mundo. Segundo Costache et al. (2017) apud Tartarotti et al. (2018), nos últimos anos estão ocorrendo mudanças graduais decorrentes das novas tecnologias, mas a partir de agora, já existe

uma neste processo de mudança. O progresso não espera ninguém, e tudo o que é novo deve ser absorvido o mais rápido possível. As organizações estão no ponto em que todas as estratégias devem ser reorganizadas de forma a acompanhar as novas demandas da Indústria 4.0: melhor conhecimento, melhores e novas especializações, gestão e comunicação.

De acordo com Schuster et al. (2016), os futuros estudantes de engenharia devem estar preparados para atender às demandas da sociedade 4.0 e da Indústria 4.0 - resultantes de uma quarta revolução industrial- baseado no conceito tecnológico de sistemas cyber-físicos. Como resultado, o ensino de engenharia se depara com um grande campo potencial de pesquisa, que varia desde o desenvolvimento técnico a concepção didática nova.

3. ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

A Engenharia de Produção tem sua origem durante a Revolução Industrial no século XIX, com as ideias de Frederick Taylor e o casal Frank e Lillian Gilbreth, que buscaram compreender os métodos de redução de tempos e movimentos, visando o aumento da produtividade. Segundo Batalha (2013), o método criado por Taylor, consistia em analisar uma atividade operacional e cronometrar seu tempo, após isso, aperfeiçoava determinada atividade para um funcionário, de forma que o tempo total fosse minimizado. Tais métodos foram reproduzidos em larga escala nas fábricas automobilísticas, por Henry Ford, com a implementação do sistema de “produção em massa”.

No Brasil a Engenharia de Produção ganha destaque durante a década de 50, com as chegadas das multinacionais, no entanto os profissionais vinham de outros países, pois não havia graduação do curso no Brasil. No ano de 1959 a Escola Politécnica USP, inaugurou a primeira turma de produção, sendo opção para Engenharia Mecânica. “O curso teve início já no ano de 1959, e permaneceu como opção da Engenharia Mecânica até 1970. Assim, os alunos de Mecânica que estavam no terceiro ano em 1958 puderam optar por Projeto ou Produção” (Pro Poli USP, 21-).

Com a revolução da indústria, a otimização do uso de recursos operacionais era cada vez mais necessária, assim o papel do Engenheiro de Produção foi valorizado dentro das indústrias, já que os mesmos conheciam métodos de aperfeiçoamento e implementação de sistemas integrados de pessoas, materiais, informações, equipamentos e energia, para diminuição de custos de produção de bens e serviços.

É necessário integrar questões de naturezas diversas, atentando para critérios de qualidade, eficiência, custos, fatores humanos, fatores ambientais, etc. A Engenharia de Produção, ao voltar a sua ênfase para as dimensões do produto e do sistema produtivo, vincula-se fortemente com as ideias de projetar produtos, viabilizar produtos, projetar sistemas produtivos, viabilizar sistemas produtivos, planejar a produção, produzir e distribuir produtos que a sociedade valoriza (MÁSCULO, 2006).



Por tratar diretamente com pessoas, o curso Engenharia de Produção, diferente das demais engenharias, tem grande ênfase nas ciências sociais, considerando a necessidade de coordenação das atividades. A contratação de pessoas certas para determinada atividade, influencia diretamente na fluidez que as metas estabelecidas são atingidas.

De acordo com Batalha (2013), a Economia não é a única ciência social na Engenharia de Produção, a Sociologia e Psicologia são de suma importância, pela definição de pessoas integradas dos sistemas de produção, que são projetados, implementados e aperfeiçoados pelos Engenheiros de Produção. Segundo Banov (2009) apud Andrade et al. (2017), de nada adianta as empresas buscarem aperfeiçoar suas tecnologias e otimizar processos se não melhorar o gerenciamento das pessoas e, sobretudo, investir nelas. Dessa forma, o estudo de áreas como administração, economia, sociologia e psicologia, é de suma importância para minimização de conflitos e integração de uma organização.

4. HABILIDADES E COMPETÊNCIAS

São muitas as definições para habilidades e competências no campo da psicologia e da educação. Essa questão está sendo cada vez mais discutida, em um esforço para que o processo de aprendizagem seja menos conteudista e mais focado no desenvolvimento e preparação dos alunos para os desafios do mundo atual.

Competência é a junção de talento e habilidade. Ou seja, é possível exercer uma determinada função apenas com talento ou com habilidade, mas os resultados serão sempre melhores quando as duas características estão presentes no indivíduo em questão. Uma pessoa competente é aquela que tem o talento (aptidão natural ou inata para certa atividade) e a habilidade (característica técnica que foi aprendida e melhorada através de uma abordagem teórica e prática).

Competência e habilidade são dois conceitos que estão relacionados. A habilidade é conseguir pôr em prática as teorias e conceitos mentais que foram adquiridos, enquanto a competência é mais ampla e consiste na junção e coordenação de conhecimentos, atitudes e habilidades (GALE;BROWN, 2003 apud VOLPE, 2019, P. 68).

Segundo Volpe (2019), as principais habilidades e competências requeridas ao engenheiro de produção para atuar na Indústria 4.0, bem como seus correspondentes contextos, estão apresentadas no Quadro 2, conforme segue.



Indústria 4.0	Contexto habilidades e competências	
Habilidades e Competências	Contexto	Autor
Abertura à mudança	Capacidade de intervir rapidamente em processos flexíveis em ambiente de tomada de decisão em tempo real	Kreinsen, Pfeiffer, Karre.
Aprendizado contínuo	Baseada no trabalho implica fatores influenciadores (produto, processo, pessoal), bem como as alavancas técnicas (informações, ferramentas, material) e organizacionais (metodologia de aprendizado, organização de funcionários, tarefa de trabalho). Desenvolvidos em laboratórios reais ou virtuais de ambientes complexos	Tvenge, Posselt, Graber, Quint, Pfeiffer.
Cognitivas	Capacidade pessoal de aprender	Kreinsen, Erol, Dombrowsky, Kagermann, Nagar.
Comunicação	Comunicação interpessoal baseada na web, fácil e inter-níveis para compartilhar conhecimentos	Baena, Motyl, Simons, Karrel, Prinz, Posselt, Kreinsten, Graber, Erol, Pfeiffer.
Conectividade	Conhecimento em meios de conexão e transferência de dados nas interfaces M2M e homem/máquina	Quint, Costa, Motyl.
Conhecimento em robótica	Crescente grau de automação – deve entender uma grande quantidade de questões técnicas diferentes tanto na lógica individual como no efeito combinado – incluindo materiais do produto, processos de desgaste e controle do robô	Pfeiffer.
Conhecimento em TI	Envolve a compreensão da engenharia de produção clássica, mas também as competências em internet, sensores e tecnologias da informação para gerenciamento dos CPSs	Motyl, Simons, Karre, Hecklau, Quint, Pfeiffer.
Criatividade	Construção de ambientes socialmente distribuídos, envolvendo equipes interdisciplinares e interorganizacionais heterogêneas para busca de solução a problemas complexos	Hecklau, Erol, Pfeiffer, Costa.
Empreendedorismo	Conhecimento e criação de novos modelos de negócio e novas formas de usar a tecnologia	Kreinsen, Quint, Costa.
Flexibilidade	Poder de adaptação a ambientes ágeis e inovadores em constante mudança para atender o cliente de forma personalizada	Kreinsen, Hecklau, Erol, Pfeiffer.
Foco elemento humano	Foco no desenvolvimento humano na condução dos sistemas operacionais nas tarefas orientadas a processos. <i>Workplace</i>	Tvenge, Kreinsen, Dombrowsky.
Idiomas	Entender e se comunicar com clientes e parceiros globais	Erol, Hecklau.
Interdisciplinaridade	Cooperação entre engenharias, produção, automação, telecom, para permitir a interação inter e extra produção	Quint, Pfeiffer, Simons, Kagermann.

Interpretação e análise de dados	Coleta, exploração e processamento de dados que permitam o planejamento inteligente e controle de processos e redes de produção em tempo real	Karre, Prinz, Erol, Pfeiffer, Kagerman
Organização	Pensamento auto-organizado do trabalho	Heckau, Graber, Pfeiffer, Dombrowsky, Karre.
Planejamento	Planejamento da produção voltado ao controle descentralizado por CPS e treinamento	Grabler, Quint, Dombrowsky.
Senso crítico	Análise racional e lógica para a tomada de decisões em ambientes altamente complexos	Pfeiffer.
Sensores	Conhecimento em diferentes tipos de sensores e atuadores, como sensores de proximidade, barreiras de luz, servos e muito mais presentes no CPS	Quint.
Sociais	Envolvimento, promoção e engajamento em termos de uso de suas habilidades e experiências para planejamento ou resposta a demandas em tempo real	Karre, Posselt, Kreinsen, Pfeiffer, Kagermann.
Técnicas	Desenvolvimento de habilidades técnicas específicas da Indústria 4.0	Motyl, Simons, Kreinsen, Hecklau, Graber, Dombrowsky.
Trabalho em equipe	Capacidade de atuar em times colaborativos inter e extra disciplinares	Baena, Motyl, Karre, Tvenge, Heckau, Erol, Pfeiffer
Vincular real ao abstrato	A qualidade abstrata do mundo dos dados deve ser constantemente reconcretizada, ou seja, os processos materiais, partes e tecnologias – deve ser reconectado à representação abstrata e vice versa	Simons, Pfeiffer.

Tabela 1– Principais habilidades e competências para o engenheiro de produção atuar na Indústria 4.0

Fonte: Volpe (2019)

5. METODOLOGIA

O conhecimento inicial dos conceitos da Indústria 4.0 e seu funcionamento, aliados a, identificação dos seus pilares, das habilidades e das competências necessárias para um engenheiro de produção atuar neste contexto de mercado, permitiram a criação de um formulário para coleta de dados, aplicado através da ferramenta Google Forms, aos engenheiros egressos do curso de graduação em Engenharia de Produção de uma instituição pública da região Norte, formados no ano de 2014 até 2019, perfazendo um total de 200 engenheiros.

Posteriormente, os dados foram tratados e analisados a fim de identificar o engajamento curricular, do curso estudado, no contexto da Indústria 4.0. O objetivo do formulário era coletar dados de engenheiros de produção que já atuam no mercado de trabalho, e entender sobre as dificuldades que eles tiveram ao se depararem com situações profissionais que envolviam a realidade da 4ª revolução

industrial.

Para o cálculo da amostragem foi levado em consideração os seguintes dados: população 200; margem de erro 5%; nível de confiança 95%, distribuição da população mais homogênea. O resultado da amostragem foi 111, ou seja, era necessário que 111 pessoas respondessem o formulário para obtermos um resultado confiável.

Após a disponibilização do formulário online, obtivemos como retorno a resposta de 130 engenheiros, superando o tamanho da amostragem calculada. Logo, a partir das dificuldades vivenciadas no dia a dia por esses engenheiros, se apresentou uma demanda de novos conceitos que a instituição de ensino superior analisada deveria atualizar na sua matriz curricular, a fim de formar profissionais com competências e habilidades para essa nova era.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, serão apresentados os resultados obtidos e discussões realizadas a partir das análises efetuadas.

Na Figura 1, observa-se um número crescente de formulários respondidos dos alunos formados de 2014 a 2019, sendo os três últimos anos os de maior amostragem. Isso se deve principalmente ao contato mais recente e direto dos egressos com a instituição de ensino, fazendo com que a coordenação do curso pudesse insistir de forma direta com os alunos para encaminharem respostas. Esse gráfico demonstra também a importância da instituição de ensino acompanhar os seus egressos de forma mais próxima, uma vez que estes são o reflexo de um perfil traçado dentro da academia e, sempre serão a fonte mais real de dados, que possibilitará melhorias curriculares futuras.

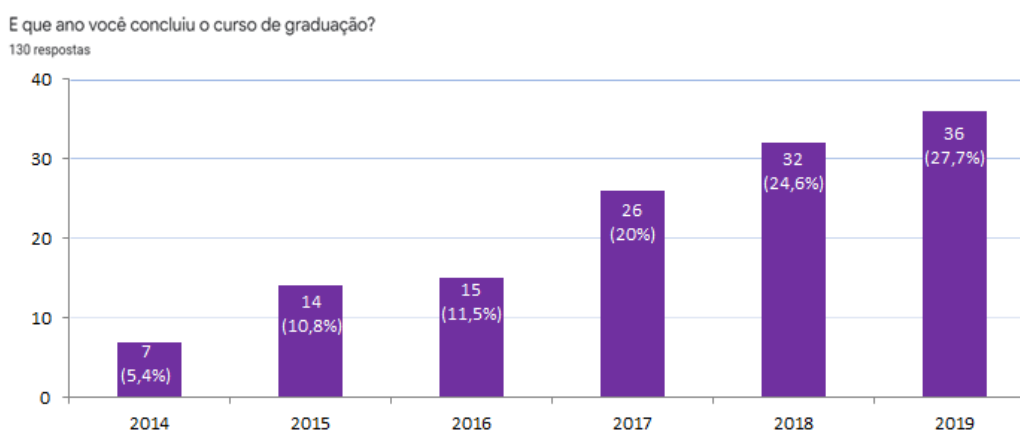


Figura 2- Ano de conclusão do curso de graduação
Fonte: Os autores (2020)



Na Figura 2, percebe-se que o Setor 4.0 é muito difundido no mercado de trabalho, visto que, quando perguntado se os profissionais conheciam o conceito da Indústria 4.0, 84,6% responderam que sim. Segundo Cheng (2015), as evoluções na capacidade das tecnologias alavancaram a produtividade industrial, reduzindo os custos de produção e fornecendo soluções eficazes para atender os clientes com qualidade, velocidade e melhor custo/benefício.

Com esse cenário, as indústrias e as empresas brasileiras buscam sempre inovar, reduzir custo, aumentar produtividade e fidelizar clientes, o que faz com que os profissionais procurem se familiarizar com os conceitos da Indústria 4.0.



Figura 3- Conhecimento do conceito da Indústria 4.0
Fonte: Os autores (2020)

Na Figura 3, onde foi perguntado se os profissionais trabalham ou já trabalharam com algum pilar da Indústria 4.0, apenas 36,2% responderam que não. O que ratifica a importância desses pilares serem abordados ainda na graduação. Observou-se ainda que, na região estudada, os Engenheiros de Produção praticamente não trabalham com Manufatura Aditiva e Realidade Aumentada. Por outro lado, é muito requisitado o conhecimento de Nuvem, Big data, Simulação e Internet das coisas.

Para Mourtzis (2018), a Educação 4.0 considera a exploração das tecnologias desenvolvidas, como técnicas avançadas de visualização em que se integra a realidade virtual para facilitar o processo de ensino. Na graduação, devem-se usar métodos que já familiarizem os estudantes de engenharia com estas tecnologias.



Figura 4- Pilares da Indústria 4.0 que o profissional trabalha ou já trabalhou
Fonte: Os autores (2020)

Em seguida, foi apresentado o Quadro 2 no formulário e, perguntado quais as habilidades e competências da Indústria 4.0 que não foram desenvolvidas na graduação e fizeram falta no mercado de trabalho. As mais votadas foram, conhecimento em TI com 61,5%, conhecimento em robótica com 49,2% e, interpretação e análise de dados com 41,5%, conforme mostra a Figura 4. O resultado dessa pergunta aponta que a matriz curricular deste curso em estudo deve ser fortalecida nessas áreas e, demonstra o quanto o profissional 4.0 precisa estar sempre atualizado com as novas tecnologias e ser flexível, pois, nos dias atuais, as tecnologias são muito voláteis e o mercado cada vez mais exigente.

Marque as habilidades da indústria 4.0, que você não estudou na universidade e fez falta no mercado de trabalho.

130 respostas

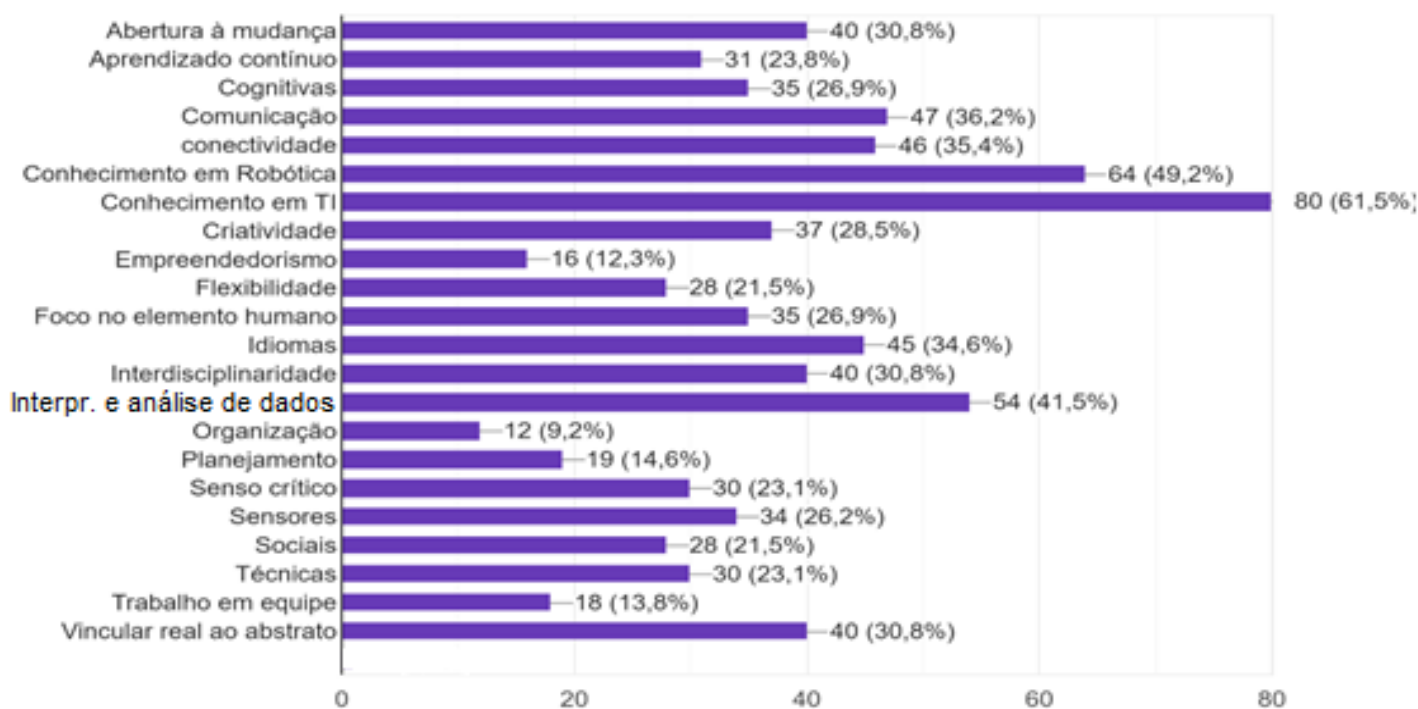


Figura 5- Habilidades e competências da Indústria 4.0, que fizeram falta no mercado de trabalho
Fonte: Os autores (2020)

Na Figura 5, percebe-se que 59,2% dos entrevistados não fizeram capacitações fora da universidade para entrar em alguma vaga de trabalho, mostrando que, apesar da necessidade de uma reformulação curricular para atender o Setor 4.0 com maior aderência, a atual matriz curricular do curso de engenharia de produção da instituição em estudo, ainda está atendendo, com as habilidades e competências desenvolvidas em sua graduação, a maior parte das necessidades do mercado da região. No entanto, 40,8% responderam que fizeram capacitações fora da universidade para entrar em alguma vaga de trabalho e, citaram quais foram às capacitações realizadas. Sendo que, destas capacitações citadas, em torno de 76% estão relacionadas a tecnologias avançadas para análise de dados e gestão estratégica (Power BI, Excel Avançado, Machine Learning, Python, Data Science, Marketing Digital, Inovações Tecnológicas, Lean Manufacturing), o que mostra a tendência em se intensificar a necessidade desses conhecimentos profissionais na medida que a Indústria 4.0 se fortaleça efetivamente no mercado.

Você fez capacitações, fora da universidade, para entrar em alguma vaga específica?

130 respostas

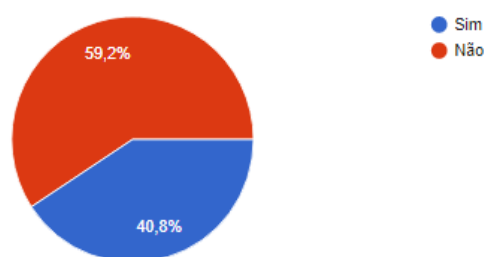


Figura 6- Capacitações fora da Universidade para entrar em alguma vaga de trabalho
Fonte: Os autores (2020)

7. CONCLUSÃO

Este estudo de caso buscou verificar, com alunos egressos do curso de Engenharia de Produção de uma instituição de ensino superior pública da região Norte, inseridos no mercado de trabalho, quais as principais competências e habilidades requeridas pelo mercado atual no contexto da Indústria 4.0 e, se eles tinham adquirido as mesmas na graduação, a fim de identificar a aderência da matriz curricular do curso ao Setor 4.0.

Os resultados apontaram que, a maioria dos engenheiros de produção entrevistados, conhecem o conceito da Indústria 4.0 (84,6%), porém tiveram dificuldades em trabalhar profissionalmente com alguns de seus pilares, por não terem aprofundado o conhecimento dentro do curso de graduação, sendo estes principalmente, o conhecimento em TI (61,5%), em robótica (49,2%) e, interpretação e análise de dados (41,5%).

Observou-se ainda que, na região estudada, não são requisitados pelo mercado muitos conhecimentos de Manufatura Aditiva e Realidade Aumentada. Por outro lado, é muito solicitado o conhecimento de Nuvem, Big Data, Simulação e Internet das Coisas.

Os estudos mostraram ainda que 40,8% dos entrevistados fizeram capacitações fora da universidade para entrar em alguma vaga de trabalho, sendo estas principalmente relacionadas a tecnologias avançadas para análise de dados e gestão estratégica, tais como Power BI, Excel Avançado, Machine Learning, Python, Data Science, Marketing Digital, Inovações Tecnológicas e Lean Manufacturing, o que mostra a tendência em se intensificar a necessidade desses conhecimentos profissionais, na medida que a Indústria 4.0 se fortaleça no mercado da região.

Dessa forma, concluiu-se que se faz necessário uma reformulação da matriz curricular do curso estudado, para que ocorra a preparação de profissionais com

competências e habilidades que lhes permitam um trânsito mais seguro entre os atuais e futuros mercados relacionados às novas tecnologias e à Indústria 4.0 na região Norte.

Sugere-se para estudos futuros uma pesquisa de mercado local, para análise do quanto este está inserido no contexto da Indústria 4.0.

Referências

ANDRADE, F. et al. **A ENGENHARIA DE PRODUÇÃO NA GESTÃO DE PESSOAS: O USO DA PSICOLOGIA ORGANIZACIONAL EM BENEFÍCIO ECONÔMICO-SOCIAL**. Semana Acadêmica, 2017. Disponível em: <<https://semanaacademica.org.br/artigo/engenharia-de-producao-na-gestao-de-pessoas-o-uso-da-psicologia-organizacional-em-beneficio>> Acesso em: 29 de abr. de 2020.

BARRETO, B.; PONTES, J.; TREINTA, F. **A educação 4.0 aplicada à engenharia de produção e as principais temáticas de pesquisas: uma análise de conteúdo a partir da revisão de literatura**. Abepro, 2019. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_299_1687_38281.pdf>. Acesso em: 15 de abr. de 2020.

BATALHA, Mário. **Introdução à Engenharia de Produção**. São Paulo: GEN LTC, 2008.

CANDIDA, Regina. **O dilúvio digital e seus impactos na educação 4.0 e na Indústria 4.0**. INVESTIGAÇÃO EM GOVERNANÇA UNIVERSITÁRIA: MEMÓRIAS, Canoas, v. 2, n. 189, 2018. Disponível em: <<file:///C:/Users/windows/Downloads/documento.pdf>> Acesso em: 25 abr. de 2020.

CHENG, C.; GUELFIRAT, T.; MESSINGER, C.; SCHMITT, J.; SCHNELTE, M.; WEBER, P. Semantic degrees for industrie 4.0 engineering:deciding on the degree of semantic formalization to select appropriate technologies. In: **EUROPEAN SOFTWARE ENGINEERING CONFERENCE AND THE ACM SIGSOFT SYMPOSIUM ON THE FOUNDATIONS OF SOFTWARE ENGINEERING**, 10., 2015, Bergamo. Proceedings Nova York: ACM New York, 2015.

COLLEGE, O.; **CURRÍCULO**, Needham, nov., 2018. Disponível em:<<http://www.olin.edu/academics/curriculum/>>. Acesso em 04 abr. 2020.

INDÚSTRIA 4.0 a moda a caminho do futuro. SEBRAE, 2018. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RJ/Anexos/Industria%204_0%20-%20WEB.PDF>. Acesso em: 26 abr. 2020.

MÁSCULO, Francisco. **Um Panorama da Engenharia de Produção**. Abepro, 2006. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/interna.asp?ss=1&c=924>>. Acesso em: 22 abr. 2020.

MENA, Isabela. **O que é Integração Vertical**. Projeto Draft, 2019. Disponível em <<https://www.projeto-draft.com/verbete-draft-o-que-e-integracao-vertical/>>. Acesso em: 03 de abr. 2020.

NØRGAARD, B. **Conceptualization of Industry 4.0 and its implications for Engineering Education** In: GUERRA, A. Engineering 2030: 7th International Research Symposium on PBL. China: Beijing, 2018. Disponível em:<https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/302786154/2018_IRSPBL_Proceedings_Innovation_PBL_and_Competence.pdf>. Acesso em 04 abr. 2020. p. 34.

PALMAKA, Cristina. **A Indústria 4.0 é o caminho do crescimento**. 2018. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/artigos/cristina-palmaka/a-industria-40-e-o-caminho-do-crescimento/>>. Acesso em: 02 abr. 2020.

PEREZ, C. Technological revolutions and techno-economic paradigms **Cambridge Journal of Economics**, [s.l.],v. 34, n.1, p.185-202, 2010.

PIRATELLI, Claudio. **A Engenharia de Produção no Brasil**. Abenge, 2005. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/14/artigos/SP-15-25046352818-1117717074687.pdf>>. Acessado em:



15 mai. 2020.

REIMAGINING AND RETHINKING ENGINEERING EDUCATION. Cambridge: Instituto de Tecnologia de Massachusetts, 2018-. Semestral. Disponível em: <<http://news.mit.edu/2018/reimagining-and-rethinking-engineering-education-0327> >. Acesso em: 20 de mar. 2020.

SCHUSTER, K; GROB, K; VOSSEN, R; RICHERT, A. **Preparing for Industry 4.0** – Collaborative Virtual Learning Environments in Engineering Education. RESEARCHGATE , out., 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/309520271_Preparing_for_Industry_40_-_Collaborative_Virtual_Learning_Environments_in_Engineering_Education>. Acesso em 05 abr. 2020.

TARTAROTTI, L.; LARENTIS, F. **Indústria 4.0: Mudanças e Perspectiva**, Caxias do Sul, v.1, nov., 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/328943948_Industria_40_Mudancas_e_Perspectiva>. Acesso em 04 abr. 2020.

URBIKAIN, G.; ALVAREZ, A.; LÓPEZ DE LACALLE, L.N.; ARSUAGA, M.; ALONSO, M.A.; VEIGA, F. A Reliable-turning process by the early use of a deep simulation model at several manufacturing stages. **Preprints**, [s.l.], 2016.

VOLPE, Waini. **Análise dos cursos de engenharia de produção no contexto de formação dos engenheiros para o ambiente da Indústria 4.0**. 2019. 124f. Dissertação de mestrado- Universidade estadual de Campinas, Limeira, 2019.



CAPÍTULO 8

OTIMIZAÇÃO DE CAPACIDADE DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE REQUEIJÃO DE UMA COOPERATIVA

CAPACITY OPTIMIZATION OF A CREAM CHEESE PRODUCTION LINE OF
A COOPERATIVE

Cintia Fabiana Pereira Mora

Robson Luciano de Almeida

Resumo

Este trabalho teve o objetivo de otimizar a linha de produção de requeijão de um laticínio identificando e eliminando restrições para a produção de 250.000 kg/mês e propor medidas alternativas para aumento da produção na mesma dentro das atuais limitações do processo. Para a realização do trabalho seguiu-se os seguintes passos: (1) Levantamento de dados do processo; (2) Identificação das restrições do processo; (3) Análise e melhoria das etapas com restrições; (4) Análise das etapas não-gargalos do processo; (5) Verificação dos resultados. Com a realização das análises, utilizando-se dados coletados *in loco* por meio de cronoanálise e aplicação de ferramentas como o diagrama Homem-Máquina, determinou-se que a etapa gargalo do processo era a Fundição da massa de requeijão. Sugeriu-se ações de melhoria na etapa gargalo e na etapa de envase, as quais foram acatadas pela empresa. Como resultado obteve-se no mesmo mês um aumento expressivo da produção, atingindo a meta de 247.000 kg/mês de requeijão. Após isso, conforme inicialmente acertado com a gerência, uma nova meta foi definida como 250.000 kg/mês, agora de forma segura que seria alcançável a curto ou médio prazo. Com o apoio das ferramentas utilizadas o objetivo geral do trabalho foi alcançado ao final do mesmo, levando o setor a obter excelentes resultados operacionais. Como sugestões para trabalhos futuros, recomendou-se à gerência a realização das mesmas análises nos demais setores de produção da indústria, principalmente nos mais estratégicos e com linhas de produção em que as metas não estavam sendo atingidas.

Palavras-chave: Restrições, Gargalos, Cronoanálise, Diagrama Homem-Máquina, Requeijão.

Abstract

This work aimed to optimize the cream cheese production line of a dairy by identifying and removing restrictions to the production of 250,000 kg/month and proposing alternative measures to increase the production within the current process limitations. To carry out the work, the following steps were followed: (1) Collection of process data; (2) Identification of process constraints; (3) Analysis and improvement of stages with constraints; (4) Analysis of the constraints of the process; (5) Verification of results. With the performance of the analyzes, using data collected *in loco* by means of chronoanalysis and application of tools such as the Man-Machine Charts, it was determined that the constraint of the process was the Casting of the cream cheese mass. Improvement actions were suggested in the constraints and in the Filling stage, which were accepted by the company. As a result, a significant increase in production was achieved in the same month, reaching the goal of 247,000 kg/month of cream cheese. After that, as initially agreed with management, a new goal was defined as 250,000 kg/month, but in a safe way that would be achievable in the short or medium term. With the support of the tools used, the general objective of the work was reached. As suggestions for future work, management recommended that the same analyzes be carried out in the other sectors of production in the industry, especially in the most strategic and with production lines where the goals were not being achieved.

Keywords: Restrictions, Constraints, Chronoanalysis, Human Machine Chart, Cream cheese.



1. INTRODUÇÃO

A indústria em que esta pesquisa foi desenvolvida pertence a uma cooperativa que está localizada no oeste do estado do Paraná. Seus principais produtos de comercialização são os queijos prensados e filados, leite longa vida, manteigas, doce de leite, leite condensado e requeijões, sendo que, desses produtos considera-se os Requeijões Tradicionais e Sabores como os mais importantes, ou com maior demanda.

O requeijão é um produto obtido a partir da massa coalhada (podendo ser cozida ou não) dessorada e lavada, com coagulação ácida ou por ação de coagulante microbiano, adicionado de creme de leite e opcionalmente adicionado de condimentos, especiarias ou outras substâncias alimentícias (RODRIGUES, 2006).

O requeijão comercial deve ter uma consistência untável e textura cremosa, fina lisa e compacta. Além disso, deve ter odor característico, sabor levemente ácido e opcionalmente salgado. E como característica físico-química, a Gordura no Extrato Seco (GES) deve ser mínima de 55% e sua umidade deve ser máxima de 65%.

A motivação da presente pesquisa se deu a partir de interesse da gerência da indústria de laticínios em ampliar a produção da linha de produção de requeijão a fim de atender o Plano Mensal de Produção, o qual segundo relatado nunca era atingido pela área de produção. Conforme pôde-se observar no levantamento histórico de produção nos três primeiros meses de 2017, apresentado na Figura 1, o Plano determinou para cada mês a produção de 147.000 kg, sendo que a produção real não atingiu a meta em nenhum dos meses e ainda mostrou tendência de queda. Estipulou-se como objetivo da pesquisa resolver o problema e possibilitar a ampliação segura da meta de produção de requeijão para 250.000 kg/mês.

De forma geral, o não atendimento da meta pode resultar em perda de clientes, cobrança da alta coordenação, trabalho sob pressão, estresse, paradas na linha de produção.



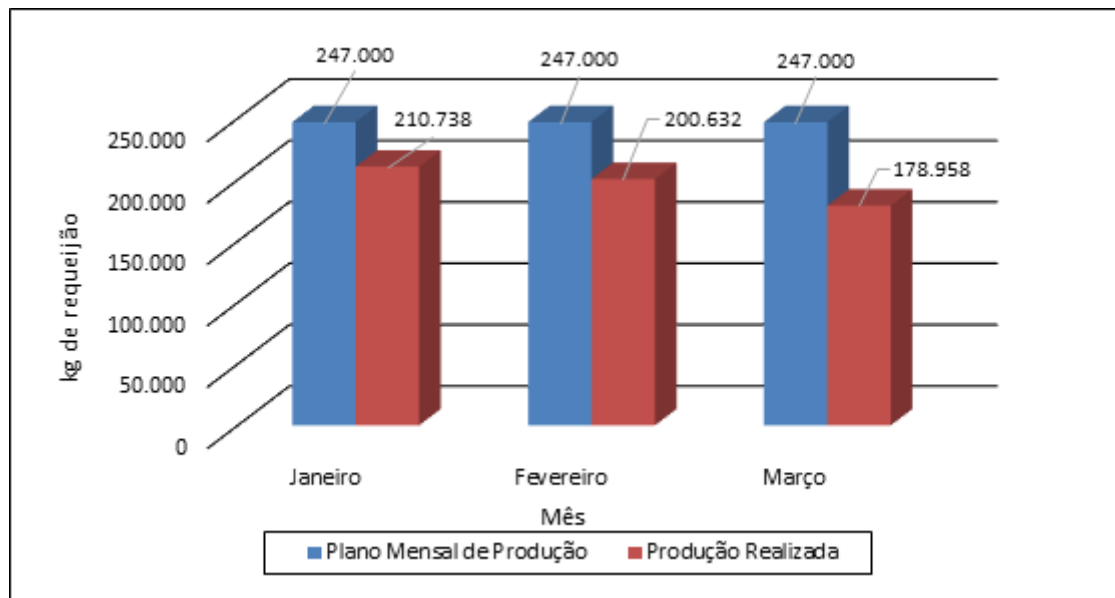


Figura 1 – Plano Mensal x Produção Realizada, ano 2017
Fonte: Os autores (2020)

O processo de produção de requeijão era composto pelas seguintes etapas: Recebimento de Creme, Fundição dos Ingredientes, Armazenagem (Tanque Pulmão), Produto Acabado, Filtro, Envase e Encaixotamento. Como hipótese inicial da pesquisa supôs-se que o processador, equipamento de fusão da massa do requeijão, seria o principal gargalo, ou restrição, do processo.

1.1 Objetivos

1.1.1 Geral

Otimizar a linha de produção de requeijão identificando e eliminando restrições para a produção de 250.000 kg/mês e propondo medidas alternativas para aumento da produção na mesma dentro das atuais limitações do processo.

1.1.2 Específicos

- Mapear capacidades do processo de fabricação de requeijão de forma a possibilitar a identificação das restrições do mesmo.
- Identificar e eliminar as restrições de produção para um aumento de produção para a meta desejada.
- Propor medidas alternativas que possam ser utilizadas para aumento da produção para além da meta da empresa.

1.2 Justificativa

Em busca de uma produção sincronizada, ou seja, da coordenação dos recursos disponíveis pela empresa, trabalhando em harmonia para atingir sua meta, optou-se ao uso da ferramenta OPT, que é utilizada para a otimização da produção, ou seja, utilizada para a identificação de gargalos, a etapa mais lenta do processo produtivo. Portanto, com a identificação dos gargalos evita-se a ociosidade das etapas do processo atrasadas pelo mesmo, isto é, que ficam sem produzir na sua velocidade máxima porque dependem da saída da etapa anterior.

Com a comunicação sincronizada das etapas do processo, há a melhor utilização de seus recursos evitando possíveis perdas decorrentes destas restrições.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido por meio da execução dos seguintes passos:

- 1. Levantamento de dados do processo:** Levantamento de informações do processo como um todo, a fim de cálculo da capacidade de cada etapa. Estudo de cada etapa e atividades de produção realizadas através de fluxogramas ou outras ferramentas ilustrativas do processo. Para postos manuais utilizou-se cronoanálise para a determinação dos tempos padrões.
- 2. Identificação das restrições do processo:** Com base nas informações coletadas na etapa anterior, realizou-se o cálculo da capacidade de cada etapa do processo, a fim de identificar os gargalos do sistema.
- 3. Análise e melhoria das etapas com restrições:** Identificação dos principais problemas que afetam as etapas com restrições e elaboração de propostas de solução. Realizou-se aqui análises de causa e efeito, determinação das causas raízes e elaboração de planos de ações para solução. Procurou-se soluções que permitissem tirar o melhor proveito das restrições do sistema.
- 4. Análise das etapas não-gargalos do processo:** Estabelecimento do que deverá ser feito com as etapas não-gargalo do processo. Pois os recursos das etapas não-gargalos devem ser utilizados na medida exata na demanda do mercado.
- 5. Verificação dos resultados:** Verificação se os resultados das etapas anteriores foram suficientes para alcance dos objetivos do trabalho. Caso não, retorna-se a análise na etapa 2 desta metodologia.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos em cada passo do trabalho são descritos a seguir.

1. Levantamento de dados do processo: Inicialmente, a partir de um levantamento de informações *in loco*, elaborou-se o fluxograma do processo apresentado na Figura 2.

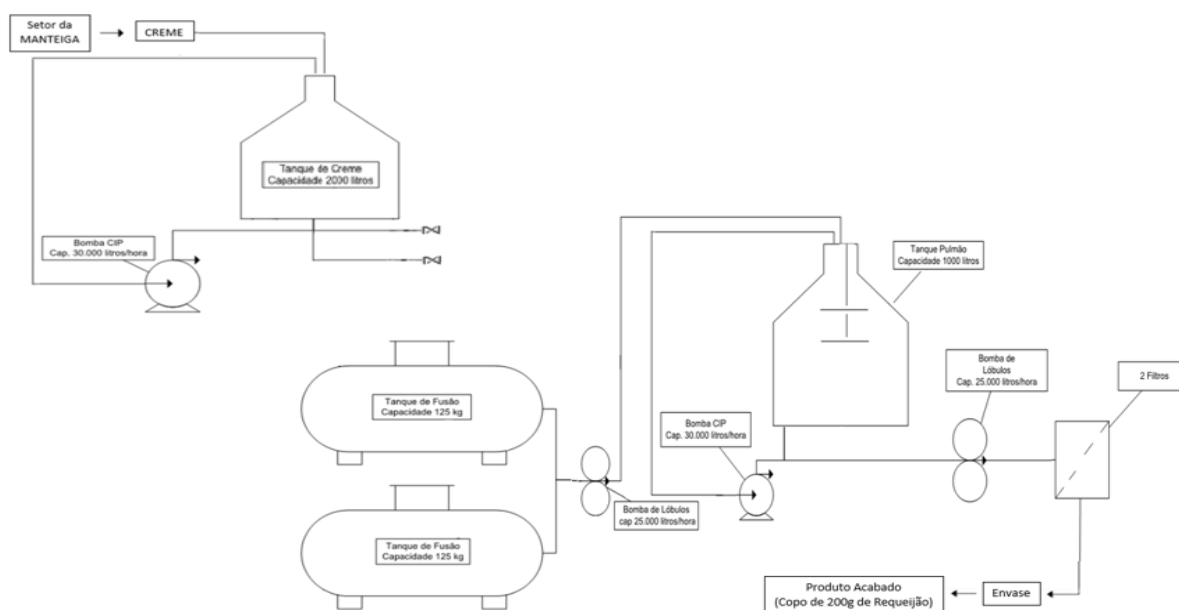


Figura 2 - Fluxograma do processo de produção de requeijão
Fonte: Os autores (2020)

Os detalhes da operação do processo obtidos no levantamento foram:

- 2 operadores, abastecem e operam as fundidoras;
- 1 operador, pesa massa;
- 2 operadores, fazem o mix de ingredientes;
- 3 turnos, com duração total de 08h20min cada um;
- 1 hora de intervalo;
- 20 minutos de parada ergonômica.

Para determinação da capacidade das etapas manuais do processo optou-se em utilizar cronoanálise. A Tabela 1, por exemplo, apresenta os dados de tempos coletados da tarefa de pesagem da massa. Neste caso coletou-se de um operador considerado treinado e de bom desempenho 20 amostras de tempo, os quais são apresentados na coluna de tempo cronometrado (TC), em segundos.

Nº de coletas	TC (s)	Ritmo (%)	TN (s)
1	24	100%	24
2	25	100%	25
3	25	100%	25
4	27	100%	27
5	32	80%	26
6	22	100%	22
7	18	130%	23
8	28	100%	28
9	28	100%	28
10	33	70%	23
11	33	70%	23
12	26	100%	26
13	29	100%	29
14	29	100%	29
15	25	100%	25
16	25	100%	25
17	22	100%	22
18	18	130%	23
19	20	100%	20
20	28	100%	28
Média	25,9		25,1

Tabela 1 - Dados da cronoanálise da tarefa de pesagem da massa em formas
Fonte: Os autores (2020)

Durante a coleta avaliou-se o ritmo do operador, o qual apresentou variações de 70% até 130%. Conforme o método adotado, de Desempenho do Ritmo, a avaliação de ritmo é subjetiva e representada por um único fator de ritmo. Com os valores dos ritmos de cada tomada de tempo, calculou-se o número mínimo de cronometragens utilizando a Equação 1.

$$n = \left(\frac{z \cdot \sigma}{E_R \cdot \bar{x}} \right)^2 = \left(\frac{1,96 \cdot 2,519}{0,05 \cdot 25,1} \right)^2 = 15,50 \approx 16 \quad (1)$$

Sendo:

z ... Coeficiente da distribuição normal reduzida para uma dada probabilidade pode ser obtido por meio de uma tabela de Distribuição Normal. Adota-se o valor tabelado de 1,96 para 95% de probabilidade.



σ ... desvio padrão amostral.

E_R ... Erro relativo considerado.

\bar{x} ... Média dos valores observados na amostra de tempos.

Observou-se que para esta etapa as coletas realizadas foram suficientes para se obter o tempo normal médio de 25,1 s/forma, que representava estatisticamente o processo de pesagem da massa dentro de um erro relativo de 5% e 95% de probabilidade.

2. Identificação das restrições do processo: Neste passo realizou-se o cálculo da capacidade de cada etapa do processo. As capacidades de cada etapa, levando-se em conta as tarefas realizadas, foram calculadas da seguinte forma:

1. TAREFA Enchimento do tanque de creme: Determinou-se, por meio de diversas medições, que o processo de enchimento do tanque de creme demorava 34,6 minutos para um volume de 1.500 litros, o que corresponde a uma vazão volumétrica na bomba de aproximadamente 2.600 litros/h. Como o creme possui uma densidade aproximada de 0,9, estimou-se que a bomba possuía uma vazão mássica de 2.900 kg/h para as condições de consistência e temperatura do produto (12 a 15°C).

2. TAREFA Pesagem de massa para requeijão: Utilizando-se o tempo normal médio de 25,1 s/forma, obtém-se uma capacidade horária de 143 formas/h. Utilizou-se aqui o tempo normal em vez do tempo padrão para cálculo da capacidade da tarefa, pois considerou-se que a mesma não é realizada de forma repetitiva por várias horas, e sim, intercalada com outras tarefas e por tempo suficiente para atendimento da demanda. Essa é uma tarefa realizada em outro setor, sendo que as massas são deixadas prontas e em quantidade suficiente a cada início de turno, não se caracterizando como gargalo na análise.

3. TAREFA Pesagem do ingrediente MIX PROTEICO: Utilizando-se o tempo normal médio de 34,5 s/saco, obtém-se uma capacidade horária de 104 sacos/h. Pela mesma razão da tarefa anterior, utilizou-se o tempo normal no cálculo. Da mesma forma que a tarefa anterior, esta tarefa é realizada em outro setor e o mix proteico é sempre entregue em quantidade suficiente, não se caracterizando como gargalo na análise.

4. TAREFA Pesagem do ingrediente MIX SAL: Utilizando-se o tempo normal médio de 50,1 s/saco, obtém-se uma capacidade horária de 71 sacos/h. Pela mesma razão da tarefa anterior, utilizou-se o tempo normal no cálculo. Da mesma forma que a tarefa anterior, esta tarefa é realizada em outro setor e o mix sal é sempre entregue em quantidade suficiente, não se

caracterizando como gargalo na análise.

5. ETAPA Fundição da massa: Esta foi a etapa com maior complexidade na análise. Para o cálculo da capacidade dessa etapa a mesma foi dividida em 5 tarefas, e a execução da mesma era feita de duas formas: com dois operadores e com um operador somente. As tarefas foram: Abastecer as fundidoras (com tempo médio de 63,6 s), Fundição da massa (inicialmente sem precisão do tempo médio, com estimativa de ser maior que 300 ou 400 s), Abastecimento das fundidoras com creme (com tempo médio de 18,7 s), Fundição da massa após adição de creme (com tempo médio de 83,0 s) e descargas das fundidoras (com tempo médio de 189,4 s). Dessas tarefas sabe-se que a Fundição da massa é a que demanda maior tempo, sendo a tarefa-gargalo que determina a capacidade da etapa. O cálculo da capacidade desta etapa é demonstrado posteriormente.

6. ETAPA Envase: Utilizando-se o tempo normal médio de 96 copos de 200g por minutos, obtém-se uma capacidade horária da tarefa de 1.152 kg/h. Portanto, tem-se uma capacidade horária da etapa de 1.152 kg/h. Pela mesma razão da tarefa anterior, utilizou-se o tempo normal no cálculo.

Para a etapa Fundição da massa, realizou-se as análises de tempo de ciclo de operação em dois casos possíveis: em operação normal com 2 operadores presentes e em operação com apenas 1 operador, estando o outro de intervalo. Foi necessário verificar se em cada caso o tempo de ciclo da operação de produção das bateladas de massa nas duas fundidoras era o mesmo ou diferiam. Em caso de tempos de ciclo diferentes, implica-se capacidades diferentes para cada caso e, portanto, a necessidade do cálculo de uma capacidade média por turno. Desta forma, para cada caso utilizou-se de um diagrama Homem-Máquina (HM) com o objetivo de calcular a duração de um ciclo de produção de duas bateladas (200 kg) de requeijão. A Figura 2 apresenta o diagrama HM obtido para a operação das duas fundidoras com dois operadores e a Figura 3 o diagrama para a operação das duas fundidoras com 1 operador.

Por meio do diagrama da Figura 2 obteve-se um tempo normal (*TNTN*) de ciclo de 578,3 s para cada batelada produzida com 2 operadores, em operação normal. Já para a operação com somente 1 operador, conforme a Figura 3, o tempo aumenta para 641,9 s. A operação das duas fundidoras no processo de fundição da massa com 2 operadores é relativamente simples, pois cada um opera de forma independente uma fundidora. Já a operação do mesmo processo com apenas 1 operador é mais complexa, pois o mesmo deve operar alternadamente as máquinas e mantê-las sincronizadas.

Além do tempo de ciclo, foi necessário a determinação do fator de tolerância para a obtenção de um tempo padrão (*TPTP*) de ciclo que representasse o trabalho de todo um turno. Isto é necessário pois ao longo do turno existem paradas para intervalo e paradas ergonômicas. Assim, considerando a jornada total de 1



turno de 8h20min, o intervalo de 1h00min para cada operador e paradas ergonômicas totalizando 0h20min, a jornada útil de 1 turno é $(8h20 - 1h00 - 0h20) = 7h00$ $(8h20 - 1h00 - 0h20) = 7h00$.

Desta forma, utilizando a Equação 2, obtém-se o fator de tolerância F_t , necessário para determinação do tempo padrão:

$$F_t = \frac{\text{Jornada total}}{\text{Jornada útil}} = \frac{(8 \times 60 + 20)}{(7 \times 60)} = 1,19 \quad (2)$$

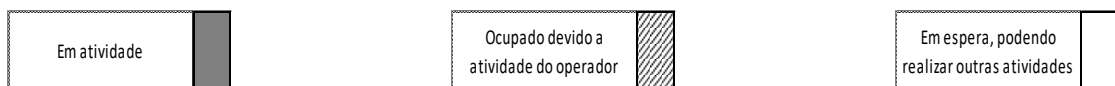
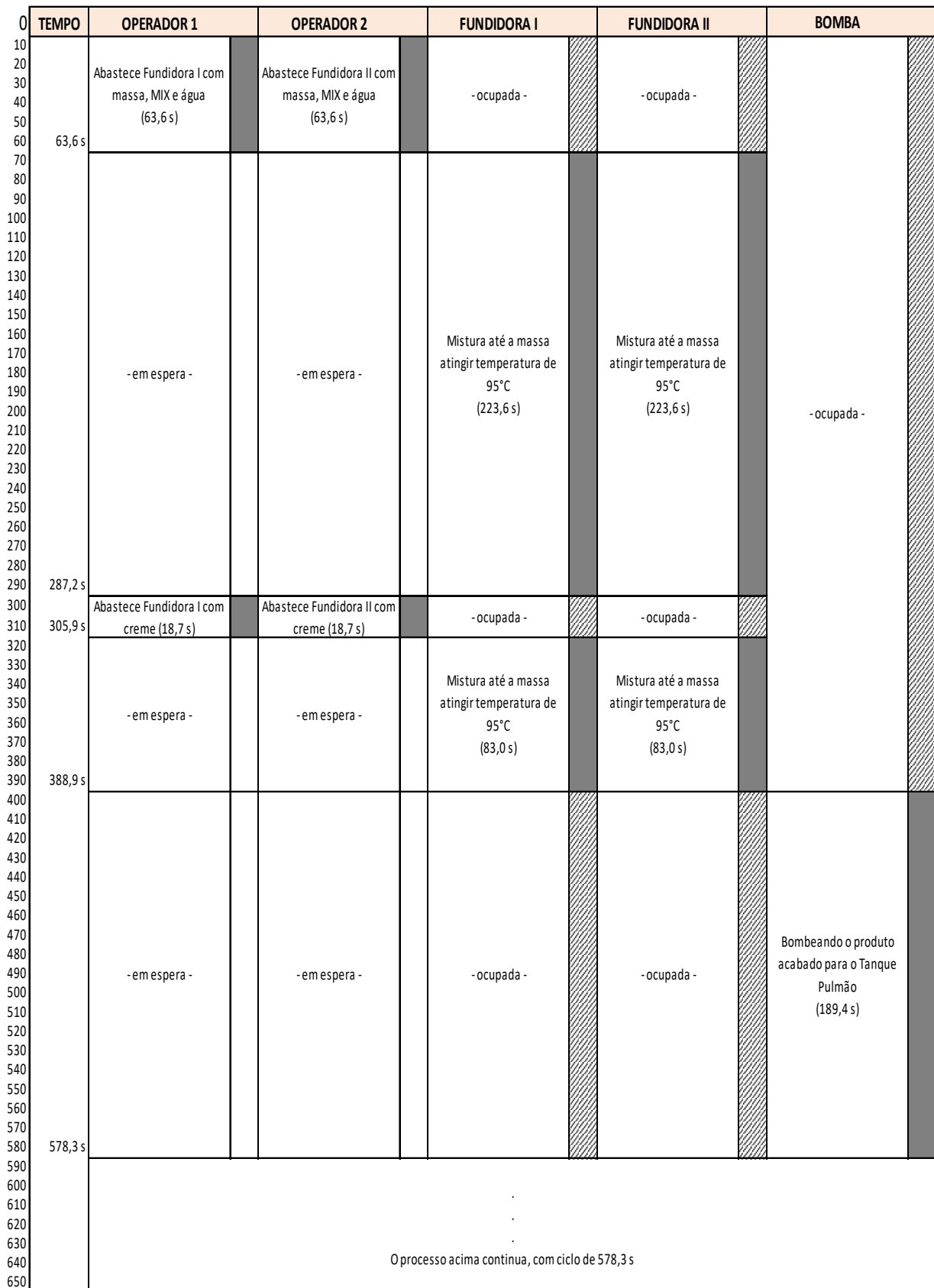


Figura 2 - Diagrama Homem-Máquina: 2 operadores e 2 fundidoras
 Fonte: Os autores (2020)



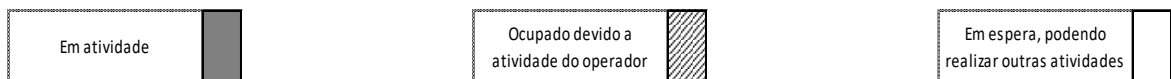
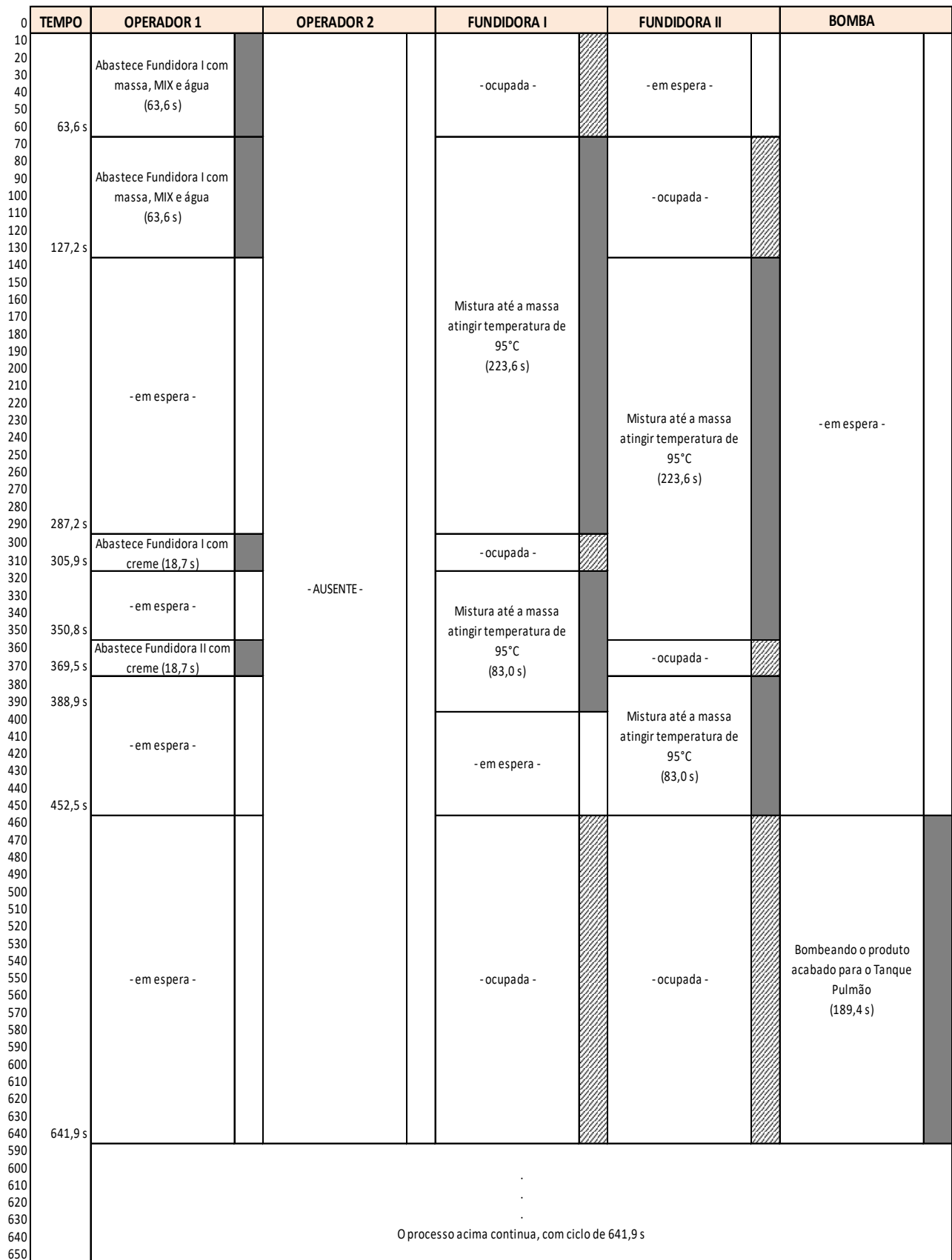


Figura 3 - Diagrama Homem-Máquina: 1 operador e 2 fundidoras
 Fonte: Os autores (2020)

O cálculo do tempo de ciclo padrão para o primeiro caso, 2 operadores e 2 fundidoras, produzindo bateladas de 200 kg, e sua conversão para capacidade é, então:

$$TP = TN \times F_t = 578,3 \text{ s}/200 \text{ kg} \times 1,19 = 688,2 \text{ s}/200 \text{ kg} = 1.046 \text{ kg/h}$$

A mesma análise, aplicada para o segundo caso, 1 operador e 2 fundidoras, dá:

$$TP = TN \times F_t = 641,9 \text{ s}/200 \text{ kg} \times 1,19 = 763,9 \text{ s}/200 \text{ kg} = 943 \text{ kg/h}$$

Assim, durante o turno, em condições normais há a ocorrência de duas capacidades diferentes. Considerando as paradas possíveis para cada operador, para o cálculo da capacidade média resultante estimou-se que em um turno de 8h20min tem-se 5h40min de operação com 2 operadores e 2h40min de operação com apenas 1 operador. Desta forma, por média ponderada obtém-se a capacidade média como:

$$5\text{h}40\text{min} \times 1.046 \text{ kg/h} + 2\text{h}40\text{min} \times 943 \text{ kg/h} = 8.442 \text{ kg/turno} = 1.013 \text{ kg/h}$$

Ao final deste passo da metodologia, organizou-se os dados coletados e os resultados obtidos na Tabela 3.

Como pode-se observar, a etapa gargalo do processo é a Fundição da massa, com capacidade horária média de 1.013 kg/h. Após a eliminação desse gargalo, aumentado sua capacidade para acima de 1.152 kg/h, a etapa de envase passaria a ser o novo gargalo do processo.



Tarefa	Tipo	Descritivo da tarefa	Quantidade	Tempo Normal	Capacidade Horária da tarefa (kg/h)	CAPACIDADE HORÁRIA DA ETAPA
Enchimento do tanque de creme	Máquina	Bomba transfere creme do setor da manteiga para o tanque de creme	1 bomba	-	2.600 L/h ou 2.900 kg/h	2.900 kg/h
Pesagem de massa para requeijão	Manual	Operador pesa a massa em formas de 8,25 kg	1 operador	25,1 s/forma	143 formas/h	(essas tarefas são realizadas em outro setor)
Pesagem do ingrediente MIX PROTEICO	Manual	Operador pesa ingredientes em sacos de 2,8 kg	1 operador	34,5 s/saco	104 sacos/h	
Pesagem do ingrediente MIX SAL	Manual	Operador pesa ingredientes em sacos de 1,456 kg	1 operador	50,1 s/saco	71 sacos/h	
Abastecimento das fundidoras	Manual	Operadores abastecem cada uma das fundidoras com 4 formas de massa (33 kg), 1 pacote de cada MIX e o restante de água.	1 ou 2 operadores	63,6 s		
Fundição da massa	Máquina	Mistura até a massa atingir temperatura de 95°C	2 fundidora	-		1.013 kg/h
Abastecimento das fundidoras com creme	Manual	Adição de creme 3 baldes de creme (39,6 kg),	1 ou 2 operadores	18,7 s		
Fundição da massa após adição de creme	Máquina	Mistura até a massa atingir temperatura de 90°C	2 fundidora	83,0 s		
Descarga das fundidoras	Máquina	Todo produto acabado é bombeado das fundidoras para o tanque pulmão	1 bomba	189,4 s		1.152 kg/h
Envase	Máquina		1 tanque 1 bomba 2 filtros 1 envasadora	96 copos 200g/min	1.152 kg/h	

Tabela 3 – Resultado final da análise de capacidade
Fonte: Os autores (2020)

3. Análise e melhoria das etapas com restrições: Nesta etapa realizou-se análises de causa e efeito e a elaboração de planos de ação para solução. Procurou-se soluções que exigissem o mínimo de investimento ou alterações dispendiosas do processo.

Após as análises concluiu-se, por exemplo, que o tanque pulmão apresentado no fluxograma da Figura 2, era inadequado por diversas razões. O tanque, de volume 1.000 litros, possuía uma capacidade máxima de massa de 800 a 900 kg, quantidade era inferior a capacidade da máquina de envase, de 1.152 kg/h, o que resultava em um tanque pulmão com capacidade para menos de 1 hora de operação normal, sempre com baixo nível durante a operação do processo e limitando a envio de massa ao envase. A base do tanque também era reta, em vez de cônica, e com saída lateral do produto. Além disso, observou-se que o agitador instalado no mesmo era pequeno, resultando em uma mistura muito deficiente, que não chegava até as paredes e fundo do tanque. Como consequência direta havia a formação de uma crosta de produto nas paredes do tanque. Além do não atendimento as normas de segurança alimentar, isto resultava em baixa homogeneização do produto antes do envase, aumentando o risco de variabilidade no produto final. A ação final neste caso foi a troca do tanque por outro com volume de 2.000 litros, com fundo cônico, saída central do produto e agitador suficiente para a mistura total do volume armazenado.

Nesta etapa realizou-se também uma análise para ampliação da capacidade da etapa Fundição da massa, considerada como etapa gargalo do processo. Como proposta para eliminação do gargalo do processo, simulou-se, além da operação das duas fundidoras existentes, a aquisição de uma ou duas novas máquinas e a operação de todo o conjunto por 2 operadores. O resultado, em termos de taxa de ocupação dos operadores, ociosidade dos mesmos e capacidade produtiva média, é apresentado na Tabela 3.

Observa-se que a aquisição de uma nova máquina de fundição, resultando em 3 máquinas em operação, aumenta a taxa de ocupação dos operadores de 14,2% para 36,7% e a capacidade média de 1.013 para 1.348 kg/h. O aumento da taxa de ocupação implica no maior aproveitamento da mão-de-obra disponível e o aumento da capacidade resulta em um processo capaz de atender maior demanda de produção.

QUANTIDADE HOMEM - MÁQUINA	PARA CADA 1 CICLO		CAPACIDADE PRODUTIVA	CAPACIDADE MÉDIA DA OPERAÇÃO
	OCUPAÇÃO	OCIOSIDADE		
1H - 2M	25,6%	74,4%	943 kg/h	1013 kg/h
2H - 2M	14,2%	85,8%	1.046 kg/h	
1H - 3M	36,7%	63,3%	1.348 kg/h	1.348 kg/h
2H - 3M	36,7%	63,3%	1.348 kg/h	
1H - 4M	42,9%	57,1%	1.576 kg/h	1.576 kg/h
2H - 4M	26,3%	73,7%	1.576 kg/h	

Tabela 3 – Simulação da capacidade média da etapa de fundição da massa com 2, 3 e 4 máquinas operadas por 2 operadores

Fonte: Os autores (2020)



Por outro lado, a operação com 4 máquinas aumenta consideravelmente a capacidade da etapa, passando a 1.576 kg/h de massa de requeijão, reduzindo, no entanto, a taxa de ocupação para 26,3%. Esta redução da taxa de ocupação em relação a operação com 3 máquinas é resultado da maior sincronia de 4 máquinas com 2 operadores.

A empresa acatou a sugestão, instalando uma nova máquina fundidora na etapa de fundição, e a restrição do processo foi eliminada.

4. Análise das etapas não-gargalos do processo: Neste passo estabeleceu-se recomendações de como operar as etapas não-gargalo do processo, sendo a principal utiliza-las na medida exata na demanda do mercado.

5. Verificação dos resultados: Após eliminar o gargalo do processo de produção do requeijão, ação realizada no mês de abril, a produção mensal fechou em 246.789 kg, quantidade muito próxima à meta desejada de 247.000 kg, conforme mostrado na Figura 6.

A partir de maio a produção final alcançou quantidades superiores a 247.000 kg e, conforme inicialmente acertado com a gerência, uma nova meta foi definida como 250.000 kg/mês, agora de forma segura que seria alcançável a curto ou médio prazo.

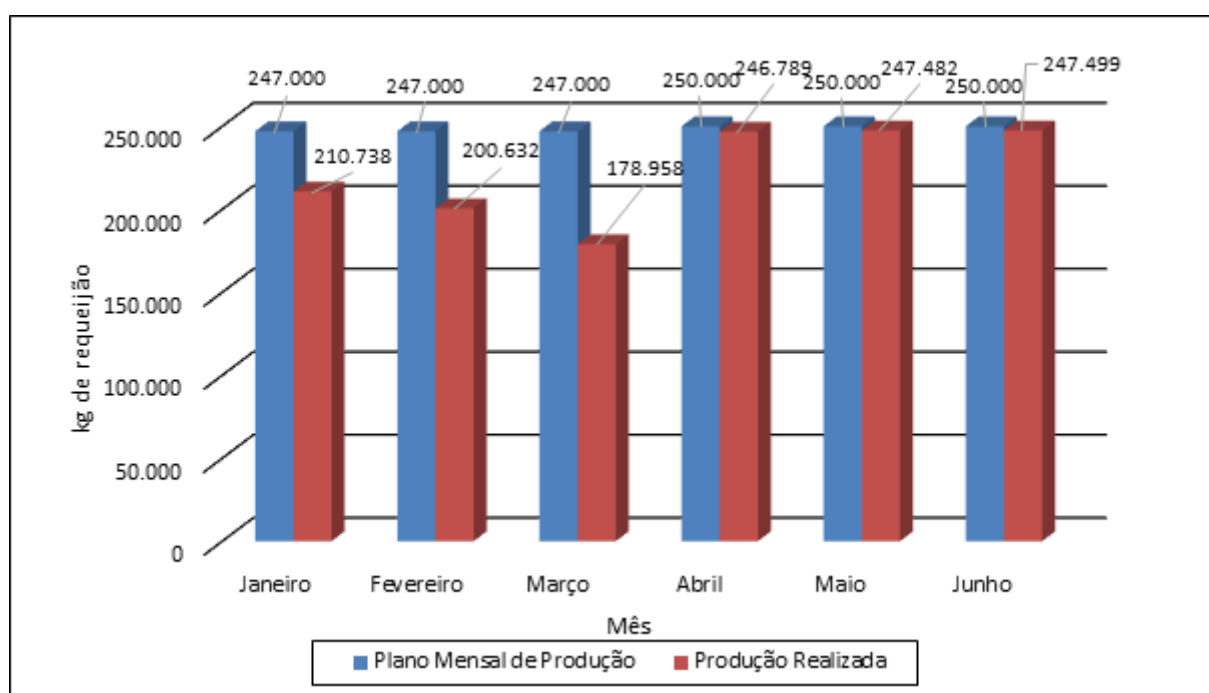


Figura 6 – Plano Mensal x Produção Realizada, ano 2017
Fonte: Os autores (2020)

4. CONCLUSÃO

Com o apoio das ferramentas utilizadas o objetivo geral do trabalho foi alcançado ao final do mesmo.

A realização do trabalho seguindo rigorosamente a metodologia e a aceitação pela empresa das ações propostas levaram ao êxito do mesmo e a obtenção de excelentes resultados operacionais. Como sugestões para trabalhos futuros, recomendou-se à gerência a realização das mesmas análises nos demais setores de produção da indústria, principalmente nos mais estratégicos e com linhas de produção em que as metas não estavam sendo atingidas.

Referências

ANTUNES, J., et al. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Edição Única. Porto Alegre: Editora Bookman, 2008.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto de medida do trabalho**. São Paulo: E. Blücher, 1977. 635 p.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. 8. ed. Nova Lima: FALCONI, 2004. 272 p. ISBN 85-98254-03-7.

CRUZ, J. M. da. **Melhoria do tempo-padrão de produção em uma indústria de montagem de equipamentos eletrônicos**. Monografia do Curso de Engenharia de Produção. Universidade Federal de Juíz de Fora, Juíz de Fora, MG, Nov. 2008.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed., rev. e ampl. São Paulo: CengageLearning, 2008. xii, 624 p.

RODRIGUES, F. **Requeijão fondue especialidade queijo processado**. Juiz de Fora: Do Autor, 2006.

REIS, E. dos S. **Teoria das restrições e gestão da demanda: Um modelo de análise conceitual**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D'Oeste.

TOLEDO J., Itys-Fides Bueno de; KURAMOTI, S.; SILVA, J. P. P. **Cronoanálise: base da racionalização, da produtividade da redução de custos**. 17. ed. Mogi das Cruzes: O&M Itys-Fides, 2011. 199 p. (Racionalização industrial).



CAPÍTULO 9

ESTUDO DE PREVISÃO DE DEMANDA PARA PEÇAS DE ROLAMENTO VISANDO A REDUÇÃO DO NÍVEIS DE ESTOQUE

STUDY OF DEMAND FORECAST FOR BEARING PARTS SEEKING TO REDUCE THE STOCK LEVEL

André Clementino de Oliveira Santos

Joan Gustavo Ribeiro Pereira

Leonardo Cardoso Galvão

Renan Pereira Maciel

Renata Martins Tavares

Resumo

Para se manter no mercado, é de suma importância que uma empresa aja de forma estratégica, sendo assim, as ferramentas do planejamento e controle da produção auxiliam bastante nas tomadas de decisões, e uma das suas ferramentas mais relevantes é a previsão de demanda. Dessa forma, o presente estudo busca produzir um ensaio científico, aplicando as técnicas de previsão, com o auxílio de uma revisão bibliográfica, em uma empresa de médio porte, com o objetivo de comparar o estoque de segurança da peça de rolamento 6205 SKF (25x52x15), com o estoque sugerido pelo modelo proposto. Assim, foi identificado na operação que o estoque sugerido da peça de reposição é menor que o estoque médio mensal que a empresa possuiu durante os 14 (quatorze) períodos estudados.

Palavras-chave: Planejamento e Controle da Produção, Previsão de demanda, Peças de reposição, Gestão de estoque.

Abstract

In order to remain in the market, it is of utmost importance that a company acts strategically, therefore, the tools of production planning and control become very useful in the decision making process, and one of the most relevant tools is the demand forecasting. Thus, this study seeks to produce a scientific essay, applying the forecasting techniques, with a literature review, in a medium-sized company. The goal was to compare the safety stock of the bearing part 6205 SKF (25x52x15) with the stock suggested by the studied model. Thereby, it was identified in the operation that the suggested stock of the spare parts is lower than the average monthly inventory that the company had been using during the 14 (fourteen) studied periods.

Key-words: Production Planning and Control, Demand Forecasting, Spare Parts, Stock Management



1. INTRODUÇÃO

A competitividade das organizações está relacionada com o seu desempenho no controle e planejamento dos seus recursos, se bem administrados podem diminuir desperdícios e garantir que tenha a quantidade necessária disponível para atender os seus clientes. Para tal, as empresas dispõem de ferramentas que utilizam dados históricos e estipulam direta ou parcialmente previsões de demandas que auxiliam nas tomadas de decisões.

Segundo Tubino (2007) a previsão de demanda é a base para o planejamento estratégico de uma organização e permite que seus administradores possam antever situações futuras e analisar suas ações. Além disso, o planejamento estratégico busca maximizar os resultados das operações e minimizar os riscos nas decisões da organização, em outras palavras, consiste em gerar condições para que a empresa utilize alternativas perante oportunidades e ameaças (TUBINO, 2017). Desse modo, para que um empreendimento tenha resultados significativos e se diferencie no meio competitivo, é necessário um planejamento eficaz.

Relativo a peças de reposição, pode-se notar uma grande representatividade de investimentos de empresas, mesmo assim, estas possuem pouca compreensão no âmbito da gestão devido o seu padrão de consumo esporádico (WANKE, 2005). Conforme os estudos de Planejamento e Controle da Produção (PCP) na parametrização e controle do estoque é de suma importância que as previsões de peças de reposição, mesmo que estejam submetidas a erros, sejam realizadas, pois são úteis para a reposição do estoque de segurança, uma vez que, sua falta pode ocasionar em problemas mais graves financeiramente (RÊGO; MESQUITA, 2011).

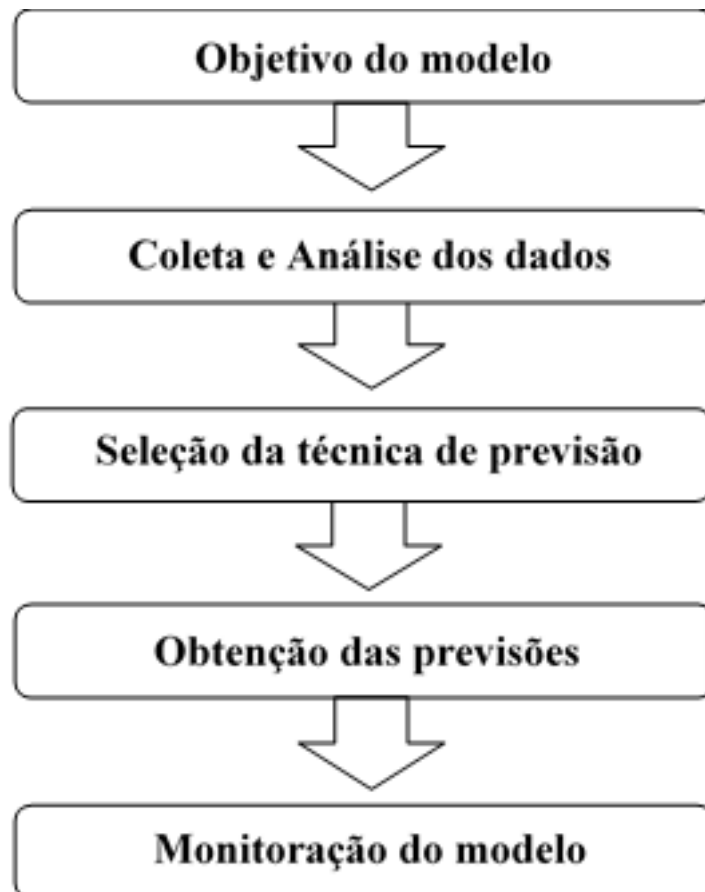
Nesse contexto, o presente estudo, desenvolvido em uma empresa localizada na cidade de Castanhal no estado do Pará, teve como objetivo realizar um ensaio de previsão de demanda utilizando modelos temporais em uma peça de rolamento, com base nos dados de vendas e estoques de 14 períodos. Com isso, propor uma técnica que menos apresentará erros e comparar o estoque de segurança utilizado pela empresa com o estoque obtido pelo modelo proposto, cuja finalidade principal é auxiliar a empresa na gestão do estoque.

É importante ressaltar que, durante a elaboração deste artigo, os dados necessários foram adquiridos em entrevistas por meio de teleconferências com o gestor da empresa e por e-mails, respeitando o período de quarentena imposto devido à pandemia do COVID-19.

2. PREVISÃO DE DEMANDA

A previsão de demanda possui grande notabilidade no planejamento estratégico das empresas, pois, esta ferramenta busca identificar os pedidos futuros permitindo um controle eficiente da quantidade a oferecer conforme a demanda, ou seja, aproximando-se do equilíbrio entre oferta e demanda (CALSCING, 2015).

Conforme Tubino (2006), as etapas de um modelo de previsão seguem uma estrutura de cinco passos básicos (Fluxograma 1). Primeiramente, é definido o objetivo que guiará o modelo para a coleta e análise de dados, assim, determina-se qual técnica de previsão que mais se adequa ao problema e por fim, é calculada a previsão da demanda e monitora-se com base na análise dos erros de previsão.



Fluxograma 1 - Etapas de um modelo de previsão de demanda
Fonte: Adaptado de Tubino (2006)

2.1 Técnicas de previsão de demanda

Segundo Tubino (2017), a técnica de previsão de demanda deve ser escolhida de acordo com a situação, cada técnica se adapta melhor em cada situação específica. Além disso, as técnicas variam bastante entre elas, porém há características que geralmente estão presentes em todas elas, sendo estas: a suposição que os

influenciadores da demanda continuarão a agir sobre ela no futuro; levar em consideração que é impossível obter uma previsão perfeita, porque ocorrerão variações aleatórias; o aumento do tempo diminui a precisão da previsão; a previsão de um grupo de produtos diminui os erros individuais tornando-a mais precisa.

Outro aspecto das técnicas de previsão é, de acordo com Tubino (2017), a possibilidade de serem qualitativas ou quantitativas. Assim, as técnicas qualitativas, por serem baseadas na opinião e julgamento de especialistas, são mais rápidas e por isso são utilizadas quando não há tempo para coletar dados ou quando não há dados, como, por exemplo: um produto novo. Também, são utilizadas quando a economia e política estão instáveis, pois os dados se tornam obsoletos com muita rapidez.

Por outro lado, as técnicas quantitativas envolvem uma análise numérica, por meio de um modelo matemático e pela coleta de dados, assim, projetando a demanda futura. Essas técnicas podem ser subdivididas em técnicas baseadas em séries temporais que modelam matematicamente a demanda futura, isto, baseado em dados históricos do produto, podem também ser técnicas baseadas em correlações, que associam esses dados com variáveis que se relacionam com a demanda do produto. Finalmente, é conveniente que as empresas utilizem as técnicas qualitativas e quantitativas, pois com isso há um aumento da acuracidade das previsões (TUBINO, 2017).

2.1.1 Média móvel simples

Quando as demandas demonstram estar mais estáveis, encontram-se modelos mais simples para fazer a previsão, flutuando ao redor de um patamar onde se deseja estimar. O esforço para prever a flutuação é dispensável, para isso deve-se reduzir o seu efeito para estimar o valor do patamar. Neste caso, utilizamos o modelo de média simples (CORRÊA H.; CORRÊA C., 2007).

A média móvel utiliza dados predeterminados, geralmente são os mais atuais para fazer a previsão. A cada período de previsão adicionado, substitui o dado mais antigo pelo mais atual (TUBINO, 2017). A análise pode ser feita através da seguinte equação: $Mm_n = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$. No qual Mm_n é a média móvel de n períodos, D_i a demanda ocorrida no período i , n o número de períodos e i o índice do período.

2.1.2 Média móvel exponencial

Nesse método a importância de cada observação decresce ao longo do tempo, em progressão geométrica ou exponencial. Segundo (TUBINO, 2007, p. 21) "cada nova previsão é obtida com base na previsão anterior, acrescida do erro cometido corrigido por um coeficiente de ponderação". A análise pode ser feita através da

seguinte equação: $M_t = M_{t-1} + \alpha(D_{t-1} - M_{t-1})$.

Sendo M_t a previsão para o período t , M_{t-1} a previsão para o período $t-1$, α o coeficiente de ponderação e D_{t-1} é a demanda do período $t-1$. Vale ressaltar que, quanto maior for o coeficiente de ponderação mais rápido o modelo de previsão reagirá a uma variação real da demanda.

2.1.3 Média móvel ponderada

Segundo Peinado (2007), este modelo gera suas previsões com atribuições de pesos para as demandas mais recentes. O cálculo é realizado através da soma das previsões anteriores multiplicadas pelos seus respectivos pesos, conforme a fórmula a seguir: $P_j = \sum_{i=1}^n D_i \times PE_i$.

Sabendo que, P_j é a previsão para o período j , D é a demanda no período e PE é o peso atribuído ao período. Os pesos são definidos conforme se queira dar mais ou menos ênfase ao período. Assim, quanto maior for o peso atribuído, maior será a relevância daquela demanda. Contudo, de acordo com Moreira (2009), a soma destes deve ser igual a 1 (um). É válido mencionar que, nesse método, a vantagem é que os valores mais recentes da demanda podem receber uma importância maior nos cálculos.

2.1.4 Modelo de tendência

De acordo com Tubino (2017), este modelo consiste no deslocamento gradual dos dados à longo prazo e o cálculo está relacionado com a plotagem do gráfico de demanda, assim, ele gerará uma equação que pode ser linear ou não linear (polinomial, exponencial, logarítmica, etc.) para chegar a uma previsão de demanda.

Desse modo, o *software Microsoft Excel* é utilizado para organizar dados e fazer a plotagem, para definir as equações da demanda que poderiam ser utilizadas no modelo e a equação é definida com a que apresentar menor erro, para poder fazer uma estimativa de venda para os períodos seguintes (CORRÊA H.; CORRÊA C., 2007).

2.1.5 Previsão de Sazonalidade

A sazonalidade é caracterizada pela ocorrência de altos e baixos com períodos regulares nas séries temporais da demanda, sendo expressa em termos de uma quantidade da demanda que desvia dos valores médios da série, havendo um motivo plausível para essa ocorrência, a exemplo, o aumento da demanda de ar con-



dicionados em períodos mais quentes. A forma mais simples de incluir a sazonalidade na previsão é assumir o dado da demanda no último período sazonal como a demanda futura (adicionando a tendência, caso exista), porém a forma mais utilizada consiste em obter o índice de sazonalidade (valor aplicado sobre a média ou tendência) para vários períodos, em seguida empregar uma média móvel centrada e aplicar sobre o valor médio previsto para o período (TUBINO, 2017).

2.2 Monitoração do modelo

Após a escolha do modelo de previsão a ser usado, é necessário acompanhar o seu desempenho perante os dados atuais, e uma forma de fazer essa verificação consiste em examinar o erro acumulado (TUBINO, 2017). Segundo Peinado (2007), as previsões estão sempre sujeitas a erros, portanto, é fundamental que eles sejam medidos e avaliados, assim, os cálculos são definidos a partir da diferença entre a demanda real e a demanda prevista.

Na literatura existem diversos métodos para a elaboração desses cálculos e, para este estudo, utilizou-se o método da Média Absoluta dos Erros (MAD), o qual permite identificar se os erros geram poucos desvios atendendo às previsões. Desse modo, a fórmula do MAD corresponde à média dos erros apresentados pelo modelo de previsão em relação à demanda efetiva e pode ser definido como:

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |D_{real} - D_{prevista}|}{n}$$

A partir disso, pode-se aplicar o Controle Estatístico de Processos (CEP), o qual consiste em gerar gráficos com limites superiores e inferiores que são o equivalente a quatro vezes o MAD, para cima ou para baixo. Essa é uma ferramenta mais apurada para monitoração do modelo de previsão de demanda e, portanto, gera a sua validação (TUBINO, 2017).

3. ESTOQUE

É definido por Slack et. al (2009), em relação aos estoques, que estes são como a acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema produtivo. Outro aspecto, relativo à armazenagem, é a notoriedade das principais indagações para as decisões a serem tomadas diante à gestão de estoques, como: a quantidade a ser pedida quando for solicitada; quantidade para manter em estoque de segurança; onde localizar os estoques e como controlar o sistema (WANKE, 2010). Conforme Conceição et. al (2015), é preciso definir a política de estoque mais apropriada para o problema, cujo objetivo é estabelecer, de forma eficiente, quando o pedido deve ser acionado, isto, em consonância com a quantidade.

Dentro da gestão de estoques, especificamente, os estoques de segurança são projetados para atender às variações da demanda no período de ressuprimento ou

a variações no próprio período, pois caso haja um término da mercadoria armazenada causará problemas no fluxo produtivo. Sendo assim, o estoque de segurança serve para atenuar os erros da previsão de demanda e deve variar de acordo com as mudanças nos tempos previstos de ressuprimento, para garantir o atendimento das demandas (TUBINO, 2007).

Ademais, Slack et. al (2009) conceitua que gerentes de produção tem uma atitude ambivalentes, em relação ao armazenamento. Pois, são custosos, podem empatar uma grande quantidade de capital, deteriorar, ocorrer obsolescimento ou ser perdido, e ocupam o espaço que poderia ser utilizado na produção. Porém, os estoques proporcionam uma segurança caso ocorra erros na previsão de demanda, sendo assim, é imprescindível tê-los para uma eventual procura inesperada do produto.

Segundo Tubino (2007), para o dimensionamento do estoque de segurança devem ser considerados dois fatores: os custos decorrentes do esgotamento do item e os custos de manutenção dos estoques de segurança. Quanto maiores forem esses custos maiores devem ser os armazenamentos de segurança. Quanto ao cálculo dos custos de manutenção de certo nível da estocagem de segurança, deve-se atribuir uma taxa de encargos financeiros (I), porém o custo de falta não é determinável com facilidade. Por isso, para esse dimensionamento é assumido um risco (nível de serviço) que deve ser determinado em função de quantas faltas do item se admite em um período de planejamento suportável. Como é mostrado na fórmula:

$$\text{Nível de serviço} = 1 - \frac{\text{Faltas do item}}{\text{Frequência de reposição}}$$

Outrossim, ao considerar que a demanda no tempo de ressuprimento tenha uma distribuição normal, podem-se relacionar os níveis de serviço com o número de desvios padrões que necessitariam da estocagem de segurança. Ou seja: “[...] O estoque de segurança (Q_s) é a parcela adicional (Z), expressa em termos de desvios padrões (σ) associada a determinado risco, que se deve manter de itens em estoque para suportar uma demanda máxima (d_{max}) superior à demanda média (d) [...]” (TUBINO, 2007, p. 82). Como a figura 1 e a fórmula em citadas ilustram:

$Q_s = Z \cdot \sigma$; Sendo Q_s = Nível de segurança; Z = Número de desvios padrões; σ = Desvio Padrão;

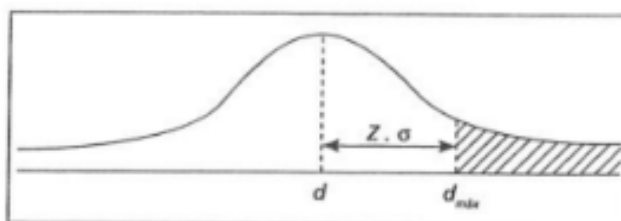


Figura 1 – Dimensionamento do estoque de segurança
Fonte: Tubino (2017)

De acordo com o nível padrão almejado para o item, deve-se considerar um número de desvios padrões, mostrados na tabela 1:

Nível de serviço	Z
80%	0,84
85%	1,03
90%	1,28
95%	1,64
99%	2,32
99,99%	3,09

Tabela 1 - Nível de serviço relacionado ao número de desvios padrões
Fonte: Tubino (2007)

Afinal, em concordância com Tubino (2007), existem outras formas mais simples de calcular os estoques de segurança. Sendo elas: o *time buffer*, que é o planejamento do recebimento do item com um tempo de segurança, ou considerando o armazenamento de segurança como uma porcentagem da demanda no tempo de ressuprimento.

4. PEÇAS DE REPOSIÇÃO

De acordo com Rego e Mesquita (2011), os estoques das peças de reposição possuem características diferentes de outros produtos nas empresas. Além disso, mostra algumas características desse estoque: a sua falta causa uma percepção negativa no cliente; possui itens com demanda elevada, e por isso tem alto desgaste; produtos com alta complexidade e curtos ciclos de vida aumentam o risco de obsolescência, necessitando de um grande estoque de peças de reposição.

Com isso, é possível identificar que certas características dificultam nas decisões de política de estoque que é o baixo giro do produto. Segundo Peter Wanke (2005), os custos com os estoques de peças de reposição possuem grande significância em diferentes áreas na economia como, por exemplo, com armazenagem, depreciação, seguro, entre outros.

5. ESCOLHA DO PRODUTO

A empresa estudada vende peças de reposição de máquinas que são usadas para extração da polpa do açaí e localiza-se na cidade de Castanhal no estado do Pará. Dessa forma, o rolamento é uma das peças de reposição à venda no estabelecimento e possui diversos subitens, dentre eles, o que atendeu aos critérios estabelecidos foi o modelo 6205 (figura 2) que possuiu maior movimentação em

relação aos demais subitens. Na empresa, os rolamentos são divididos em dois setores, chamados de Rua A e Rua B, sendo assim, o subitem escolhido faz parte do setor localizado na Rua B.



Figura 2 – Rolamento 6205 SKF (25x52x15)
Fonte: Mercado livre (2020)

6. METODOLOGIA

É importante mencionar que, neste estudo, os dados foram obtidos por emails e esclarecidos por meio de teleconferências com o gestor da empresa citada, devido o período de quarentena que ocorreu durante a pandemia do COVID-19 nos primeiros meses de 2020. Sendo assim, o gestor disponibilizou o histórico da demanda de 14 períodos do produto selecionado (rolamento 6205).

Conforme os objetivos supracitados deste estudo, os dados de vendas dos rolamentos foram organizados e filtrados pelo *software Excel* para selecionar o sub-tipo do produto que possui mais relevância, devido à grande gama de itens com movimentações esporádicas, sendo os critérios: a) ter frequência de vendas acima da média; b) possuir quantidade de item vendido acima da média (Tabela 2).

Produto: rolamento 6205	
Demanda	Mês/Ano
6	jan/19
6	fev/19
2	mar/19
19	abr/19
1	mai/19
12	jun/19

30	jul/19
11	ago/19
6	set/19
8	out/19
2	nov/19
3	dez/19
11	jan/20
1	fev/20

Tabela 2 - Organização dos dados
Fonte: Autores (2020)

Após essa etapa, foram verificados os dados passados de estoque deste produto, com o auxílio do *software* de planilhas eletrônicas, para os dados serem tratados conforme o código, mês e ano do produto. Em seguida, organizaram-se os dados da demanda em consonância com os meses de vendas para gerar o gráfico de dispersão (gráfico 1).



Gráfico 1 - Demanda mensal
Fonte: Autores (2020)

Dessa forma, o gráfico foi analisado e conforme o seu comportamento notou-se que o modelo mais apropriado seria o de médias móveis. A partir dessa informação, calculou-se a média móvel simples (com o valor dos períodos de 2 a 10), média móvel exponencial (com o valor dos coeficientes de ponderação e 0,2 a 0,9) e a média móvel ponderada (tabela 3).

MÊS	2019												2020	
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV
DEMANDA	6	6	2	19	1	12	30	11	6	8	2	3	11	1
MMPond				4	11	7	10	19	17	12	8	5	4	7
MMS(2)			6	4	11	10	7	21	21	9	7	5	3	7
MMS(3)				5	9	7	11	14	18	16	8	5	4	5
MMS(4)					8	7	9	16	14	15	14	7	5	6
MMS(5)						7	8	13	15	12	13	11	6	6
MMS(6)							8	12	13	13	11	12	10	7
MMS(7)								11	12	12	12	10	10	10
MMS(8)									11	11	11	11	9	10
MMS(9)										10	10	9	10	9
MMS(10)											10	10	9	10
MMEXP(0,1)		6	6	6	7	6	7	9	9	9	9	8	8	8
MMEXP(0,2)		6	6	5	8	7	8	12	12	11	10	9	7	8
MMEXP(0,3)		6	6	5	9	7	8	15	14	11	10	8	6	8
MMEXP(0,4)		6	6	4	10	7	9	17	15	11	10	7	5	8
MMEXP(0,5)		6	6	4	12	6	9	20	15	11	9	6	4	8
MMEXP(0,6)		6	6	4	13	6	9	22	15	10	9	5	4	8
MMEXP(0,7)		6	6	3	14	5	10	24	15	9	8	4	3	9
MMEXP(0,8)		6	6	3	16	4	10	26	14	8	8	3	3	9
MMEXP(0,9)		6	6	2	17	3	11	28	13	7	8	3	3	10

Tabela 3 – Cálculo das médias móveis
Fonte: Autores (2020)

Em seguida, foi calculado os erros absolutos dos últimos quatro meses e depois calculou-se o MAD de cada técnica das médias móveis (tabela 3.1).

Técnica de previsão		Erros absolutos dos últimos 4 meses				MAD	4*MAD
Média Móvel Ponderada	n=3	6	2	7	6	5	20,70
Média Móvel Simples	n=2	5	2	9	6	5	21,50
	n=3	6	2	7	4	5	19,67
	n=4	12	4	6	5	7	26,75
	n=5	11	8	5	5	7	29,80
	n=6	9	9	1	6	6	24,67
	n=7	10	7	1	9	7	27,29
	n=8	9	8	2	9	7	28,50
	n=9	8	6	1	8	6	22,30
	n=10	8	7	2	9	6	25,70
	Média Móvel Exponencial	$\alpha=0,1$	7	5	3	7	6
$\alpha=0,2$		8	6	4	7	6	24,43
$\alpha=0,3$		8	5	5	7	6	24,57
$\alpha=0,4$		8	4	6	7	6	24,01
$\alpha=0,5$		7	3	7	7	6	23,32
$\alpha=0,6$		7	2	7	7	6	22,77
$\alpha=0,7$		6	1	8	8	6	22,48
$\alpha=0,8$		6	0	8	8	6	22,48
$\alpha=0,9$		6	0	8	9	6	23,52

Tabela 3.1 – Cálculo dos erros absolutos, MAD e 4*MAD das técnicas de previsão
Fonte: Autores (2020)

Por fim, os dados de compra, de venda e de estoque do produto foram organizados em uma tabela para identificar o acervo médio mensal e comparar com o estoque sugerido que foi obtido pelo modelo proposto com o nível de confiança de 90%.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no MAD das técnicas de previsão de médias móveis na tabela 3.1, a média móvel simples apresentou o menor Desvio Absoluto Médio (MAD), com o número de períodos (n) igual a 3 (três). Diante esta informação, foi selecionada essa técnica para operar a previsão para o mês de março, no qual obteve como resultado a quantidade de 5 (cinco) rolamentos, como podemos visualizar na tabela 4.

MÊS	2019												2020		
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR
DEMANDA	6	6	2	19	1	12	30	11	6	8	2	3	11	1	
MMS (3)				5	9	7	11	14	18	16	8	5	4	5	5

Tabela 4 – Previsão de demanda de um período com a média móvel simples
Fonte: Autores (2020)

De acordo com a tabela 4.1, o valor do estoque médio mensal é de 20 (vinte) rolamentos, uma quantidade significativa para armazenamento.

MÊS	2019												2020	
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV
DEMANDA	6	6	2	19	1	12	30	11	6	8	2	3	11	1
COMPRA	0	0	0	20	0	13	10	22	10	0	0	5	6	0
(C-D)	-6	-6	-2	1	-1	1	-20	11	4	-8	-2	2	-5	-1
EI	44	38	32	30	31	30	31	5	10	14	6	9	17	12
EF	38	32	30	31	30	31	5	10	14	6	9	17	12	11
EM	41	35	31	31	31	31	18	8	12	10	8	13	15	12

Tabela 4.1 – Compras, vendas e estoque (EI = estoque inicial; EF = estoque final; EM = estoque médio)
Fonte: Autores (2020)

Com o cálculo do estoque de segurança sugerido (ES), no qual é utilizado o valor do Desvio Absoluto Médio (MAD) da média móvel simples com o nível de serviço de 90% (tabela 4.2), obteve-se como resultado a quantidade de 8 (oito) rolamentos, um valor abaixo da média mensal do estoque final (MMEF) que o produto apresentou durante os 14 períodos.

MMEF	20
MAD	5
ES (90%)	8

Tabela 4.2 – Cálculo do estoque de segurança sugerido (ES)
Fonte: Autores (2020)

Conforme os resultados supracitados, percebe-se que o modelo apresentou uma proposta de 8 (oito) peças para o estoque de segurança. Sendo assim, é notório que o estoque sugerido apresentou um bom desempenho com a técnica de média móvel simples, pois a média mensal do estoque é de 20 (vinte), ou seja, o modelo proposto sugere um armazenamento de segurança de 60% menor que o utilizado pela empresa.

8. CONCLUSÃO

A previsão de demanda é uma ferramenta essencial para auxiliar nas tomadas de decisões de nível gerencial à operacional. Ela permite que as informações históricas sejam transformadas em projeções para o futuro, isto de médio a longo prazo. Neste estudo, realizou-se a previsão de demanda de uma peça de reposição para uma empresa localizada na cidade de Castanhal - PA.

Vale ressaltar que as peças de reposição possuem características diferentes se comparadas a outros produtos, isso devido ao comportamento de sua demanda. Conseqüentemente, há uma dificuldade de obter precisão em suas previsões, entretanto, tem sua relevância diante dos custos que estão submetidos com o armazenamento e a falta do produto.

Baseado em dados históricos de 14 períodos a contar de janeiro de 2019 a fevereiro de 2020, o estudo permitiu definir a técnica de previsão de demanda mais adequada para obter projeções confiáveis e que geram erros menores. A aplicação do método de média móvel para análise dos dados de demandas reais possibilitou a verificação de que o modelo mais adequado foi o de média móvel simples, uma vez que o valor do seu MAD foi o menor obtido. Além disso, o estoque de segurança sugerido pelo modelo foi de 8 (oito) rolamentos mensais, 60% a menos do que o utilizado nos 14 períodos anteriores, com uma confiabilidade de 90%.

É importante mencionar que para que a previsão de demanda seja válida, é indispensável a revisão do modelo proposto a cada três meses, uma vez que as demandas são dinâmicas, podendo acarretar em mudanças sobre o modelo mais adequado. Por fim, pode-se verificar que a aplicação de métodos simples e de baixo custo poderá trazer resultados significativos para a empresa em relação aos seus estoques.

Referências

CALSING, L. C. **Previsão de demanda combinada a partir de métodos quantitativos e opinião de especialistas**. Porto Alegre: UFRGS, 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, Porto Alegre, 2015.

CONCEIÇÃO, SV, da Silva, GLC, Lu, D., Nunes, NTR e Pedrosa, GC (2015). **Um esquema de classificação de demanda para o modelo de estoque de peças de reposição sujeito a demanda estocástica e lead time**. Planejamento e controle da produção, 26 (16), 1318-1331. <doi: 10.1080 / 09537287.2015.1033497>.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LIVRE, Mercado. **Rolamento 6205 2rs Skf (25x52x15)**. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-797447327-rolamento-6205-2rs-skf-25x52x15-_JM. Acesso em: 15 maio 2020.



MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2 ed. rev. e ampl. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba: Unicenp, 2007.

REGO, J. R. do; MESQUITA, Marco Aurélio de. **Controle de estoque de peças de reposição em local único: uma revisão da literatura: uma revisão da literatura**. Production, [s.l.], v. 21, n. 4, p. 645-666, 21 jan. 2011. Fap. UNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-65132011005000002>>. Acesso em: 10 maio 2020.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006. TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**, São Paulo: Atlas, 2007. 190p. TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

SLACK, N.; CHAMBERS S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

WANKE, P. **Gestão de Estoques na Cadeia de Suprimentos**. São Paulo. Editora Atlas, 2003. 176 p.

WANKE, P. **Metodologia para gestão de estoques de peças de reposição: um estudo de caso em empresa brasileira**. Revista Tecnológica. p. 60-65, dez. 2005.

WANKE, P. **The impact of different demand allocation rules on total stock levels**. Pesquisa Operacional, v. 30, n. p. 33-52, 1, 2010.



CAPÍTULO 10

APLICAÇÃO DO CICLO PDCA NA MELHORIA DE PROCESSOS DE UM TERMINAL MARÍTIMO

APPLICATION OF THE PDCA CYCLE IN THE IMPROVEMENT OF
PROCESSES OF A MARITIME TERMINAL

Jessica Alves Trindade Lima

Moisés dos Santos Rocha

Resumo

A busca por maiores receitas e maiores níveis de competitividade tem levado as organizações a reconhecerem a importância das funções estratégicas das suas operações e a necessidade de garantir a constante melhoria dos processos que os regem. Nesse cenário destacam-se as iniciativas de melhoria apoiadas em programas de qualidade capazes de proporcionar a resolução de problemas e de também garantir a manutenção dos resultados, sendo o ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) um modelo amplamente reconhecido por tais atributos. O presente trabalho trata da aplicação do PDCA como método para melhoria de processo em setor de processos operacionais de um terminal marítimo. Trata-se de um estudo de caso, pesquisa de natureza aplicada, do tipo pesquisa-ação de abordagem quantitativa-qualitativa que se propõe a prover melhorias ao processo operacional do setor em estudo e para tanto se apoia nas etapas do PDCA para consolidar os passos adotados na metodologia aplicada. O estudo apresenta os levantamentos bibliográficos, documentais e de campo realizados, bem como os passos e as ferramentas da qualidade empregadas em cada uma das etapas e expõe os resultados iniciais obtidos, que evidenciam o alcance de ganhos quantitativos e qualitativos para o setor e destacam a importância das iniciativas de melhoria nas organizações como meio de eliminação de desperdícios e aumento de produtividade.

Palavras chave: Gestão da Qualidade; Melhoria Contínua; Ciclo PDCA; Melhoria de Processos; Terminal Marítimo.

Abstract

The search for higher revenues and higher levels of competitiveness has led organizations to recognize the importance of the strategic functions of its operations and the need to ensure the constant improvement of the processes that govern them. In this scenario there are the improvement initiatives supported by quality programs to provide problem solving and ensure the maintenance of the results, and the PDCA cycle (plan-do-check-act) a widely recognized model for such attributes. This paper deals with the application of PDCA as a method for process improvement in operational processes sector of a maritime terminal. It is about a case study, research of applied nature, action research type that has qualitative and quantitative approach and aims to provide improvements for the operational process under study and to do so is based on the PDCA steps to consolidate the steps taken in the methodology applied. The study presents the bibliographical, documentary and conducted field surveys, as well as the steps and the quality tools used in each step and exposes the initial results, which show the range of quantitative and qualitative gains for the sector and highlight the importance of improvement initiatives in organizations as a means of eliminating waste and increase the productivity.

Key-words: Quality Management; Continuous Improvement; PDCA Cycle; Processes Improvement; Maritime Terminal



1. INTRODUÇÃO

As organizações sempre buscam manterem-se competitivas, gerando maiores receitas e atraindo mais investimentos. Para garantir o alcance desses resultados é imprescindível que essas organizações reconheçam a importância das funções estratégicas e gerenciamento adequado de suas operações. Isso significa, dentre outras coisas, otimizar a utilização dos seus recursos, reduzir os custos e garantir a constante melhoria dos seus processos.

Nesse contexto, o terminal marítimo privativo em análise, localizado em São Luís no estado do Maranhão, é responsável pelo escoamento da produção de minério proveniente do estado do Pará para o mundo em uma das principais estruturas portuárias do país. Para atender aos fins aos quais se destina, que vai desde o recebimento de minério advindo de Carajás até o seu embarque em navios graneleiros, o terminal conta com uma série de operações interligadas, dentre elas a operação de pátios e a operação embarque. A operação de pátios é responsável pela recuperação do minério empilhado nos pátios de estocagem e está diretamente relacionada à operação de embarque que culmina no carregamento de navios. O sucesso dessas operações está relacionado aos processos operacionais que suportam a realização das atividades desenvolvidas. Tais processos precisam garantir a produtividade das máquinas, a manutenção adequada das mesmas, a segurança operacional, a disponibilidade de recursos, dentre outros.

Assim, dentre os motivos para a realização do estudo, destacaram-se: o excessivo tempo gasto para a realização das atividades do processo operacional de consolidação das demandas de manutenção para a operação, a ocorrência de retrabalhos e a realização de deslocamentos desnecessários. Assim, este artigo apresenta a aplicação do Ciclo PDCA visando a melhoria do processo operacional do terminal marítimo em São Luís no estado do Maranhão.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Gestão de processos e operações

Grando (2013) considera o processo como uma atividade ou um conjunto de atividades, que usa insumos (inputs) mensuráveis, adiciona-lhes valor e produz uma ou mais saídas (outputs) que são resultados para um cliente. Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 8) “todas as operações produzem produtos e/ou serviços através da transformação de entradas em saídas, o que é chamado de processo de transformação”. Nesse sentido entende-se como transformação o uso de recursos para mudar o estado ou condição de algo com o intuito de gerar outputs, que são as saídas da operação, de acordo com o modelo Entrada-Processo de transforma-



ção-Saída apresentado por Slack, Chambers e Johnston (2009).

2.2 O Ciclo PDCA

Peinado e Graeml (2007) referem-se ao Ciclo PDCA como um modelo de melhoria contínua, introduzido por Shewart e popularizado por Deming. De acordo com os autores existem muitos modelos descritos na literatura para se conseguir melhoria, mas talvez o mais conhecido seja o Ciclo PDCA, sendo o modelo de referência para os planos de melhoramento contínuo adotado por inúmeras organizações, capaz de proporcionar uma linguagem comum a todos na melhoria contínua da qualidade. De forma usual, representa-se o Ciclo PDCA (Figura 1) pelas iniciais que formam a sigla: Plan-Do-Check-Act (Planejar-Fazer/Executar-Verificar/Checar-Agir) acopladas aos quadrantes de um círculo (MELLO, 2011).

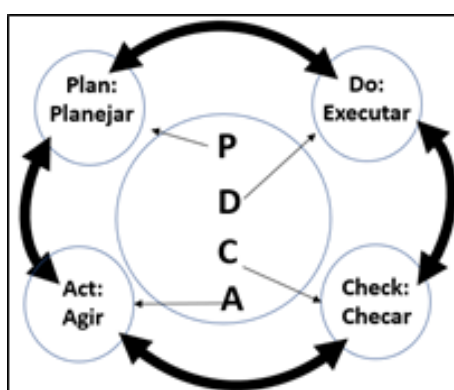


Figura 1 – Ciclo PDCA.
Fonte: Mello (2011).

Slack, Chambers e Johnston (2009) afirmam que o Ciclo PDCA é o que melhor resume a natureza repetida e cíclica do melhoramento contínuo, pois trata-se da visão de melhoramento como um processo de repetidos questionamentos sobre o trabalho detalhado de um processo ou atividade.

2.3 O PDCA para alcance de metas de melhoria

De acordo com Xenos (2004) o PDCA para resolver um problema específico é composto de oito etapas. O autor destaca que o sucesso desse modelo depende do uso de ferramentas da qualidade para a coleta e análise de dados qualitativos e quantitativos sobre o problema que está sendo atacado, pois somente o uso dessas ferramentas garantirá que as causas fundamentais do problema serão de fato identificadas e que serão estabelecidas as contramedidas adequadas.

2.4 As ferramentas da qualidade

Na execução do ciclo PDCA geralmente são utilizadas ferramentas e métodos. “A literatura técnica sobre qualidade identifica sete ferramentas básicas a serem utilizadas para auxiliar a localização, compreensão e eliminação de problemas que afetam a qualidade do produto ou do serviço” (PEINADO; GRAEML, 2007. p.536). Mello (2011) apresenta as sete ferramentas da qualidade: diagrama de causa-e-efeito, folha de verificação, histograma, gráfico de Pareto, diagrama de correlação, fluxograma e gráfico de controle. Além dessas ferramentas Mello (2011) mostra as sete novas ferramentas da qualidade: diagrama de afinidades, diagrama de relações, diagrama em árvore, matriz de priorização, matriz de relacionamentos, diagrama do processo decisório, diagrama de atividades. A Figura 2 apresenta sete ferramentas da qualidade e a principal função de cada uma.

Ferramentas de qualidade	Principal função
1 - Diagrama de causa-efeito	Levantar possíveis causas para problemas
2 - Folha de verificação	Coletar dados relativos à não-conformidade de um produto ou serviço
3 - Histograma	Identificar com que frequência certo dado aparece em um conjunto de dados
4 - Gráfico de Pareto	Distinguir, entre os fatores que contribuem para a não qualidade, os essenciais e os secundários
5 - Diagrama de correlação	Estabelecer correlação entre duas variáveis
6 - Fluxograma	Descrever processos
7 - Gráfico de controle	Analisar a variabilidade dos processos

Figura 2 - As sete ferramentas da qualidade e a principal função de cada uma.
Fonte: adaptado de Mello (2011)

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

A seguinte pesquisa foi desenvolvida em uma empresa do ramo de mineração que opera o terminal marítimo em análise. Trata-se de um estudo de caso, pesquisa de natureza aplicada, do tipo pesquisa-ação. De modo geral, este estudo seguiu três etapas iniciais, que permitiram o embasamento necessário para a aplicação de método PDCA ao processo, sendo elas: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e pesquisa de campo.

Trata-se de pesquisa de abordagem qualitativa por buscar a compreensão dos processos vigentes no setor em que foi realizada, como meio de analisar o processo no seu estágio atual e assim propor melhorias ao mesmo. Para tanto, foram reunidas informações sobre os fenômenos investigados e se fez uso de abordagem direta e entrevistas abertas. Foram utilizadas ferramentas e técnicas geralmente aplicadas para prover melhorias aos processos, como as ferramentas da qualidade, a técnica de brainstorming e a Matrix GUT (Gravidade-Urgência-Tendência). A Figura 3 a representa o fluxo simplificado da metodologia empregada.



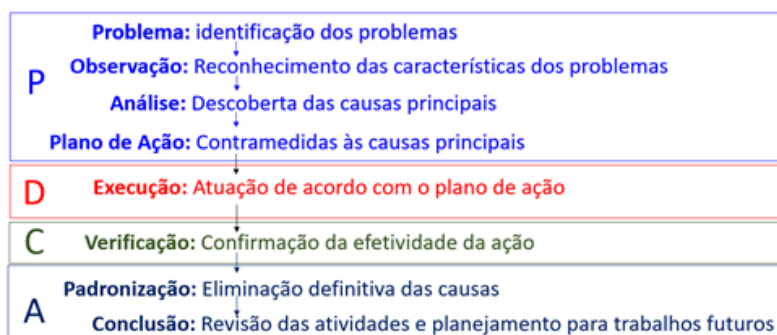


Figura 3 – Metodologia a ser empregada na aplicação do PDCA.
Fonte: adaptado de Xenos (2004).

4. ESTUDO DE CASO

4.1 O terminal marítimo

O terminal marítimo em análise foi inaugurado em 1986 com o início do Projeto Carajás, localiza-se no Complexo Portuário de Itaqui, à margem leste da Baía de São Marcos, em São Luís. Este terminal marítimo recebe minério de ferro e manganês da província mineral de Carajás, através da Estrada de Ferro Carajás (EFC). Na diretoria de operações regional de portos estão inseridas as estruturas organizacionais das quais fazem parte o setor onde foi realizado o estudo, a Gerência de Operação de Pátios e Embarque e Supervisão de Processos Operacionais (SPO).

A DORP, por sua vez, está inserida na Diretoria Operações Logística Nacional (DOLN) da organização em foco. Especificamente a SPO da operação de pátios e embarque atua dentro das dependências do terminal marítimo possui interface as outras 11 supervisões da gerência. A SPO atua nos seguintes macroprocessos: gestão de indicadores; gestão de saúde, segurança e meio ambiente; gerenciamento de demandas de manutenção; gestão de pessoas; execução de itens regulatórios; programação de filtros em porões de navios, gestão de contratos; gestão de desempenho com base em custeio; gerenciamento de recursos e apoio operacional.

4.2. Identificação e resolução do problema

4.2.1 Diagnóstico

O diagnóstico foi realizado por meio de abordagem direta com os técnicos do setor, do reconhecimento dos registros documentais da área e de estudos bibliográficos realizados acerca das problemas apresentados. A abordagem direta com os técnicos do setor revelou a insatisfação destes em relação ao modo como se executava o processo de consolidação das demandas de manutenção para a operação.

O reconhecimento dos registros documentais do setor permitiu verificar o modo como se dava o registro e o recebimento das demandas de manutenção para a operação por parte dos técnicos que atuam no processo. Constatou-se que os registros de checklist para equipamentos eram recebidos em folha de papel sulfite A4, preenchidos de forma manual pelos operadores, técnicos e demais funcionários da operação. A legibilidade desses registros, feitos por pessoas diferentes e de maneira não padronizada, com muita facilidade gerava dúvidas ou interpretações errôneas, principalmente em relação ao espaço reservado às observações, no qual se dava a descrição manual de características específicas e essenciais ao direcionamento das demandas. Além disso, esses registros acumulavam grandes volumes de papel a serem armazenados posteriormente. A consulta à literatura evidenciou o PDCA como um método capaz de atender a essas premissas, na garantia do melhoramento contínuo.

4.3 Aplicação do PDCA ao caso

4.3.1 Planejamento – *Plan*

A fase de planejamento para o caso em estudo contemplou as seguintes etapas: identificação de problemas inerentes ao processo, reconhecimento das características do problema, análise do processo e desenvolvimento do plano de ação.

4.3.1.1 Identificação dos problemas

Para a identificação dos problemas inerentes ao processo foi elaborado o diagrama de processo e realizados brainstormings. O processo é composto por 4 (44,44%) de atividades de controle e 1 (11,11%) de deslocamento. Esta etapa possibilitou a descrição de problemas inerentes ao processo (Quadro 1).

Processo de consolidação das demandas de manutenção para a operação		
Nº	Atividade	Problemas Identificados
1	Participar de DSS	
2	Verificar passagem de serviço	
3	Coletar as demandas verbalmente com os operadores	Ausência de detalhamentos para as informações de demandas para manutenção obtidas de forma verbal.



4	Verificar recebimento de demandas via e mail	Falta de padronização
		Informações aleatórias
		Ausência de informações relevantes para o direcionamento das manutenções, gerando necessidade de nova comunicação via e-mail ou telefone ou ainda de deslocamento, gerando retrabalho e processamento excessivo.
5	Buscar <i>Check Lists</i>	Necessidade de deslocamento para recebimento de demandas pelos operadores. O deslocamento não agrega nenhum valor ao processo realizado e representa uma etapa passível de eliminação.
6	Realizar consolidação de todas as demandas na planilha	Problemas no detalhamento e clareza das informações descritas manualmente em check list obtidos pelos operadores, gerando necessidade de novo contato
		Gasto excessivo de tempo para a consolidação de todas as demandas em planilha.
7	Estratificar demandas por processo	Excessivo processamento
		Falta de padronização
8	Definir os problemas mais críticos	Ausência de sistemática para a priorização das demandas junto à manutenção, comprometendo as atividades da operação em caso de priorizações inadequadas
9	Encaminhar para processos de manutenção para abertura de Ordem de serviço por e mail	Ausência de sistemática para a priorização das demandas junto à manutenção, comprometendo as atividades da operação em caso de priorizações inadequadas.

Quadro 1 - Correspondência dos problemas identificados com as atividades do processo.
Fonte: Elaboração própria (2020).

A atividade de controle referente a verificar passagem de serviço, bem como a de participar de diálogo de saúde e segurança (DSS) entendem-se necessárias e não serão alvos de maiores detalhamentos. Em seguida, foi possível direcionar os esforços e recursos para a solução dos problemas de maior representatividade, para tanto utilizados Diagrama de Pareto e Folhas de Verificação.

Por meio da análise do Diagrama de Pareto verificou-se que as atividades: realizar consolidação de todas as demandas na planilha, verificar recebimento de demandas via e mail, estratificar as demandas por processo, verificar passagem de serviço, coletar as demandas com os operadores verbalmente, e encaminhar para processos de manutenção para abertura de ordem de serviço por e mail representavam 80% do tempo gasto no processo. Então, verificou-se que apenas as três primeiras atividades representadas no Diagrama de Pareto eram responsáveis por 50% do tempo consumido na execução do processo, sendo elas: realizar consolidação de todas as demandas na planilha, verificar recebimento de demandas via e-mail e estratificar as demandas por processo. Tendo em vista a representatividade dessas tarefas para o tempo total da execução do processo, constatou-se a necessidade de otimizá-las. Considerando o tempo consumido, realizou-se o cruzamento das atividades de maior impacto na realização do processo junto aos problemas apontados (Quadro 2)

Processo de consolidação das demandas de manutenção para a operação		
Atividade referente ao problema	Problemas identificados	
	Nº	Descrição do problema
Realizar consolidação de todas as demandas na planilha	1	Problemas no detalhamento e clareza das informações descritas manualmente em <i>CheckList</i> obtidos pelos operadores, gerando necessidade de novo contato
	2	Gasto excessivo de tempo para a consolidação de todas as demandas em planilha
Verificar recebimento de demandas via e-mail	3	Falta de padronização
	4	Informações aleatórias
	5	Ausência de informações relevantes para o direcionamento das manutenções, gerando necessidade de nova comunicação via e-mail ou telefone ou ainda de deslocamento, gerando retrabalho e processamento excessivo.
Estratificar demandas por processo	6	Excessivo processamento
	7	Falta de padronização
Coletar as demandas com os operadores verbalmente	8	Ausência de detalhamentos para as informações de demandas para manutenção obtidas de forma verbal.
Encaminhar para processos de manutenção para abertura de Ordem de serviço por e-mail	9	Ausência de sistemática para a priorização das demandas junto à manutenção, comprometendo as atividades da operação em caso de priorizações inadequadas.

Quadro 2 - Cruzamento das atividades mais representativas em relação ao fator tempo consumido e dos problemas identificados para as mesmas.

Fonte: Elaboração própria (2020).

Por meio das informações do Quadro 2, entendeu-se que os itens 2 e 6 tratavam-se de efeitos, consequências das ineficiências do processo, sendo oriundos de outras causas, a resolução de outros problemas iria impactar positivamente nesses itens. Identificou-se que alguns problemas eram bastante semelhantes entre si, por tratarem de situações relacionadas ao entendimento de informações (itens: 1, 4, 5 e 8). Os itens 3 e 7, que dizem respeito a ausência de padronização, seriam resolvidos ao se tratar os itens anteriormente abordados e ao realizar a etapa correspondente à ação conforme os resultados do PDCA.

A análise realizada levou a identificação de dois problemas representativos a serem tratados para otimizar o processo. O primeiro deles é oriundo do item 8 (Quadro 2) e foi reformulado objetivando maior clareza e maior abrangência. O segundo foi transcrito do item 9. Para evitar repetições, tais problemas foram nomeados como Problemas 1 e 2. Problema 1: inconsistência e ausência de informações necessárias para a consolidação das demandas de manutenção para a operação. O Problema 2: ausência de sistemática para a priorização das demandas junto à manutenção, comprometendo as atividades da operação em caso de priorizações inadequadas. Então, entendeu-se a solução desses problemas proveria melhorias do processo inteiro.



4.3.1.2 Análise

Essa fase se deu com o objetivo de intervir nos problemas conhecendo as suas causas e, dessa forma, tomar ações direcionadas e assertivas. Então, buscou-se definir as causas para os problemas identificados por meio da realização de uma sessão de brainstorming. Em seguida buscou-se priorizar as causas a serem tratadas.

Para o problema 1 aplicou-se o diagrama de causa e efeito tendo em vista a identificação das suas causas. Também foi aplicada a técnica dos porquês, objetivando exaurir as causas identificadas e atingir as causas raízes, que eram, de fato, as geradoras do problema.

Para o problema 2 realizou-se uma sessão de brainstorming, onde foram apontadas causas que retratavam ausência de métodos apropriados e a inexistência de padrão para a realização das atividades do processo. Havia repetição constante desses aspectos, que foram sintetizados em duas causas, sendo elas: ausência de um método de critérios para auxílio na priorização de demandas e ausência de padrão. Então, optou-se por tratar da ausência de um método de critérios de auxílio na priorização de demandas, pelo motivo de que ao se realizar a etapa final do PDCA levaria a padronização dos processos.

4.3.1.3 Plano de Ação

Na fase de elaboração do plano de ação utilizou-se a ferramenta 5W2H. Essa etapa consistiu na elaboração das ações que tinham em vista a eliminação das causas apontadas na etapa de observação. A elaboração do Plano de ação contou com a participação dos membros do setor de Processos Operacionais: técnicos do processo, supervisor e analistas. A partir daí surgiram três ações que serão detalhadas na seção 4.3.2.

4.3.2 Execução – Do

Nesta etapa coube a execução das ações propostas no plano de ação. Estas ações foram executadas conforme os prazos descritos e na mesma ordem em que haviam sido propostas.

4.3.2.1 Ação 1: desenvolvimento de CheckList online

Esta ação previa o desenvolvimento de uma ferramenta de checklist online, tendo em vista uma ferramenta de interface entre os operadores e técnicos do processo. Todos os envolvidos no desenvolvimento da ferramenta eram funcionários do setor em estudo. Para a realização dessa ação foram cumpridas as etapas previamente registradas no campo de Procedimento (How) descrito na aplicação de 5W2H (Quadro 3).

Essa ferramenta tornou-se fixa em pasta de diretório na rede de compartilhamento do porto e passou a ser acessada pelos operadores e técnicos da área responsáveis ou contribuintes para o processo de consolidação das demandas de manutenção para a operação.

Nº.	Contra-medida	Responsável	Local	Prazo	Justificativa	Procedimento
	What?	Who?	Where?	When?	Why?	How?
1	Desenvolver Checklist Online	Técnico de instalações e equipamentos e técnico de processo	Supervisão	1ª. Semana D e z e m - bro/2014	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminar as inconsistências de informações recebidas para o processo de consolidação de demandas e de manutenção - Eliminar a etapa de deslocamento para o recebimento de registros para a manutenção - Padronizar a execução das atividades em questão 	<ul style="list-style-type: none"> - Mapear os equipamentos da inspeção da área - Elaborar banco de dados com informações dos equipamentos e dos operadores da área - Desenvolver interface virtual para envio e recebimento das demandas de manutenção

2	Desenvolver método para a priorização de demandas recebidas para a manutenção	Estratégia	Supervisão	1ª. Semana D e z e m - bro/2014	<ul style="list-style-type: none"> - Respaldar a tomada de decisão para a priorização de demandas de manutenção, considerando níveis de criticidade - Agilizar a atividade de priorização de demandas para o envio à manutenção - Desenvolver procedimento para a execução dessa atividade 	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar os registros de demandas usualmente recebidos - Verificar métodos para a tomada de decisão com base em critérios de criticidade - Desenvolver método para a tomada de decisão aplicável ao setor, com interface virtual
3	Treinar operadores e técnicos da área sobre as melhorias desenvolvidas	Técnico de processo	Gerência	2ª. Semana D e z e m - bro/2014	<ul style="list-style-type: none"> - Familiarizar os técnicos e operadores da área com as melhorias desenvolvidas e habilitá-los a executar as atividades conforme previsto 	<ul style="list-style-type: none"> - Agendar pequenas turmas com os técnicos e operadores e treiná-los na execução da atividade conforme melhorias realizadas

Quadro 2- 5W2H aplicado ao caso em estudo.
Fonte: Elaboração própria (2020).

4.3.2.2 Ação 2: desenvolvimento de método para priorização de demandas de manutenção

Essa ação buscou reduzir o tempo gasto com a priorização de demandas, estabelecer critérios para priorização conforme graus de criticidade e ainda padronizar a realização dessa atividade. Tendo em vista as necessidades a serem atendidas, buscou-se adotar um método para priorização, para isso adotou-se a matriz GUT como referência e desenvolveu-se uma rotina computacional utilizando planilhas eletrônicas.

4.3.2.3 Ação 3: treinamento dos operadores e técnicos para a utilização das ferramentas desenvolvidas

Essa ação consistia em treinar os trabalhadores da área sobre as ferramentas desenvolvidas, promovendo a disseminação das informações referentes às ações 1 e 2.

4.3.3 Verificações – Control

Nessa etapa buscou-se obter os resultados por meio de intervenções na etapa de execução e observá-los conforme os objetivos planejados. Realizou-se a comparação do processo em seu estágio atual, com os registros que se tinha antes das intervenções. Dessa forma, obteve-se os seguintes resultados: 1. Eliminação da atividade de deslocamento para recebimento do Checklist com operador; 2. Eliminação da atividade de consolidação das demandas recebidas em planilha; 3. Otimização da atividade de definição de problemas mais críticos.

As intervenções realizadas proporcionaram significativas alterações quanto aos tempos gastos para a execução do processo. O processo passou de 9 para 8 etapas. Também foram identificados ganhos adicionais referentes à redução do uso de papel consumido para impressão de checklists de preenchimento manual e a eliminação da necessidade de novo contato com operadores para esclarecimento de informações a respeito de demandas recebidas, que se dava por meio de deslocamento ou via ramal e representava um retrabalho.

As atividades registradas como itens 5 e 6, em destaque com linhas pontilhadas no diagrama da situação anterior (Figura 4) foram eliminadas do processo e substituídas pelo acesso ao checklist online. A etapa 8 do processo (com a numeração destacada em cor cinza) foi otimizada com a criação do método sistematizado para priorização de demandas, o que reduziu o tempo consumido para a sua execução. Tais alterações resultaram no diagrama da situação de pós melhorias apresentado na Figura 4.

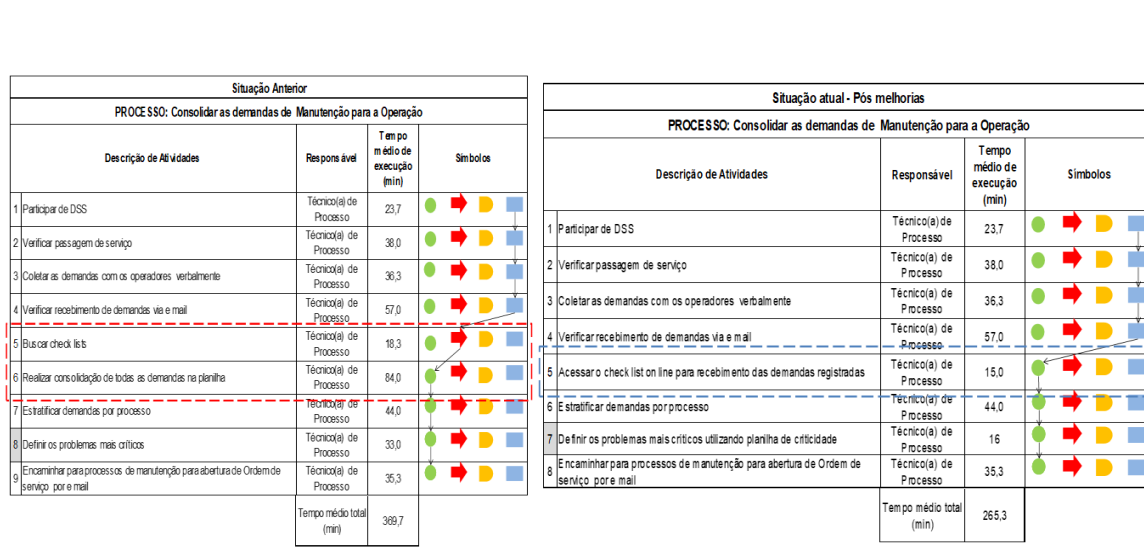


Figura 4 - Diagramas de processo situações de antes das intervenções e pós melhorias. Fonte: Elaborado pela autora (2020).

A comparação possibilitou verificar o ganho relacionado à redução do tempo gasto para a execução de todo o processo de consolidação das demandas de manutenção para a operação, que anteriormente consumia em média 369,7 minutos

e passou a ser apenas 265, 3 minutos. O tempo anteriormente consumido para a realização de todo o processo em minutos é equivalente a 6 horas 9 minutos e 36 segundos em média. Após as intervenções esse tempo, em horas, correspondeu a 4 horas 25 minutos e 12 segundos, em média. Dessa forma, é possível perceber que houve uma redução de 1 hora e 44 min para a realização de todo o processo.

4.3.3 Ação – Act

Dados os resultados satisfatórios obtidos na etapa de verificação, buscou-se uma maneira de garantir a manutenção desses resultados. Nesse sentido, buscou-se estabelecer uma padronização com base nos procedimentos operacionais que existem para a execução de atividades de área. Assim, foi desenvolvido um procedimento de instrução de execução, que assemelha-se a um procedimento operacional.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho foi desenvolvido no terminal marítimo privado e se ateve ao setor de processos operacionais de pátios e embarque desse terminal. Apresentou como os principais motivadores para a sua realização os entraves quanto ao gasto excessivo de tempo para a realização do processo operacional de consolidação das demandas de manutenção para a operação e presença de retrabalhos e de deslocamento desnecessário.

A aplicação do PDCA como método para melhoria de processo no setor em estudo, tendo como objeto de estudo o processo de consolidação das demandas de manutenção para a operação mostrou-se satisfatória. Foram obtidos ganhos representativos, destacando-se: a eliminação da etapa de deslocamento para o processo e a otimização da atividade de priorização de demandas, resultando na consequente redução do tempo para a execução do processo como um todo. Além desses ganhos houve ganhos adicionais como a redução do uso de folhas sulfite A4 e das impressões que eram necessárias para esses registros, assim como a eliminação do consequente armazenamento de grandes volumes de papel que eram gerados.

Além dos ganhos quantitativos, houve ganhos qualitativos percebidos na melhoria do ambiente de trabalho e na maior satisfação dos trabalhadores do setor, que contribuíram com feedbacks positivos na etapa em que ocorreram treinamentos – onde os mesmos elogiaram as iniciativas de melhorias e se sentiram valorizados. O resultados positivos evidenciaram a efetividade das ações tomadas e consequentemente a consistência do planejamento realizado a princípio, onde foram realizadas várias etapas, objetivando o correto direcionamento do trabalho.



Referências

- GRANDO, N. **Processos Empresariais são fundamentais para a boa execução dos negócios**. 2013.
- MELLO, C. H. P. **Gestão da qualidade**. São Paulo : Pearson Education do Brasil, 2011.
- PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção: Operações Industriais e serviços**. Curitiba: Unicemp, 2007.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3 Ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Belo Horizonte: Editora de desenvolvimento gerencial, v. 171, 1998.



CAPÍTULO 11

CENÁRIO DA INDÚSTRIA 4.0 E A GESTÃO DA QUALIDADE

INDUSTRY 4.0 SCENARIO AND QUALITY MANAGEMENT PRACTICES

Cynthia Helena Soares Bouças Teixeira

Ricardo Luiz Perez Teixeira

Resumo

O cenário industrial mostra um ambiente competitivo no qual o desenvolvimento tecnológico precisa acompanhar o fluxo das atualizações tecnológicas do mercado ao qual a indústria está inserida. nesse contexto, a indústria 4.0 apresenta extensas possibilidades de soluções tecnologias e quebras de paradigmas para o desenvolvimento industrial na concretização das fábricas inteligentes. o objetivo deste trabalho é descrever os princípios que norteiam o desenvolvimento da indústria 4.0, bem como as tecnologias empregadas nas indústrias, e analisar como esses afetam o ambiente industrial, principalmente no que se refere à área de gestão da qualidade. como resultados, se observam vários benefícios para a gestão da qualidade no que se refere aos controles, aos processos de produção em si e à tomada de decisões. ademais, cabe lembrar que a manutenção da gestão da qualidade requer o investimento em tecnologia e o conhecimento multidisciplinar de seus profissionais.

Palavras chave: Indústria 4.0, Fábricas Inteligentes, Gestão da Qualidade.

Abstract

The industrial scenario shows a competitive environment in which technological development needs to follow the flow of technological updates in the market to which industry is inserted. in this context, industry 4.0 presents extensive possibilities of solutions technologies and breaches of paradigms for industrial development in the construction of intelligent factories. the purpose of this work is to describe the principles that guide the development of industry 4.0, as well as the technologies employed in the industries, and to analyze how these affect the industrial environment, mainly as regarding the area of the gestion area. as results, several benefits are observed for quality management with regard to controls, production processes in him and decision making. additionally, it is to remember that maintenance of quality management requires investment in technology and the multidisciplinary knowledge of its professionals.

Key-words: Industry 4.0; Smart Factories; Quality Management Practices



1. INTRODUÇÃO

Na era da indústria 4.0 a competitividade no cenário industrial aponta para um movimento de extensos avanços tecnológicos, onde operam os princípios da administração em tempo real, interoperabilidade homem-máquina, descentralização, orientação a serviço, modularidade e da virtualização (TEIXEIRA; TEIXEIRA, 2020; INOUE et al., 2019; INDÚSTRIA 4.0, 2016).

As tecnologias que mais impulsionam o cenário podem ser listadas: Big Data, Advanced Analytics, Inteligência Artificial, Infraestrutura Digital, Cloud Computing, Cyber Security, Comunicação sem Fio, Internet das Coisas, Sensores e Atuadores, Operações por Controle Remoto, Máquinas Inteligentes, Materiais Avançados, Operações Modulares, Manufatura Aditiva, Robótica Avançada, Sistemas Integrados de Gestão e Realidade Aumentada (TEIXEIRA et al., 2020; INOUE et al., 2019; ALBERTIN et al., 2017).

No âmbito da Gestão da Qualidade, a indústria 4.0 traz avanços principalmente com relação à disponibilidade e volume de dados, o que favorece à tomada de decisão mais rápida, além de melhorias nos processos e na qualidade dos resultados. Todo o desenvolvimento industrial envolvido também precisa garantir a entrega de produtos e serviços de qualidade (OIAN, 2019).

Como consequência disso, a gestão da qualidade tenderá a atender cada vez mais às especificidades de seus clientes. A customização de produtos, demandará das linhas de produção uma maior capacidade de atendimento de requisitos em tempos hábeis. Isso sem deixar de atender aos padrões de qualidade exigidos, o que indica equipamentos com controles mais rígidos (OIAN, 2019).

A automatização e a digitalização dos processos tenderão a aumentar para as atividades repetitivas e manuais, enquanto outras demandas surgirão com exigências específicas. Dentro desse cenário, o profissional de Gestão da Qualidade também precisará se adaptar através de uma capacitação multidisciplinar e com foco nas diversas tecnologias envolvidas na Indústria 4.0 (OIAN, 2019; PASQUINI, 2018).

2. OBJETIVOS

Revisar o panorama da Indústria 4.0, suas tecnologias e princípios, e discutir a sua interferência com a Gestão da Qualidade, trazendo uma visão holística dessa relação e como ela se desdobrará no futuro das indústrias digitais (TEIXEIRA; TEIXEIRA, 2020).



3. DESENVOLVIMENTO

3.1 Retrospecto das revoluções industriais

A história das revoluções industriais, ao longo de mais de 200 anos, mostra o avanço implacável das soluções tecnológicas e a importância da quebra de paradigmas para o desenvolvimento industrial. Partimos de processos de mecanização, passando pelo uso de eletricidade e criação de linhas de montagem, depois pelos processos de automatização da produção, culminado nos processos de digitalização e virtualização da indústria (AGENDA BRASILEIRA PARA A INDÚSTRIA 4.0, 2019; ENACOM, 2019). A Figura 1 traz uma representação esquemática das revoluções industriais sob o ponto de vista da crescente complexidade de demandas, tecnologias e processos produtivos industriais (TEXEIRA et al., 2020).

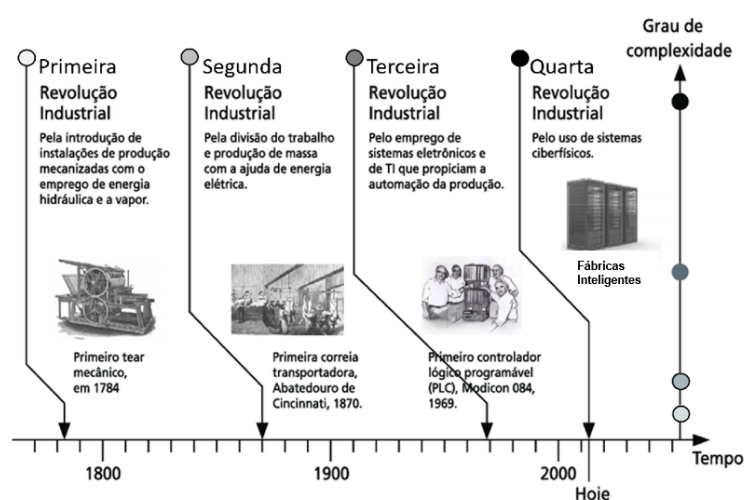


Figura 1 - Representação temporal das revoluções industriais versus o grau de complexidade de tecnologias, processos e demandas

Fonte: Adaptado de Calabrò (2019)

Países como Estados Unidos, Alemanha e China estão entre os que mais avançam na renovação de suas indústrias para a Manufatura Avançada, destacando-se na liderança mundial nos esforços de implantação da indústria 4.0. Nesse contexto, o cenário internacional é, então, de grande movimentação como respostas a estas três grandes economias, que correspondem acerca de 35% (15%, 3,3% e 18% respectivamente) da economia mundial em PIB (PPC). Enquanto isso, o Brasil e outras nações investem de maneira menos "agressiva", buscando, sobretudo, manter-se competitivas face à nova realidade produtiva das três grandes economias mundiais (TEXEIRA et al., 2020).

3.2 Princípios e ferramentas da Indústria 4.0 no seu estágio atual

No contexto da indústria 4.0 a transformação da indústria em uma fábrica inteligente engloba a modernização tecnológica e a otimização do negócio no nível corporativo. Alguns princípios da indústria 4.0 que a tornam diferenciada por meio



de sua forma de atuação podem ser listados (INDÚSTRIA 4.0, 2016; INOUE et al., 2019):

1. Administração em tempo real: consiste em acompanhar a produção em tempo real através de dados constantemente atualizados, o que favorece uma tomada de decisão mais rápida e assertiva para atuar no processo com os ajustes necessários.
2. Interoperabilidade: trata da comunicação constante entre o homem (responsável pela produção) e a máquina / dispositivo / sensor (utilizados no processo) a fim de avaliar o processo e adequá-lo aos padrões estabelecidos.
3. Descentralização: relaciona-se com o controle dos processos produtivos e decisórios. Os sistemas digitais são por natureza mais autônomos tanto na realização de atividades quanto na tomada de decisões. Além desse aspecto, há também a disponibilização de informações sobre o ciclo de trabalho das máquinas, custos, capacidade utilizada, ociosidade, entre outros.
4. Orientação a serviço: diz respeito à arquitetura de software voltada a serviço. Isso significa ter as funcionalidades implementadas pelas aplicações na forma de serviços, o que facilita a integração de tecnologias, ferramentas e serviços.
5. Modularidade: está relacionada com o sistema de produção em módulos, o que permite realizar as etapas de produção conforme demanda, trazendo flexibilidade para alterar as tarefas das máquinas.
6. Virtualização: com a instalação de sensores em todos os processos de produção, permite o monitoramento e rastreamento dos processos a fim de trazer mais eficiência e evitar falhas, além disso permite a simulação computacional com dados em tempo real.

As principais tecnologias empregadas nas fábricas inteligentes e que respondem aos princípios citados são listadas e brevemente comentadas na Tabela 1 (INOUE et al., 2019, TEXEIRA et al., 2020; ALBERTIN et al., 2017).

TECNOLOGIA	DESCRIÇÃO / ATUAÇÃO / BENEFÍCIO
<i>Informação</i>	
Big data	centrais de armazenamento e tratamento de grandes bases de dados
<i>Advanced analytics</i>	análise estatística de dados em busca de padrões para a predição analítica e tomada eficaz de decisão
Inteligência artificial	sistemas alimentados por dados que desenvolvem a capacidade de tomada de decisão autônoma

Infraestrutura digital	meios físicos que garantem a comunicação entre máquinas, unidades distintas ou diferentes empresas
<i>Cloud computing</i>	infraestrutura de armazenamento de dados com alta capacidade, para compartilhamento e acesso via internet por dispositivos
<i>Cyber security</i>	proteção de sistemas, dispositivos, redes e dados contra roubo ou danos ao software, hardware ou dados, assim como interrupção ou desorientação dos serviços fornecidos
<i>Conectividade</i>	
Comunicação sem fio	sistemas constituídos por equipamentos, dispositivos, componentes e softwares que viabilizam a comunicação de voz e de dados sem fio em tempo real
Internet das coisas (IoT)	máquinas ou bens de consumo conectados com sistemas que permitem conexão à internet
Sensores e atuadores	sensores são dispositivos que respondem a estímulos e registram informações, e atuadores comandam estímulos para gerar ações
Operações por controle remoto	operações, máquinas e equipamentos controlados remotamente melhorando a visualização dos processos e tomadas de decisão
Máquinas inteligentes	sistemas para de produção com capacidade de operação em tempo real com adequação automática ao processo
<i>Produção</i>	
Materiais avançados	materiais como metais leves e de alta resistência, ligas de alta performance, cerâmicas avançadas e compósitos, materiais críticos, polímeros bio-based, materiais nanoestruturados, entre outros
Operações modulares	sistemas de produção em módulos
Manufatura aditiva / Impressão 3D	processo aditivo de construção de objetos, camada sobre camada, a partir das medidas físicas em formato digital
Robótica avançada	máquinas ou sistemas com elevada mobilidade, destreza, capacidade de adaptação, aprendizagem e interação, capazes de aceitar comandos de alto nível para tarefas programadas
Sistemas integrados de gestão	diferentes softwares de gestão que integram atividades de uma unidade, ou unidades de uma corporação ou que aumentam a eficiência da gestão produtiva / comercial / financeira
Realidade aumentada	tecnologia que adiciona visão de computador e reconhecimento de objetos para tornar a informação interativa e manipulável pelo usuário

Tabela 1 - Principais tecnologias empregadas nas fábricas inteligentes.

Fonte: Adaptado de Teixeira et al. (2020).

3.3 Como a Indústria 4.0 interfere com a Gestão da Qualidade

No âmbito da Gestão da Qualidade, a interferência da Indústria 4.0 leva a mudanças e adequações às novas exigências de mercado (PASQUINI, 2018). A coleta e processamento de dados provenientes do ambiente da indústria 4.0 coloca à disposição um grande volume de dados em tempo real e que é disponibilizado em diversas plataformas. Esse volume de dados, de informações para a equipe de



profissionais de gestão da qualidade permite uma tomada de decisão mais rápida, além de melhorias nos processos e na qualidade dos resultados (OIAN, 2019).

A Gestão da Qualidade se beneficia com a Indústria 4.0 sob vários aspectos a saber (PASQUINI, 2018; ALBERTIN et al., 2017):

- melhoria da qualidade de produtos: com o emprego de mais controles nos processos e maior volume de dados a analisar, a detecção de falhas assim como a sua correção ocorre de forma mais ágil e por conseguinte melhora a qualidade de produtos;
- aumento da produtividade da indústria: com a otimização dos processos produtivos, bem como da gestão de falhas, e a automatização da cadeia de suprimentos, possibilita uma melhor integração dos processos gerando ganho de produtividade para a indústria;
- redução de custos: o uso de tecnologias e equipamentos de controle mais precisos tornam os processos mais previsíveis e diminui a possibilidade de problemas/falhas, reduzindo os custos de produção;
- otimização de tomada de decisões: com o aumento dos controles de produção e dos processos ao longo da cadeia, a tomada de decisões se torna mais embasada e mais ágil.

A manutenção da Gestão da Qualidade frente aos avanços da Indústria 4.0 envolve um fator importante que é o investimento em tecnologia afim de acompanhar, compreender, otimizar e aprimorar os processos (TEIXEIRA; TEIXEIRA, 2020).

3.4 O futuro da Gestão da Qualidade com a Indústria 4.0

A Indústria 4.0 tem provocado mudanças na Gestão da Qualidade conforme apresentado no item anterior e no futuro provocará ainda mais mudanças, uma vez que o mercado tende a atender cada vez mais as especificidades de seus clientes (OIAN, 2019).

A customização de produtos, antes uma característica de poucos clientes mais exigentes, vem se tornando mais frequente, o que demandará das linhas de produção uma maior capacidade de atendimento de requisitos em tempos hábeis. Isso sem deixar de atender aos padrões de qualidade exigidos, o que indica equipamentos com controles mais rígidos (OIAN, 2019).

À medida que os processos vão se modificando, se especializando e incor-

porando novas abordagens, a automatização também tende a aumentar para as atividades mais repetitivas e manuais. Assim, determinadas atividades passarão à automatização, enquanto outras surgirão com novas exigências (OIAN, 2019).

Dentro desse cenário de mudanças e exigências, o profissional de Gestão da Qualidade também precisará se adaptar através de uma capacitação multidisciplinar e com foco nas diversas tecnologias envolvidas na Indústria 4.0 (PASQUINI, 2018).

4. CONCLUSÕES

A Indústria 4.0, compreendendo princípios básicos de funcionamento e o uso de tecnologias avançadas, aponta um novo cenário industrial no âmbito da Gestão da Qualidade. Principalmente no que diz respeito a dados (disponibilidade e volume), permite que a equipe de profissionais de gestão da qualidade possa tomar decisões mais rápidas, além das melhorias nos processos e na qualidade dos resultados.

Conforme mencionado neste artigo, a utilização de tecnologias que promovem maior controle e precisão, otimização e automatização de processos, trazem benefícios à Gestão da Qualidade através da melhoria da qualidade de produtos, do aumento da produtividade da indústria, da redução de custos e da otimização da tomada de decisões.

A customização de produtos exigirá linhas de produção mais versáteis, além de atender aos padrões de qualidade exigidos. A automatização e a digitalização dos processos será uma realidade cada vez mais presente. Assim, o profissional de Gestão da Qualidade também precisará se adaptar através de uma capacitação multidisciplinar e com foco nas diversas tecnologias envolvidas na Indústria 4.0.

A manutenção da Gestão da Qualidade frente aos avanços da Indústria 4.0 envolve um fator importante que é o investimento em tecnologia afim de acompanhar, compreender, otimizar e aprimorar os processos.

Referências

Agenda Brasileira para a Indústria 4.0. **O Brasil preparado para os desafios do futuro**. Ministério da Indústria, Comércio e Serviços. Governo Federal, 2019. Recuperado de: <http://www.industria40.gov.br/>. Acessado em: 19/05/2020.

ALBERTIN, M. P.; ELIENNESIO, M. L. B.; AIRES, A. S.; PONTES, H. L. J.; JUNIOR, D. P. A. **Principais inovações tecnológicas da indústria 4.0 e suas aplicações e implicações na manufatura**. XXXIV Simpósio de Engenharia de Produção, Bauru, SP, Brasil, 2017.



CALABRÒ, V. **Work 4.0: What is it and why does it matter?** 2019. Recuperado de: <https://www.coople.com/uk/future-of-work/work-4-0/>. Acessado em: 21/05/2020.

OIAN, C. A. **Mapeamento da interface entre os eixos da qualidade 4.0 com os princípios, ferramentas e técnicas da indústria 4.0.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas. Limeira, SP: 2019.

ENACOM 2019. **Afinal o que é a indústria 4.0.** ENACOM da Ciência ao produto. Recuperado de: https://www.enacom.com.br/blog-post.html?slug=afinal-o-que-e-a-industria-4-0&gclid=EAIaIQobChMI5fWskc3e-4AIViQSRCh0Vwgt7EAAYAAEgLUYvD_BwE. Acessado em: 02/06/2020.

IEDI. **Políticas para o desenvolvimento da indústria 4.0 no Brasil.** Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI). 2019. Recuperado de: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/15486>. Acessado em: 02/06/2020.

Indústria 4.0 - Panorama da Inovação. Publicações FIRJAN – Cadernos SENAI de Inovação, 2016.

INOUE, J. S. P.; BITTENCOURT, M. V. A. R.; PINTO, S. B.; GERIBELLO, R. S.; AMARANTE, M. S. **Indústria 4.0 – Impactos da tecnologia da informação na nova indústria.** Pesquisa e Ação V5 N1: Junho de 2019. ISSN 2447-0627.

PASQUINI, T. C. DE S. **Proposta de ferramenta para relacionar os princípios da gestão da qualidade aos pilares da indústria 4.0: a influência da indústria 4.0 na área da qualidade.** 99 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018.

TEIXEIRA, R. L. P.; TEIXEIRA, C. H. S.B.; BRITO, M. L. A.; SILVA, P. C. D. **Desafios da Siderurgia na Indústria 4.0 no Brasil.** In: Organização Editora Poisson, Belo Horizonte, MG, Poisson, 2020. (Org.). Gestão da Produção em Foco - Volume 42. 42ed. Belo Horizonte, MG: Editora Poisson, 2020, v. 42, p. 148-158.

TEIXEIRA, C. H. S. B.; TEIXEIRA, R. L. P. Cenário de desenvolvimento da indústria 4.0 e sua interferência com a gestão da qualidade. In: **XXVII Simpósio de Engenharia de Produção, XXVII SIMPEP, 2020**, Bauru, SP, Brasil, 2020. v. 1. p. 1-10. ISSN 1809-7189. Recuperado de: <https://simpep.feb.unesp.br/anais.php>. Acessado em: 25/11/2020.



CAPÍTULO 12

ANÁLISE DOS PROBLEMAS DE DRENAGEM PLUVIAL URBANA: ESTUDO DE CASO DO MERCADO CENTRAL EM SÃO LUÍS – MA

ANALYSIS OF URBAN PLUVIAL DRAINAGE PROBLEMS: CASE STUDY OF
THE CENTRAL MARKET IN SÃO LUÍS - MA

Débora de Brito Silva

Claudemir Gomes de Santana

Danielle Cristina dos Santos Lisboa

Lucas Nadler Rocha

Renata Medeiros Lobo Muller

Resumo

Com o crescimento urbano houve um grande aumento na ocupação do solo e entre os muitos dos problemas causados por esse crescimento não planejado temos a impermeabilidade do solo que aumenta o escoamento superficial e assim determina que haja a elaboração de um sistema de drenagem que comporte a necessidade do local. Este trabalho apresenta um estudo de caso sobre a drenagem urbana localizada em volta do Mercado Central, estabelecido na cidade de São Luís - MA. Esse local encontra-se no centro da capital e devido aos seus pontos comerciais ele possui uma grande movimentação, tanto por veículos quanto pela população, sendo consumidores e moradores da região. O objetivo é verificar se as bocas de lobo da drenagem local, dispositivo usado para escoar as águas superficiais, estão dimensionados para absorver a vazão pluvial atual, caso estejam, verificar os motivos pelos quais ocorrem os alagamentos. Utilizou-se o método racional para os cálculos da vazão e o cálculo para a capacidade de engolimento das bocas de lobo para analisar seus valores.

Palavras chave: Drenagem urbana, Microdrenagem, Alagamentos, Método racional.

Abstract

With the urban growth there was a great increase in the occupation of the soil and among the many of the problems caused by this unplanned growth we have the impermeability of the soil that increases the runoff and thus determines the preparation of a drainage system that includes the need to make it local. This work presents a case study about an urban drainage located around the Central Market, established in the city of São Luís - MA. This place is in the center of the capital and due to its commercial points, it has a great movement, both by vehicles and by the population, being consumers and residents of the region. The objective is to verify if the wolf mouths of the local drainage, a device used to drain as surface waters, are dimensioned to absorb the current rainfall, if requested, to verify the reasons why they occur in the floods. Use the rational method for flow calculations and the calculation for a lobe mouth swallowing capacity to analyze their values.

Key-words: Urban drainage, Microdrainage, Floods, Rational method.



1. INTRODUÇÃO

Com a evolução das áreas urbanas tem-se, como consequência, alguns lugares com um crescimento desordenado da superfície terrestre onde na maioria desses locais não há a criação de um saneamento básico adequado. A intensificação da urbanização também altera o ciclo hidrológico nessas áreas e prejudica a drenagem das águas pluviais devido a supressão da cobertura vegetal. Todos esses são fatores agravantes dos alagamentos que ocorrem nas cidades (MENDONÇA, 2009).

Entregue em 1939 pelo governador Paulo Ramos, durante o governo de Getúlio Vargas, localizado no centro de São Luís, em uma área de tombamento estadual, o Mercado Central é muito conhecido e frequentado pela população maranhense (FURTADO, 2016).

Os alagamentos têm causado vários problemas para a sociedade. Outro problema é com a saúde da população, as águas pluviais lavam o solo e assim acabam carregando um alto teor de contaminantes que podem afetar os lençóis freáticos e ou transmitir doenças, sendo assim também um problema de saúde pública.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo principal e avaliar as causas gerais das condições de infraestrutura do sistema de drenagem localizada próxima do Mercado Central. Um diagnóstico das condições da drenagem urbana no local pode servir de guia para orientar as estratégias de gestão da drenagem das águas pluviais, bem como analisar se há a necessidade de alteração e adequação do projeto da área de drenagem.

O objetivo geral deste estudo é analisar e identificar as causas gerais das condições de infraestrutura do sistema de drenagem responsáveis pelos alagamentos e a partir dessa análise encontrar uma possível solução, onde trará grandes benefícios para a população que mora e as que frequentam o local.

Com auxílio da topografia e análise de curvas de níveis, foi determinado uma microbacia hidrográfica do local de estudo e dessa forma encontrou-se a área de vazão de contribuição. Com isso e com a obtenção do índice pluviométrico, foi dimensionado um novo sistema de drenagem para comparar com o existente e assim analisar se este encontra-se adequado ou se há uma necessidade de um ajuste no sistema existente.

Os principais motivos para o aumento do volume de escoamento nas cidades pode ser resumido abaixo:

O aumento do volume de escoamento superficial resulta em enxurradas e cheias urbanas, quando associado a um processo urbanístico mal planejado e caracterizado pelo mau uso do solo, pelas ocupações de áreas de risco, inefi-



ciência e falta de manutenção dos sistemas públicos de drenagem e falhas no processo de coleta e disposição de lixo (REIS *et al.*, 2008).

2. METODOLOGIA

2.1 Tipo de pesquisa

O Esse trabalho tem como metodologia o estudo de caso, com a abordagem do tipo quantitativa. Para Severino (2007), um estudo de caso deve ser um caso particular, mas que ao mesmo tempo seja semelhante a outros casos, tornando-o significativamente representativo. Assim, o caso estudado pode ser utilizado para fundamentar uma generalização para situações análogas. Quando falamos de pesquisa quantitativa, Paschoarelli (*et al.* 2015, *apud* ALIAGA; GUNDERSON, 2002) explica como o “fenômenos por meio da coleta de dados numéricos que serão analisados através de métodos matemáticos (em particular, os estatísticos)”, ou seja, é necessário o levantamento de dados precisos, para que os resultados obtidos gerem análises e interpretações de dados confiáveis. Por isso, no local de estudo, será realizado um levantamento de dados e em seguidas essas informações serão analisadas para compreender a dinâmica da drenagem e se possível propor medidas para solucionar os problemas no Mercado Central em São Luís - MA.

2.2 Local de Estudo

O local de estudo está sendo realizado no centro de São Luís capital metropolitana do Estado do Maranhão, Brasil, conhecido como Mercado Central. Localizada ao redor de avenidas e rua de grandes movimentações, é uma região onde ocorre intensos alagamentos (Figura 1) trazendo grandes transtornos. O estudo é solucionar essa problemática através de análises hidrológicas.



Figura 1 – Alagamento no Mercado Central no ano de 2018
Fonte: G1 Maranhão, (2018)



Figura 2 – Principal local de alagamentos, ponto baixo
Fonte: Acervo do autor, (2020)

Na (Figura 2), pode-se observar o ponto exutório, onde as águas pluviais, que não foram captadas pelos dispositivos de drenagem, acabam se acumulando. Com isso, esse é o principal ponto que ocorre os alagamentos, toda água pluvial que escorre pela superfície da microbacia é direcionada para o ponto mais baixo e quando não há uma absorção dessa água pelos dispositivos de drenagem, elas acumulam como é possível ver na (Figura 1).

2.3 Materiais e Métodos

Os registros fotográficos e a obtenção das dimensões dos dispositivos foram realizados pelo autor a partir de uma visita de campo, onde também foi possível observar os principais pontos de alagamentos. Para identificação do local, obtenção das coordenadas georreferenciadas e da altimetria, foi usado o software Google Earth. Para desenvolvimentos dos desenhos do projeto do sistema de drenagem foi utilizado o software AutoCAD versão 2019. Foi possível obter todos os dados pluviométricos do local de estudo, através do banco de dados fornecidos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, e a partir dessas informações gerar as análises necessárias.

2.4 Coleta de Dados

A coleta dos dados foi obtida através de um estudo de caso, onde utilizou-se a topografia do local, para determinar a área de contribuição e assim como o índice pluviométrico para calcular a vazão de projeto. Após isso, foram numerados os dispositivos de drenagens que existem no local para confrontar com os dados dimensionados e analisar se estão adequados ou se estão subdimensionados. Com

este procedimento, pretende-se avaliar o cenário da drenagem urbana do local, e se possível propor soluções dos recorrentes alagamentos do local.

3. RESULTADOS

3.1 Delimitação da área estudada

Após determinar a área de contribuição da bacia, é a partir dessa área que será possível calcular o volume de água recebido pela microbacia hidrográfica e assim avaliar se o sistema de microdrenagem do local atende a necessidade de drenagem das águas pluviais no período chuvoso. Com auxílio do software AutoCAD e com o desenho da área estudada (Figura 3) encontrou-se a área de drenagem de 32137,72 m².

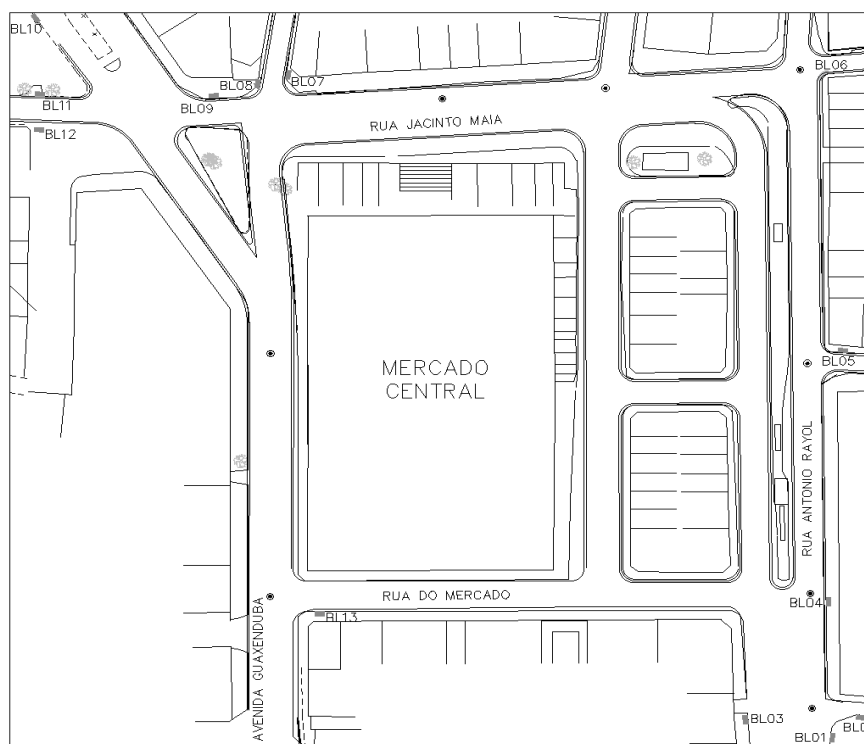


Figura 3- Área de contribuição da microbacia
Fonte: Acervo do autor, (2020)

Na (Figura 3) podemos observar as bocas de lobos identificadas e numeradas que existem dentro da microbacia, no total temos 13 bocas de lobos. Observando o registro fotográfico dos dispositivos a seguir, podemos classifica-los em quatro tipos: boca de lobo de guia, boca de lobo com grelha, boca de lobo combinada e boca de lobo múltipla.



Figura 4- Boca de lobo de guia 01 e boca de lobo combinada 02
 Fonte: Acervo do autor, (2020)

Na (Figura 4), pode ser observado que o processo de manutenção preventiva dos elementos do sistema de micro drenagem não são executados de forma sistemática, uma vez que é possível observar o crescimento da vegetação na entrada da boca de lobo 01 e 02 e a presença de lixo no local. Por mais que a boca de lobo 02 seja dupla, usada para absorver uma maior vazão, toda a vegetação e os lixos presente torna-a ineficiente, pois a vazão absorvida será menor do que a dimensionada inicialmente.



Figura 5- Boca de lobo de guia 03 e boca de lobo de guia 04
 Fonte: Acervo do autor, (2020)

As bocas de lobo de guia 03 e 04 (Figura 5) mostram que não passam por nenhuma manutenção corretiva já algum tempo, já que elas encontram-se danificadas, com suas ferragens expostas, podendo até causar acidentes aos pedestres do local. Além da deterioração, temos a presença de vegetação na BL03 e é possível supor que a BL04 está completamente obstruída por lixos e areia. Outro ponto observado, é que as duas bocas de lobo não possuem sarjetas para auxilia-las e estão acima do nível da rua e isso diminui sua capacidade de engolimento.



Figura 6- Boca de lobo de guia 05 e boca de lobo com grelha 06
Fonte: Acervo do autor, (2020)

As bocas de lobo da (Figura 6) também encontram-se sem manutenção corretiva. A BL05 não possui problemas estruturais e nem a presença de vegetação, contudo não há a presença de sarjeta e existe um acúmulo de areia próximo a sua boca. A BL06 é uma boca de lobo com grelha, há a presença de lixo e de outros detritos que não passaram por entre as grelhas, é possível perceber um crescimento de vegetação no local e a presença de uma sarjeta totalmente fora dos padrões estabelecidos pelas literaturas.



Figura 7- Boca de lobo combinada 07 e boca de lobo com grelha 08
Fonte: Acervo do autor, (2020)

Na temos duas bocas de lobos distintas. A BL07 é uma boca de lobo combinada, pela imagem e geometria da grelha, percebe-se que ela está totalmente fora do padrão e assim pode-se supor que inicialmente ela era uma boca de lobo de guia e que depois resolveram transformar ela em combinada, além da geometria disforme, tem-se uma grande presença de lixo que praticamente obstrui a entrada e uma ausência de sarjeta. A BL08 (Figura 7) que tem a sua geometria regular, contudo não há a presença de sarjeta, além disso é possível verificar que as grelhas foram coberta por tábuas de madeiras, provavelmente, atitude tomada pela população para evitar a obstrução do dispositivo.



Figura 8- Boca de lobo combinada 09 e boca de lobo com grelha 10
 Fonte: Acervo do autor, (2020)

Na (Figura 8) temos duas bocas de lobos que fogem do padrão. A BL09, possui as mesmas características da BL07, forma geométrica disforme, presença de lixo dentro da boca de lobo e ausência de sarjetas. Na BL10, é possível observar a presença de vegetação, ausência de sarjeta, presença de lixo e a sua geometria foge do padrão de como devem ser os dispositivos de drenagem. Pode-se supor que aumentaram a seu orifício sem nenhum critério, apenas com a intenção de aumentar a absorção das águas pluviais.



Figura 9- Boca de lobo com grelha 11 e boca de lobo com grelha 12
 Fonte: Acervo do autor, (2020)

Nas bocas de lobo 11 e 12 (Figura 9), temos ambas com grelhas. A BL11 possui um orifício extenso, a presença de lixo é menor em comparação a outras bocas de lobo, não possui sarjeta para auxiliá-la e não há a presença de vegetação. Já a BL12, ela possui uma extensão menor, está localizada entre duas ruas, ou seja, nenhuma possibilidade de existir sarjetas para auxiliá-la e além disso encontra-se obstruída por lixos e outros detritos.



Figura 10- Boca de lobo com grelha 13
Fonte: Acervo do autor, (2020)

Na (Figura 10) temos a BL13, ela foi classificada como boca de lobo com grelha, porém é notável a ausência da grelha. Na imagem também é possível observar o acumulo de lixo no fundo do dispositivo e o caminho previsível que ele vai tomar, ou seja, todos os lixos que penetram as bocas de lobos são levados para as galerias que ficam sob o solo e com o passar do tempo, caso não haja a manutenção preventiva, essas galerias também ficarão obstruídas agravando o problema na drenagem pluvial.

A ausência de sarjeta torna o processo de captação da precipitação mais lento e ineficiente, pois esse dispositivo auxiliaria na condução das águas pluviais em direção a boca de lobo. Sendo assim, a presença da sarjeta e seu dimensionamento correto é essencial para a o sistema de drenagem funcione eficientemente De acordo com o manual do DNIT (2006):

A capacidade de esgotamento de uma boca de lobo, sua localização e espaçamento, qualquer que seja o seu tipo (...), depende da altura d'água no trecho da sarjeta imediatamente a montante da boca de lobo, isto é, em suma, da capacidade de vazão da sarjeta. Se esta estiver localizada em trecho de declividade uniforme, a altura d'água na sarjeta dependerá das suas características de escoamento como conduto livre. Tais características incluem a seção transversal, a declividade e a rugosidade da sarjeta e as superfícies do pavimento sobre as quais a água escoar (DNIT, 2006).

A necessidade de uma boca de lobo é baseada pelo estudo da sarjeta, no ponto onde ocorre a saturação, dessa maneira evita-se a o escoamento superficial de forma desordenada, evitando causar transtornos. Quando não há uma análise na capacidade de descarga da sarjeta, é recomendado que haja um espaçamento de 60 m entre cada boca de lobo. Mas quando há uma análise, a geometria da sarjeta influencia na vazão captada pela boca de lobo. Os principais elementos de uma sarjeta são (RAMOS et al.,1999):

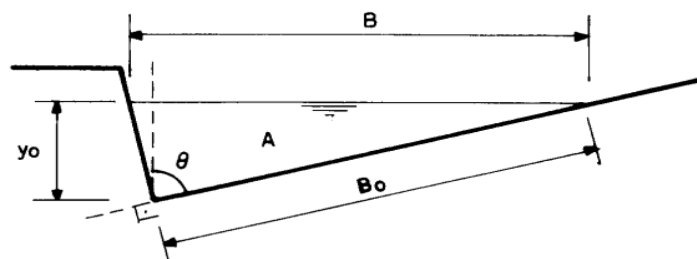


Figura 11- Planta topográfica região do Mercado Central
Fonte: Ramos (et al.,1999)

Onde:

y_0 : profundidade;

θ : ângulo da sarjeta;

f: fator de atrito;

A: área;

B: largura superficial do escoamento;

B_0 : largura da sarjeta.

As realizações das manutenções, preventiva ou corretiva, são essenciais para que ocorra um bom funcionamento do sistema de drenagem como um todo, o manual do DNIT (2010) cita alguns tipos de manutenções, como:

- Relativo a valetas, sarjetas e dispositivos axiais de drenagem superficial: relaciona-se diretamente com a remoção de entulho de material sedimentado (resíduos) acumulados e da área verde que esteja bloqueando o fluxo de água corrente, podendo utilizar procedimentos mecânico ou manual.
- Relativo à drenagem profunda: considerando os casos de prejuízos a drenos profundos, deve ser realizada a limpeza de dreno a começar da extremidade da boca de saída e abrir um buraco para teste, a cada 20 metros, até que a obstrução seja localizada.
- Relativo à bueiros: baseia-se na limpeza das bocas de entrada, da limpeza interna da tubulação, além da verificação e reparação, caso exista, de infiltrações e erosões que venham a acontecer.

Tanto a manutenção corretiva como a preventiva são importantes para manter e garantir que o sistema de drenagem funcione corretamente, principalmente nos períodos de grandes precipitações. Contudo, o descarte incorreto do lixo, ou seja, o descarte de lixo em rua e avenidas é um dos principais motivos de obstrução dos

dispositivos de drenagens,

É necessário que aja uma contribuição por parte da população quando o assunto é o descarte do lixo. É importante que órgãos públicos envistam em educação ambiental, Costa e Rodrigues (2014) cita:

A Educação Ambiental tenta integrar as pessoas a partir de um conceito coletivo a fim de promover ações educativas voltadas a atividades de proteção, recuperação e melhoria na qualidade de vida social e ambiental. Tem como propósito preparar um cidadão consciente, com ações responsáveis e que se preocupa em conviver em equilíbrio com o meio. A EA provoca uma discussão a respeito das questões ambientais, como por exemplo, o impacto que um mau direcionamento do lixo provoca ao ambiente, MA e sustentabilidade (COSTA e RODRIGUES, 2014).

Todos os problemas citados de cada uma das bocas de lobo, comprometem a eficiência do sistema no período chuvoso, onde se espera que o escoamento superficial ocorra sem causar transtorno para a população, como problemas de alagamento, principalmente na região do Mercado Central que tem um fluxo intenso de pessoas devido as atividades comerciais do local.

O escoamento segue conforme as curvas de níveis do terreno, na Figura 11 temos a topografia do local do estudo, é possível observar as curvas de níveis e alguns pontos onde informam a altura do nível das ruas. Observando os valores dos pontos informados e as direções das setas, é possível verificar o trajeto percorrido pelas águas pluviais, onde estes são encaminhados diretamente para seu exutório e justamente nesse local é onde há o nível mais baixo da microbacia, sendo assim onde ocorre o maior acúmulo de água.

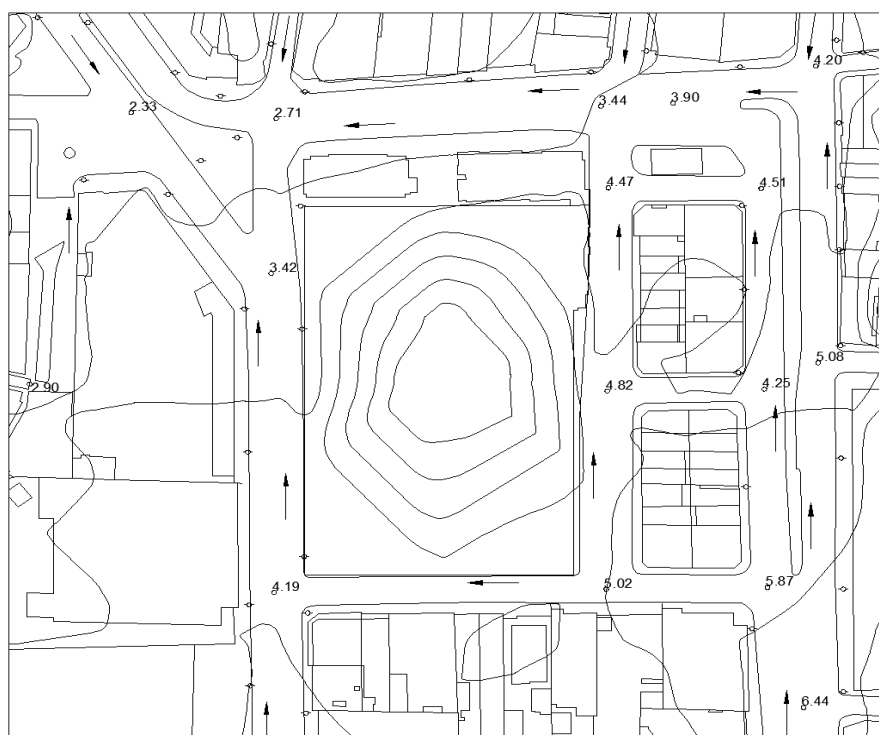


Figura 12- Planta topográfica região do Mercado Central
Fonte: Acervo do autor, (2020)

Analisando a planta altimétrica (Figura 12), esse ponto com 2,33 metros é onde encontra-se o exutório da microbacia, enquanto esse é o ponto mais baixo, a cota mais alta é de 6,44 metros. A diferença de nível, ou seja, a diferença entre o ponto mais alto e o ponto mais baixo é de 4,11 metros. Essa diferença faz com que as águas pluviais escorram com grande velocidade lavando toda a superfície e carregando consigo todos detritos encontrados no caminho, devido a isso é que foi observado que praticamente todas as bocas de lobo possuem lixos em seus orifícios.

3.2 Análise das series pluviométricas dos últimos 10 anos

Para o sistema de drenagem, é imprescindível conhecer e entender sobre a duração e a intensidade pluviométrica do local de estudo. Cada região possui um histórico de chuvas e as suas características. Há lugares em que temos uma maior incidência de chuvas de longas durações, ou de curta duração, mas intensas ou ainda chuvas de diversos tipos dependendo do período do ano.

Diante de uma variedade de possibilidades, é necessário termos um parâmetro para definir as intensidades pluviométricas de projeto, esse parâmetro pode calcular através do tempo de retorno de uma chuva (Tabela 1). Esse cálculo pode ser definido como a probabilidade de ocorrência de um determinado evento, ou seja, quando se tem vários eventos de chuva com um determinado tempo de duração e uma determinada intensidade, pode-se ter o número médio de anos entre esses eventos, obtendo assim o tempo de retorno (GRIBBIN, 2015).

Tipo de obra	Tipo de ocupação da área	T (anos)
Microdrenagem	Residencial	2
	Comercial	5
	Áreas c/ edifícios de serv. ao público	5
	Aeroportos	2 - 5
	Áreas comerciais e artérias de tráfegos	5 - 10
Macro drenagem	Áreas comerciais e residenciais	50 - 100
	Áreas de importância específica	500

Tabela 1- Período de Retorno para Diferentes Ocupações da Área
Fonte: Santos, (2017)

A partir das informações fornecidas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), a estação mais próxima e com informações atualizadas é a estação com código 00244006, onde nesta, estão disponíveis dados pluviométricos dos últimos 110 anos da capital maranhense. Na Figura 12, é possível observar o local onde a estação pluviométrica coleta as informações a partir das precipitações.



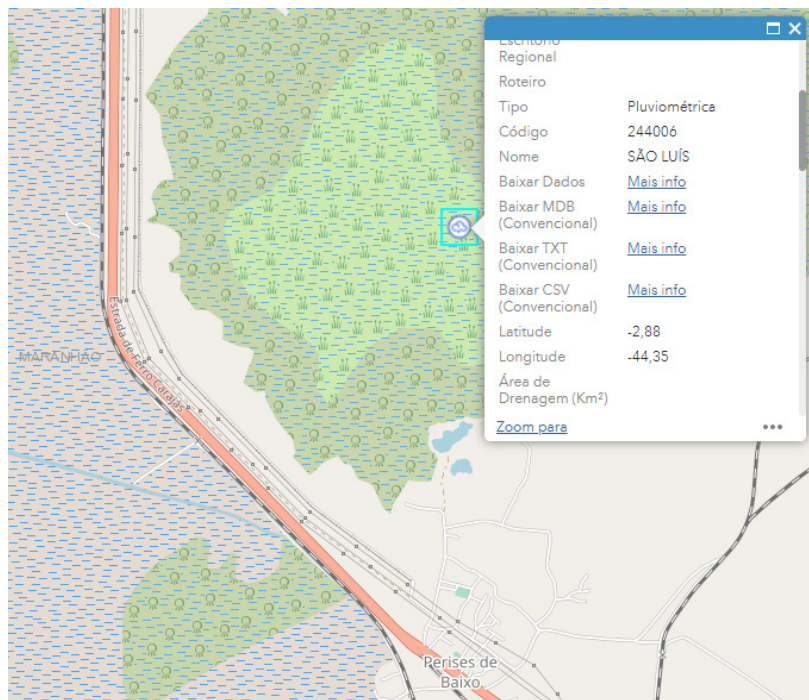


Figura 13- Estação pluviométrica 244006

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, (2020)

Analisando a área de estudo, observa-se que o tempo de retorno necessário para elaboração de projeto, ocorre com um tempo de retorno de 10 anos. No Gráfico 1, é possível verificar o comportamento das precipitações máximas e observar que, desde o ano de 2016 as precipitações vêm aumentando e no ano de 2019 é onde há a maior máxima dos últimos 10 anos.

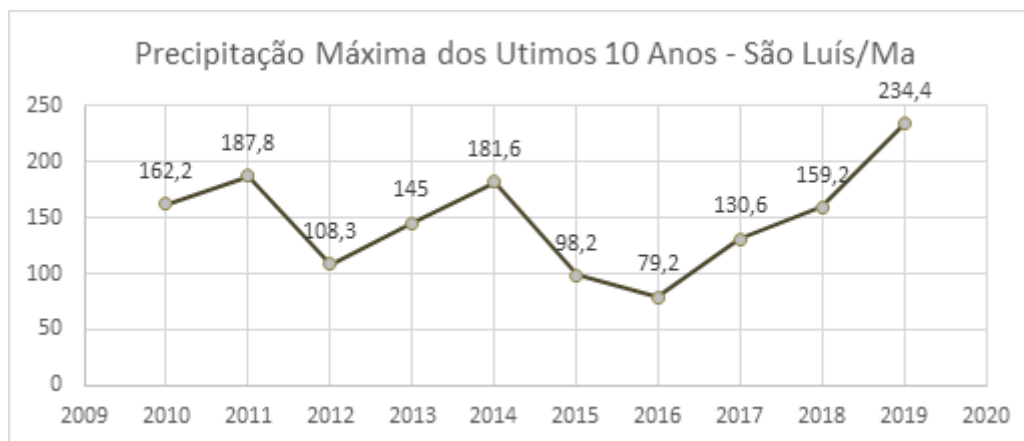


Gráfico 1- Precipitação máxima dos últimos 10 anos – São Luís/Ma

Fonte: Acervo do autor, (2020)

Sobre o Método Racional, Menezes (2019) relata a importância e a aplicação desse método:

Desde a primeira exposição da famosa Teoria Racional por Emil Kuichiling (1880) *apud* Wilken (1978) que originou a Equação Racional e assim o Método Racional muitos profissionais tanto das áreas de projetos quanto dos meios acadêmicos ainda a utilizam. Esta equação expressa o máximo caudal ou a maior vazão em uma seção da bacia contribuinte dada, em função das características da própria bacia e da quantidade de chuva precipitada. A aplicação do Método Racional é válida para bacias urbanas ou rurais pequenas

com áreas de até 500 ha e pode ser aplicado com segurança até 50 ha ou 100 acres (WILKEN, 1978; DEBO; REESE, 2003). Entretanto há outros autores que consideram o limite de área para aplicação deste método de 2 km² (TUC-CI, 2004) e até 3km² ou 300 ha como Festi (2005). Para áreas superiores a 2 km² recomenda-se para estimativa de vazão, a utilização do Método do Hidrograma Unitário, proposto pelo NRCS (*Natural Resources Conservation Service*), antigo SCS (*Soil Conservation Service*) (MENEZES, 2019).

Para o dimensionamento do sistema de drenagem, usaremos o método racional, esse método é indicado para áreas de até 3 km², como a área de estudo possui 0,032 km² (32137,72 m²), logo é aceitável usá-lo.

Para encontrar a vazão da microbacia, inicialmente é necessário encontrar o tempo de concentração dela. O tempo de concentração é o maior tempo que uma gota colocada no ponto mais distante do exutório leva para chegar até ele. Há vários métodos para determinar o tempo de concentração, o mais tradicional é o método de Kirpch determinado pela Equação 1.

$$C = \frac{0,019 \cdot L^{0,77}}{S^{0,385}} = \frac{0,019 \cdot (144,84 + 145,69)^{0,77}}{\frac{(6,44 - 2,33)^{0,385}}{(290,53)}} \quad \text{Eq. 1}$$

$t_c = 7,72 \text{ min}$, ou seja, aproximadamente 8 minutos

Onde:

t_c : Tempo de concentração (min);

L: comprimento do talvegue (m);

S: declividade do talvegue (m/m).

Com essa informação pode-se encontrar a intensidade de precipitação, de acordo com Zenkner (2018, p45, *apud* DNIT, 2013), é a intensidade com que ocorre a chuva na região do local do estudo, e está relacionado com o tempo de retorno, que usaremos o de 10 anos, que trata da probabilidade do mesmo fenômeno de precipitação ocorrer em determinado período. Essa intensidade pluviométrica pode ser avaliada pela seguinte Equação 2.

$$I = \frac{K \cdot T^a}{(t + b)^c} = \frac{1020,2781 \cdot 10^{0,1249}}{(8 + 9,7839)^{0,7242}} \quad \text{Eq. 2}$$

$I = 102,92 \text{ mm/h}$

Onde:

T = Tempo de retorno (anos);



tc = Duração de chuva (min);

k, a, b e c= constantes características das cidades brasileiras.

ESTAÇÃO	LATITUDE	LONGITUDE	K	a	B	c	r ²
São Luís	2°53'0"	44°21'0"	1020,2781	0,1249	9,7839	0,7242	0,99

Tabela 2- Ajuste dos parâmetros das relações IDF para as capitais da região Nordeste.
Fonte: Adaptado de Silva e Oliveira, (2017).

De acordo com Orzenn (2016), vazão vem ser o volume de água que escoam em determinada unidade de tempo e uma determinada seção de um conduto livre ou forçado. Pode-se dizer também que o conceito de vazão é a rapidez com que o volume escoam. Para o coeficiente de Coeficiente de Runoff (C) usaremos o valor de 0,95. Na Equação 3 temos:

$$Q_{m\acute{a}x} = 0,278 * C * I * A = 0,278 * 0,95 * 102,92 * 0,03 \quad \text{Eq. 3}$$

$$Q_{m\acute{a}x} = 0,87 \text{ m}^3/\text{s}$$

Onde:

$$Q_{m\acute{a}x} = \text{Vazão máxima (m}^3/\text{s)}$$

C= Coeficiente médio superficial ponderado

$I_{m\acute{a}x}$ = Máxima intensidade de precipitação

A = Área da bacia (km²)

Após determinarmos as informações da microbacia, analisaremos as informações da capacidade de engolimento das bocas de lobo existentes do local de estudo. De acordo com o tipo de boca de lobo, ela pode trabalhar como sendo um vertedor, ou sendo um vertedouro de soleira livre ou trabalhando das duas maneiras. A boca de lobo de guia funciona como um vertedor, a boca de lobo com grelha funciona como um vertedouro de soleira livre e a boca de lobo combinada funciona de ambas maneiras. Para cada tipo de funcionamento temos uma equação específica para encontrarmos a vazão de engolimento do dispositivo como veremos a seguir (Costa, G. 2018):

Para boca de lobo de guia funcionando como um vertedor, temos a Equação 4.

$$Q_{guia} = 1,7L_b * [(H_b)]^{(3/2)} \quad \text{Eq. 4}$$

Onde:

Q_{guia} = Vazão de engolimento (m^3/s);

H_b = É a abertura da água próxima a abertura da guia (m);

L_b = Comprimento da soleira (m).

Para boca de lobo com grelha funcionando como um vertedouro de soleira livre, temos a Equação 5.

$$Q_{\text{grelha}} = 1,66 \cdot P \cdot [H_b]^{1,5} \quad \text{Eq. 5}$$

Onde:

Q_{grelha} = Vazão de engolimento (m^3/s);

P = Perímetro da boca de lobo (m);

H_b = É a altura da água sobre a grelha (m).

O perímetro refere-se ao orifício e ao determina-lo desconsiderar o perímetro que fica adjacente à guia. Para as bocas de lobos combinadas, sua vazão total é a soma dos resultados obtidos através dos cálculos separados da vazão de engolimento da guia e da grelha.

Para que os valores de vazão das bocas de lobo cheguem próximos do real, é recomendado aplicar um fator de redução, pois a capacidade desses dispositivos sofre uma redução com o passar dos tempos, devido a irregularidades nos pavimentos das ruas junto às sarjetas e alinhamento real e principalmente devido a obstruções causadas por detritos. Na Tabela 4 podemos verificar os coeficientes de acordo com a locação e o tipo de dispositivo (SUDERHSA, 2002).



Localização na sarjeta	Tipo de Boca-de-lobo	% Permitida sobre o Valor Teórico
Ponto Baixo	de guia	80
	com grelha	50
	combinada	65
Ponto Intermediário	de guia	80
Intermediário	grelha longitudinal	60
	grelha transversal ou longitudinal com barras transversais	50
	combinadas (grelha longitudinal)	66
	combinadas (grelha com barras transversais)	55

Tabela 3- Fator de redução do escoamento para bocas de lobo.
Fonte: SUDERHSA (2002 apud (DAEE/CETESB, 1980).

Após o levantamento de campo foi obtido as seguintes informações e em seguida foi definido qual equação será utilizada para determinar a capacidade de engolimento:

Boca de lobo	Latitude	Longitude	Soleira (m)	Perímetro (m)	Equação da Vazão
01	2°32'05.1"	44°18'00.9"	0,70	-	$Q_{guia}Q_{guia}$
02	2°32'05.0"	44°18'00.7"	0,70 x 2	-	Q_{guia}
03	2°32'05.0"	44°18'01.4"	0,80	-	Q_{guia}
04	2°32'04.3"	44°18'00.8"	0,80	-	Q_{guia}
05	2°32'02.2"	44°18'00.8"	0,70	-	Q_{guia}
06	2°32'00.1"	44°18'00.9"	-	1,60 x 2	Q_{grelha}
07	2°32'00.1"	44°18'04.6"	0,70	1,40	$Q_{guia}Q_{guia} + Q_{grelha}Q_{grelha}$
08	2°32'00.2"	44°18'04.8"	-	2,00	Q_{grelha}
09	2°32'00.3"	44°18'05.2"	0,60	1,10	$Q_{guia}Q_{guia} + Q_{grelha}Q_{grelha}$
10	2°31'59.7"	44°18'06.4"	-	2,80	Q_{grelha}
11	2°32'00.2"	44°18'06.4"	-	2,50	Q_{grelha}
12	2°32'00.5"	44°18'06.4"	-	1,60	Q_{grelha}
13	2°32'04.2"	44°18'04.5"	-	2,00	Q_{grelha}

Tabela 4 - Dados das bocas de lobo existentes.
Fonte: Acervo do autor, (2020).

Diante das imagens do local estudado é possível observa a inexistência de sarjetas projetadas até as bocas de lobos, ou seja, as águas pluviais chegam até o dispositivo de drenagem devido a declividade das vias, com isso podemos determinar que a altura da lâmina d'água pode ser admitida com altura de 15 cm. Com essa informação, com a Tabela 5 e com Tabela 4, foi obtido os valores de capacidade de engolimento de cada boca de lobo, como mostrado na (ZENKNER, 2018 apud INOUE; SOUZA, 2015).

Boca de lobo	Vazão (m ³ /h)	Localização	Fator de redução	Vazão com redução (m ³ /h)
1	0,07	Intermediário	0,80	0,06
2	0,14	Intermediário	0,80	0,11
3	0,08	Intermediário	0,80	0,06
4	0,08	Intermediário	0,80	0,06
5	0,07	Intermediário	0,80	0,06
6	0,31	Intermediário	0,60	0,19
7	0,20	Baixo	0,65	0,13
8	0,19	Baixo	0,50	0,10
9	0,17	Baixo	0,65	0,11
10	0,27	Baixo	0,50	0,14
11	0,24	Baixo	0,65	0,16
12	0,15	Baixo	0,50	0,08
13	0,19	Intermediário	0,60	0,12

Tabela 5- Vazão de engolimento.
Fonte: Acervo do autor, (2020).

Após a aplicação do fator de redução, obteve-se com a soma de todas as vazões o valor de 1,35 m³/h. Ao compararmos a vazão de engolimento com a vazão máxima obtida anteriormente, de 0,87 m³/s, percebemos que a vazão de engolimento das bocas de lobos são maiores então com isso podemos concluir que a quantidade de bocas de lobos são suficientes para a vazão encontrada do local de estudo.

Contudo, mesmo que haja uma quantidade suficiente de bocas de lobos para receber as águas pluviais é necessário entender quais motivos levam a região a sofrer com alagamentos em períodos de grandes precipitações. Analisando as fotos do local de estudo, o primeiro e principal motivos que podemos citar para os alagamentos é o acúmulo de detritos dentro e aos arredores das bocas de lobos.

Além desses detritos dificultarem a entrada das águas pluviais, eles são levados para as principais galerias, fazendo com que todo sistema de drenagem urbana se torne ineficiente, pois assim o fluxo das águas pluviais ficará interrompido acarretando os grandes alagamentos em locais que possuam drenagem.

Um segundo motivo seria a falta de instalação de sarjetas padronizadas, pois



são elas que recebem as águas pluviais e que direcionam para as bocas de lobos. Quando não há no local sarjetas ou se caso existam e não foram dimensionadas corretamente, as bocas de lobos acabam não absorvendo completamente as águas pluviais, pois elas acabam por fluírem por toda a via não sendo direcionada corretamente para os dispositivos necessários.

4. CONCLUSÃO

Diante do que foi exposto ao longo desse trabalho, foi possível observar que a gestão pública deve sempre revisar os projetos e conciliar de acordo com o crescimento urbano, para que assim, haja um controle e um planejamento urbano adequado à velocidade de crescimento, afim de promover políticas públicas mais realistas, pois um crescimento desordenado pode trazer grandes problemas para a população e para a região a ser urbanizada. Além disso, observou-se que a drenagem urbana além de ser usado para direcionar as águas pluviais, ela é muito importante no quesito saúde pública, pois encaminham as águas que lavam a superfície que carregam muitos agentes contaminantes, podendo assim, minimizar os riscos de propagação de doenças por veiculação hídrica.

Os dispositivos de drenagens mapeados ao redor do Mercado Central encontram-se deteriorados e repletos de detritos, muitos estão completamente fora dos padrões estabelecidos por normas técnicas que estabelecem critério para regulamentar a drenagem urbana, como por exemplo, existem no local, boca de lobo sem grelha, tendo seu orifício totalmente desprotegido e dispositivos com dimensões e aberturas irregulares, fora do padrão. O aspecto da drenagem urbana do local mostra a falta de manutenção que deve ser executado pelos os órgãos públicos.

Observou-se a necessidade de reavaliação do sistema de drenagem da área de estudo, para fazer as devidas adequações as normas técnicas e seja realizado um programa de manutenção preventiva e corretiva da drenagem no Mercado Central.

A responsabilidade de manter o sistema de drenagem ativo e eficiente não é apenas dos órgãos responsáveis, mas também da população que frequenta o local, pois foi encontrado uma quantidade excessiva de lixo nas ruas e dentro e fora das bocas de lobo. Além da manutenção preventiva, os órgãos responsáveis precisam criar políticas públicas para conscientizar e influenciar os cidadãos para que eles coloquem os lixos nos lugares apropriados e não os descartar nas ruas.

Nos resultados obtidos, observou-se que a quantidade de bocas de lobos seria o suficiente para absorver a vazão das águas pluviais, contudo, mesmo que o dimensionamento dos dispositivos esteja de acordo com a vazão da microbacia, eles não estão sendo eficientes, pois o local continua sofrendo com alagamentos no período de grandes precipitações. Com as observações feitas de cada boca de lobo, fica notável quais são os problemas que estão influenciando a capacidade de



engolimento de cada dispositivo.

Verificou-se que, além das obstruções causadas por detritos, temos em muitas bocas de lobo a presença de vegetação, a ausência de sarjetas e a geometrias das bocas de lobo fora dos padrões. Todos esses pontos podem ser resolvidos através de uma manutenção corretiva, tornando-os os dispositivos eficazes novamente.

A conscientização dos cidadãos é um dos pontos mais significativos, pois um dos principais problemas causadores de alagamentos é o descarte do lixo em vias públicas, já que esses são levados diretamente para os dispositivos de drenagem fazendo com que eles fiquem sobrecarregados e conseqüentemente tenham uma baixa eficiência.

Posteriormente é necessário que haja um novo dimensionamento das sarjetas para que as águas pluviais sejam direcionadas diretamente para as bocas de lobo, o que não ocorre hoje no local. Em relação as bocas de lobo, é necessário realizar uma avaliação juntamente com as sarjetas, para verificar se será necessário que haja apenas uma manutenção corretiva ou se haverá a necessidade de acrescentar mais dispositivos ao longo da via após a construção de novas sarjetas.

As galerias existentes, não puderam ser avaliados, mas diante do que foi observado do local, provavelmente elas irão precisar de uma manutenção corretiva para retirar todos os detritos que possam ter sido levados para lá. Após tudo o que foi proposto venha a ser realizado, é possível que no local não ocorra mais alagamentos, pois as águas pluviais serão coletadas adequadamente por cada um dos dispositivos da drenagem seguindo seu fluxo sem obstrução.

Referências

AUTODESK. **AutoCAD**, Versão 2019 [S.I.]: Autodesk, 2019. Disponível em: www.autodesk.com.br. Acesso em: 19 de out 2019.

COSTA, Gustavo Andrade Moreno. **Viabilidade da construção de um sistema de drenagem por meio do método racional no meio urbano de São Luís**: Estudo de caso da Avenida dos Africanos. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal do Maranhão, 2018.

COSTA, Kelly Beatriz Maia; RODRIGUES, Micaías Andrade. A educação ambiental e o lixo: um estudo de caso realizado em uma escola pública de Teresina (PI). **Revista Brasileira De Educação Ambiental – RevBEA**. v. 9, n. 2, 2014. 20 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **Manual de Drenagem de Rodovias**. 2 ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2006. 327 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **Manual de Implantação Básica de Rodovia**. 3 ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2010. 617p.

FURTADO, Luís. **Reforma do Mercado Central custará R\$ 8 milhões**. 2016. Disponível em: <<https://oimparcial.com.br/cidades/2016/11/reforma-do-mercado-central-custara-r-8-milhoes/>>. Acesso em: 12 set. 2019.



GRIBBIN, Jhon E. **Introdução a hidráulica, hidrologia e gestão de águas pluviais**. Tradução de Andrea Pisan. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015. 544 p.

MENDONÇA, Eduardo. **Metodologia para avaliação de desempenho de sistemas de drenagem urbana**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2009, 171p.

MENEZES FILHO, F. C. M. Avaliação da eficiência hidrológica de pavimentos permeáveis e sistemas de biorretenção em loteamento residencial. **REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, V. 15, n. 2, p.14, 2019. Disponível em: <<http://revistas.ufg.br//index.php/reec/index>>. Acesso em: 01 Nov 2019.

G1 MARANHÃO. **Mercado Central fica alagado após fortes chuvas**. São Luís: Rede Mirante do Maranhão – Portal de Notícias G1. 14 de março de 2018. Disponível em: <<http://g1.globo.com/ma/maranhao/jmtv-2edicao/videos/t/edicoes/v/mercado-central-fica-alagado-apos-fortes-chuvas/6579632/>>. Acesso em: 08 set.2019.

ORZENN, Henrique M.M. **Estudo do sistema de drenagem urbana localizado no cruzamento da Rua Araruna com a Av. Perimetral Tancredo de Almeida Neves**. 2016. 57 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016.

PASCHOARELLI, Luis C.; MEDOLA, Fausto O.; BONFIM, Gabriel H. C. Características Qualitativas, Quantitativas e Quali-quantitativas de Abordagens Científicas: estudos de caso na subárea do Design Ergonômico. **Revista de Design, Tecnologia e Sociedade**. v. 2, n. 1, 2015. 14 p.

RAMOS, Carlos L; BARROS, M.T.L; PALOS, J.C.F. **Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no município de São Paulo**. Prefeitura do Município de São Paulo. São Paulos, 1999. 289 p.

REIS, Ricardo; OLIVEIRA, Lúcia; SALES, Maurício. **Sistemas de drenagem na fonte por poços de infiltração de águas pluviais**. Ambiente Construído, v. 8, n. 2, p. 99 – 117, 2008. Disponível em <<https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/5361/3286>>. Acesso em 25 Out. 2019.

SANTOS, Daniel. **Caderno de Esgotamento e Drenagem Urbana**. Apostila. Universidade Federal do Paraná. Curitiba: 2017. 96 p.

SEVERINO, Antônio J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007. 304 p.

SILVA, Camila Bittencourt; OLIVEIRA, Luiz Fernando Coutinho. Relação Intensidade-Duração-Frequência de Chuvas Extremas na Região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**. v. 20, n. 13, 2017.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS - SNIRH. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes_historicas_abas.jsf>. Acesso em 21 de julho de 2020.

SUDERHSA. Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **Manual de drenagem urbana: Região Metropolitana de Curitiba- PR**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. v.01, 2002. 150p.

ZENKNER, Lucas dos Santos. **Estudo Preliminar da Vazão de Contribuição da Bacia de Drenagem em um Trecho no Bairro do Barramar em São Luís – Ma**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, 2018.



CAPÍTULO 13

EVOLUÇÃO NAS VENDAS DE UM GRANDE FORNECEDOR, FEITAS ATRAVÉS DO E-COMMERCE DE UM VAREJISTA DO SETOR DE COSMÉTICOS E PERFUMARIA

EVOLUTION IN SALES OF A MAJOR SUPPLIER, MADE THROUGH THE E-COMMERCE OF A RETAILER IN THE COSMETICS AND PERFUMERY SECTOR

Bruna Táfila da Silva Souza

Daiane Bárbara Silva de Oliveira

Leonardo Ayres Cordeiro

Suelen Fidelis Araújo

Resumo

O e-commerce, cada vez mais, vem adquirindo espaço em escala mundial. O Brasil, tem investido em novas tecnologias que facilitam a realização de compras on-line e frente a isso o comportamento e perfil dos consumidores tem se mostrado exigente e dinâmico. Nesse contexto, o estudo busca averiguar como as estratégias correlatas ao conceito de perfect store ajudaram na evolução das vendas de produtos de um grande fornecedor, feitas através do e-commerce de um varejista do setor de cosméticos e perfumaria. Para a análise dos resultados, foi realizada a adequação e aplicação das estratégias de perfect store e, posteriormente, foi adotado um estudo de cluster bem como a construção de um dashboard para acompanhar a evolução mensal das vendas durante os anos de 2018 e 2019 utilizando como base de cálculo a equação Year To Date. Por fim, como resultado do tema proposto, constatou-se que, apesar do grande fornecedor não ter alcançado a meta estipulada após a implementação das estratégias, as vendas de 2019 superaram as vendas de 2018 atingindo um faturamento com um crescimento de 21% em relação ao ano anterior.

Palavras-chave: E-commerce, Perfect Store, Varejista.

Abstract

E-commerce is increasingly acquiring space on a global scale. Brazil has been investing in new technologies that facilitate online shopping and in view of this, the behavior and profile of consumers has been demanding and dynamic. In this context, the study aims to find out how the strategies related to the concept of perfect store have helped in the evolution of sales of products from a large supplier, made through the e-commerce of a retail store in the cosmetics and perfumery sector. For the analysis of the results, the adequacy and application of the perfect store strategies was performed, and later a cluster study was adopted as well as the construction of a dashboard to follow the monthly evolution of sales during the years 2018 and 2019 using the Year To Date equation as the calculation basis. Finally, as a result of the proposed theme, it was established that, although the large supplier did not reach the stipulated target, after the implementation of the strategies, the 2019 sales exceeded the 2018 sales reaching a 21% growth in relation to the previous year.

Key-words: E-commerce, Perfect Store, Retailer



1. INTRODUÇÃO

Segundo a Associação Brasileira de Comércio Eletrônico (2019), o setor de *e-commerce* registrou um faturamento de R\$ 17 bilhões no primeiro trimestre de 2019. O valor representa um crescimento de 16% em relação ao mesmo período no ano de 2018.

A empresa analisada neste artigo é um grupo do ramo de cosméticos e perfumaria com mais de 64 lojas, atuando em Minas Gerais. Acompanhando a evolução do comércio eletrônico mundial, o grupo decidiu investir em uma plataforma robusta visando o poder de alcance em todo o Brasil. Em 2019 o grupo vivenciava um momento de consolidação da marca e vinha se tornando cada vez mais conhecido como a maior loja de cosméticos do Brasil.

Através deste artigo, foi analisado a adequação do posicionamento dos produtos de um grande fornecedor dentro do *e-commerce* deste varejista, de acordo com o conceito de *perfect store*¹ buscando mensurar, através de indicadores de desempenho, os impactos na evolução de vendas dos produtos deste grande fornecedor, comparando os anos de 2018 e 2019. A equipe de *marketing* do grande fornecedor realizou um feito pioneiro ao nível Brasil, ajustando e levantando os indicadores mais adequados que mensuraram a performance de uma loja de *e-commerce*, a fim de ampliar a visibilidade de seus produtos na plataforma digital do varejista, entregando a melhor experiência de compra ao cliente baseados no conceito de *perfect store*.

Buscou-se responder ao seguinte questionamento: como as estratégias correlatas ao conceito de *perfect store* ajudaram na evolução das vendas de produtos de um grande fornecedor, feitas através do *e-commerce* de um varejista do setor de cosméticos e perfumaria?

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 E-commerce

Com a evolução da *internet* e dos mecanismos de segurança, as empresas começaram a pensar de forma mais ampla incluindo em seus planejamentos de *marketing* as estratégias de *e-business* - um conceito abrangente que se refere a uma fusão complexa dos processos internos, aplicações empresariais e estrutura organizacional, com uso de tecnologias, de modo a criar um modelo de negócios de alto desempenho (TURCHI, 2019).

¹ Perfect store: também chamado de loja perfeita, envolve os principais critérios que uma loja virtual precisa atender para gerar uma experiência de compra positiva, engajando o consumidor e fazendo-o se sentir à vontade.



Atualmente, a 40ª edição do “Relatório *Webshoppers*” 2019, revelou que o *e-commerce* brasileiro está amadurecendo e apresenta um crescimento de 12% no primeiro semestre de 2019, tendo aumento de pedidos em diversos setores, assumindo a primeira colocação o setor de perfumaria, cosméticos e saúde com 51%. Além disso, o Brasil é o país com maior receita entre os da América Latina, sendo 36% da população, um *digital buyer*². Dentre as regiões que apresentam a maior fatia de crescimento de faturamento do *e-commerce* tem-se a Norte (36%) em primeiro lugar, seguida da Sul (29%).

2.2 Indicadores de desempenho

Arelado ao *e-commerce* existem os indicadores de desempenho que representam a quantificação dos processos e podem ser definidos como números que descrevem a realidade de uma organização (FERNANDES, 2004). Segundo Slack (2009) há cinco objetivos de desempenho: qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo. A Figura 1, a seguir, mostra algumas medidas parciais gerais para mensurar se a empresa está atingindo cada um dos objetivos citados.

Objetivo de desempenho	Medidas Típicas
Qualidade	Nível de reclamação do consumidor, solicitações de garantia, grau de satisfação do consumidor.
Velocidade	Lead time de pedido, Frequência de entregas, tempo de ciclo.
Confiabilidade	Atraso médio de pedidos, proporção de produtos em estoque, desvio médio da promessa de entrega.
Flexibilidade	Tempo necessário para desenvolver novos produtos/serviços, faixa de produtos ou serviços, tempo para aumentar a taxa de produção, tempo para mudar programações.
Custo	Variação de custos contra orçamentos, utilização de recursos, valor agregado, eficiência.

Figura 1: Medidas parciais de desempenho
Fonte: adaptado de SLACK (2009)

Segundo Filho (2017), a sigla *KPI* é originada da língua inglesa, e representa a união das três primeiras letras das palavras *Key Performance Indicator*, que, na tradução para o português, significa indicador chave de desempenho, sendo, o *KPI*, o indicador de maior relevância.

Conforme D’Elboux (2018), existem 3 importantes indicadores de desempenho para um *e-commerce*, são eles: a taxa de conversão, o *ticket* médio e o abandono de carrinho. A taxa de conversão é o percentual de vendas realizadas sobre o número de visitas que o *e-commerce* recebe e é a maneira mais direta de medir a eficiência deste canal.

² Digital buyer: caracteriza o perfil de clientes que realizam compras on-line.

A taxa de conversão pode se calculada através da fórmula 1:

$$\text{Taxa de conversão} = \frac{\text{Número de vendas}}{\text{Número de visitas}} \quad (1)$$

O *ticket* médio se refere a quanto cada cliente gasta ao efetuar a compra de um produto ou serviço. Quanto ao abandono de carrinho é importante acompanhar a taxa de visitantes do *e-commerce* que, já em um estágio elevado da jornada o de compra, chegam até o carrinho ou *check-out* e desistem da aquisição do produto.

2.3 Perfect store

A *perfect store* é um termo ainda inédito em 2019, sendo conceituado como um formato ideal de uma loja perfeita de *e-commerce*, também entendido como gerenciamento de indicadores de desempenho com o objetivo de proporcionar a melhor comunicação com o cliente, gerando fácil entendimento e trazendo melhor visibilidade dos produtos dentro do *site*.

Segundo Lage (2018), "o conceito é simples, mas, para entendê-lo, é preciso considerar todas as oportunidades de interagir com o usuário no momento em que este já se encontra dentro da loja." Conforme Domingues (2016), a construção da *perfect store* é possível através do trabalho conjunto entre indústria e varejo, cada um atuando na sua especialidade. Lage (2018), cita alguns fatores que são fundamentais para que o resultado na execução seja considerado perfeito de uma maneira geral. Os principais pilares da *perfect store* são:

- Funcionalidade: a praticidade é a principal aliada do *e-commerce*;
- Usabilidade: representa a praticidade na navegação;
- Mensagens atreladas a formatos: como mídia *display - banners -*, *e-mail marketing* e botões de promoções;
- Confiança: é proporcional ao conjunto dos critérios mencionados acima.

Através dos pilares e indicadores previamente definidos, a empresa se insere na plataforma *marketplace* ampliando sua visibilidade com o objetivo de se destacar em meio aos seus concorrentes.



2.4 Marketplace

Marketplace, *market place* ou *marketing place* é um espaço de compra e venda de produtos. As transações entre compradores e vendedores ocorrem em uma plataforma gerenciada por um operador do *marketplace* cuja função é fornecer um ambiente transparente, inspirador e seguro para os diferentes *players*, disponibilizando ferramentas e serviços que proporcionam tráfego de fluxo livre entre eles: pagamento *on-line*, catálogo e estoque gerenciamento, informações verificadas sobre o vendedor e, ou, comprador, várias garantias, dentre outros. As diferentes ferramentas e serviços fornecidos dependerão da estratégia e na potencial verticalidade do *marketplace* (DALVI, 2015).

Criar uma história da marca conhecida, possuir o melhor produto patenteado e marcas com portfólio completo é o que é chamado de *Master Brand*³, que se torna um diferencial na criação de vantagem competitiva. Além disso, criar uma reputação de ponta a ponta é fundamental, ou seja, acompanhar o consumidor desde a intenção de compra até o pós-venda, impacta na relação entre o cliente e a marca, podendo acarretar em fidelizações e aumento de confiança.

Dentro desse contexto, empresas que investem em *marketplace* e formatos de *perfect store* adquirem uma vantagem competitiva, moldando um cenário ideal. A vantagem da *perfect store*, está ligada na execução perfeita, para que a venda seja efetuada e a experiência de consumo seja bem-sucedida, fazendo com que o cliente sinta-se completamente à vontade no ambiente de compra e o caminho seja prático, rápido e curto.

3. METODOLOGIA

Quanto ao delineamento deste trabalho, sua classificação é de estudo de caso, que consiste no estudo profundo de um ou poucos casos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento (GIL, 2017).

O tipo de pesquisa foi classificado como descritiva, que pode ser definida como aquelas que: "têm como objetivo a descrição das características de determinada população ou fenômeno" (GIL, 2017, p. 25).

Com base nos métodos empregados, a pesquisa foi classificada como quantitativa, porque se desenvolve por meio da análise e acompanhamento de indicadores de desempenho que foram implementados e adequados ao varejista. Aborda também caráter qualitativo, uma vez que envolve uma perspectiva interativa, buscando elementos relevantes em vários cenários, a fim de entender os fenômenos em termos dos significados que lhe são atribuídos (DENZIN, LINCOLN, 2006).

³ Master Brand: é um nome de marca abrangente que serve como o principal ponto de ancoragem no qual todos os produtos subjacentes são baseados.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE DADOS

A análise de dados está organizada em três momentos, são eles: apresentação dos 7 *KPIs* (7 *assets*⁴) utilizados para a adequação dos produtos do grande fornecedor dentro do *e-commerce* do varejista, voltado para o conceito de *perfect store*, o estudo de *cluster* e o resultado da evolução das vendas do grande fornecedor, comparando os anos de 2018 e 2019, que será mostrado através de descrição de estratégias e gráficos.

A análise está pautada nesta ordem devido aos seguintes fatores: os indicadores proporcionam um direcionamento inicial estipulando as metas que devem ser atingidas futuramente. Respeitando esses indicadores, posteriormente, foi elaborado um estudo denominado “*estudo de cluster*” que foi um método utilizado para facilitar o entendimento do comportamento do *shopper*⁵ no *e-commerce* de forma a analisar o momento mais assertivo para contatar o cliente cadastrado conforme as estratégias de *marketing* (*e-mail marketing*, mensagens de texto, entre outros). Após o direcionamento inicial juntamente com o estudo de *clusters*, foi desenvolvido um *dashboard*⁶ com os resultados mensais que fornecem informações detalhadas sobre cada período, mostrando se as estratégias utilizadas estão sendo favoráveis ou não.

É importante ressaltar que os estudos e os direcionadores de *KPIs* utilizados neste trabalho, foram definidos pela equipe de *marketing* do grande fornecedor, sendo adaptados e adequados para o formato *on-line*. Pode-se dizer que tal feito teve a característica de pioneirismo em 2019 no Brasil.

4.1.1 Os 7 *KPIs* voltados para o conceito de *perfect store*

Para estruturar o posicionamento do produto dentro do *e-commerce* do varejista, com o intuito de aumentar o potencial de vendas, foi utilizado como estratégia o conceito de *perfect store* que, neste caso, foi composto por 7 *KPIs* atrelados aos pilares gerais mencionados anteriormente no referencial teórico (funcionalidade, usabilidade, mensagens atreladas a formatos como mídia, conteúdo de produto ligado ao carrinho e confiança). Dentre estes *KPIs*, foram utilizados os descritos a seguir.

1. Busca dentro do varejista ou busca assertiva: representa as 10 palavras-chave que foram utilizadas para cada categoria de produtos do grande fornecedor que estão expostos no *e-commerce* do varejista no momento da

4 Assets: são características competitivas de marca, que a destacam em relação aos seus concorrentes.

5 Shopper: é a pessoa que realiza uma compra, sendo ela consumidora ou não.

6 Dashboard: é um painel visual que apresenta, de maneira centralizada, um conjunto informações: indicadores e suas métricas auxiliando na tomada de decisão.



busca.

2. Nome do *E-commerce*: este ponto representa o valor de como a marca do varejista é percebido pelos consumidores, ou seja, o quão consolidado ela está no mercado, observando a construção do *design* estratégico que faz parte da identidade corporativa.
3. Imagem Principal (*Hero Image*): na tradução para o português, representa a imagem de um herói, ou seja, é uma imagem posicionada com destaque no *site* do varejista sendo frequentemente o primeiro elemento visual que o consumidor encontra no momento da navegação. A *hero image* traz maior clareza dos dados do produto, independente da velocidade que o *shopper* rola a página.
4. Conteúdos: é a descrição das funcionalidades do produto. Fazem parte também dos conteúdos as imagens secundárias que são constituídas por fotos de outras perspectivas do produto (lateral, costas).
5. Informações legais: são as informações obrigatórias que comunicam ao público todas as características que compõem o produto.
6. Avaliações por estrelas: são aquelas populares estrelas pelas quais os consumidores avaliam determinado produto de um *site*.
7. Produtos recomendados/relacionados: são aqueles que aparecem para o usuário na hora da compra, fazendo com que ele se interesse por mais produtos.

4.1.2 Estudo de *cluster*

Posteriormente, foi realizado o estudo de *cluster* onde, inicialmente, foi construído um “Escopo de trabalho” composto por 3 passos, conforme a seguir.

1. Agrupamento/análise/segmentação de clientes baseada em produto: utilizar técnicas de agrupamento e métodos de avaliação para criar possíveis estratégias de segmentação. Foi realizado uma análise de acordo com a base de dados do varejista onde o histórico utilizado se deu conforme os dados disponíveis, são eles: cupons (total gasto, data da compra, descontos aplicados), consumidor (gênero, idade, *opt-in*⁷- para receber comunicação), loja (localização) e produto (fabricante, *SKU*⁸, descrição). A partir da análise

⁷ Opt-in: é uma abordagem em que um profissional de marketing digital solicita a permissão de um cliente em potencial para enviar determinado tipo e conteúdo sobre uma marca. Desta forma uma mesma mensagem é enviada para todos os indivíduos que concordaram ou que manifestaram interesse em receberem informações sobre um produto ou serviço de uma empresa ou organização.

⁸ SKU: conhecido como Stock Keeping Unit, em português Unidade de Manutenção de Estoque, é um código criado para identificar cada produto que existe no estoque, separando os produtos de acordo com as características e quantidades.



se do agrupamento, foram identificados 13 *clusters*, sendo o maior deles a compra de itens de higiene pessoal em horário comercial, apresentando um *ticket* médio em torno de R\$ 50,00, 6 itens por cesta e uma média de 7 visitas na loja nos últimos 20 meses. Este *cluster* contava com um número de aproximadamente 250 mil pessoas (sendo 87% mulheres e 13% homens) que costumam comprar entre às 10 da manhã e às 5 da tarde. O estudo também mostrou quais as possíveis marcas relacionadas que o consumidor poderia se interessar e quais as que o consumidor nunca compraria, deste modo, o varejista filtra as suas promoções sendo mais assertivo de acordo com a escolha do comprador. *Outputs*: segmentação de consumidores com base em comportamentos identificados na análise.

2. Análise de cesta: usando uma técnica chamada regras de associação, é possível determinar quais produtos são mais frequentemente comprados juntos e a força de seus relacionamentos. Neste caso, utiliza-se a modelagem preditiva em vez de regras de associação para cada *cluster*, para determinar quais produtos são comprados com mais frequência em um *cluster*. *Outputs*: validação de *clusters* de marcas atuais e sugestões de novos *clusters* de marca.
3. Modelagem preditiva e propensão: usando técnicas de classificação, é possível criar modelos de propensão que determinam a probabilidade de comprar qualquer produto do grande fornecedor ou comprar uma marca ou um produto específico. *Outputs*: o consumidor será pontuado com base na probabilidade de comprar determinados produtos, incluindo uma estimativa sobre quando é provável que comprem o produto novamente.

Definido o escopo de trabalho, o grande fornecedor adotou uma abordagem composta pelos critérios descritos a seguir.

- a) Limpeza e transformação de dados: os dados originais foram avaliados, junto com novas colunas criadas para agrupamento, que se enquadravam nas seguintes categorias: idade, tempo desde a última visita, detalhes da cesta, produtos comprados e horário da compra.
- b) Agrupamento (*clustering*): nesta etapa os consumidores foram analisados e agrupados em 13 *clusters* únicos baseados em suas semelhanças, ou seja, baseados nas categorias que foram citadas na etapa de limpeza e transformação de dados.
- c) Análise exploratória: a análise exploratória permite dar sentido aos *clusters*, usando mapas de calor⁹ para entender as características dos consumidores dentro de cada *cluster*.

⁹ Mapas de calor: também conhecidos como heat maps, é uma ferramenta criada para obter uma visão geral do comportamento atual e futuro do usuário no e-commerce, mostrando quais elementos eles interagem mais.



4.1.3 Resultados do *dashboard*

Paralelamente a adequação e aplicação das estratégias e estudos, foi construído um *dashboard* para acompanhar a evolução das vendas durante os anos de 2018 e 2019, mostrando a performance do varejista através da análise do *Year To Date* (YTD) que representa a comparação do ano atual com o anterior, conforme a seguinte equação:

$$\text{Year To Date} = \left(\frac{\text{Ano Atual}}{\text{Ano Anterior}} \right) - 1 \quad (2)$$

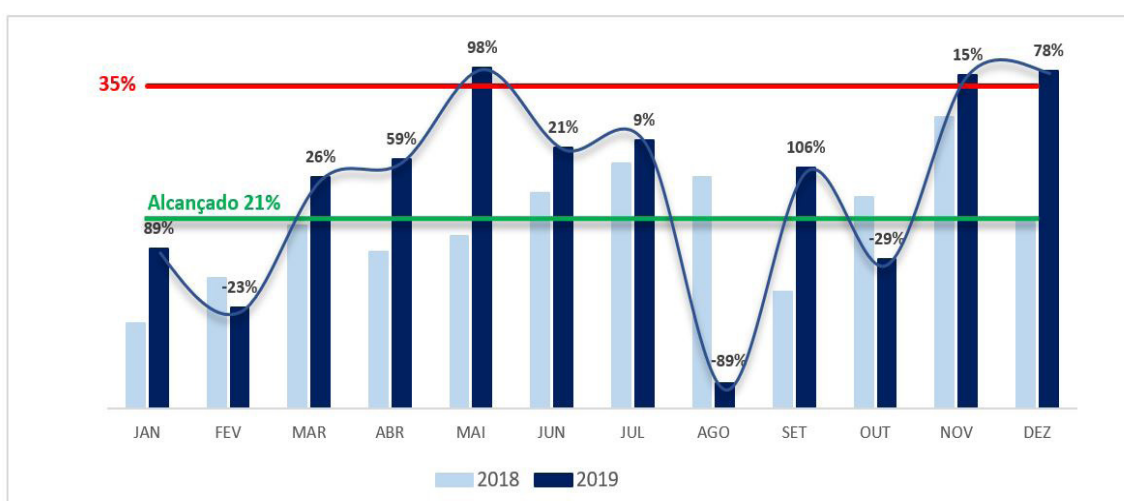


Figura 2 - Dashboard sobre a evolução da performance do varejista entre os anos de 2018 e 2019. Fonte: Dados coletados de informações internas do grande fornecedor (2020)

De acordo com o ano vigente, os períodos que obtiveram maior crescimento foram durante os meses de janeiro (89%), abril (59%), maio (98%), setembro (106%) e dezembro (78%) representando um resultado bastante significativo.

A meta de crescimento do grande fornecedor é 35% ao ano, mas os resultados apresentados mensalmente ainda foram inconstantes, devido à sazonalidade de compras e de ações específicas (estratégias de vendas) realizadas em cada mês.

Durante o período analisado, foram realizadas ações específicas criadas pelo grande fornecedor e pelo varejista. Estas ações, descritas a seguir, tiveram reflexo nas vendas, favoráveis ou não.

- Janeiro: são ofertados no mês de janeiro, à preços mais atrativos, os produtos não vendidos no final do ano, com o intuito de evitar excesso de estoques.
- Fevereiro: no mês de Fevereiro, o resultado foi negativo (-23%) em função

do evento festivo de Carnaval.

- c) Abril: foi uma época do ano de 2019 em que houve uma retomada de mercado promovendo uma demanda maior pelos produtos.
- d) Maio: ocorreu um evento chamado "O dia livre de impostos" (DLI¹⁰).
- e) Agosto: por uma decisão interna e estratégica, o varejista optou por não realizar compras neste mês.
- f) Setembro: neste mês houve um crescimento relevante de 106% devido à retomada de estoque.
- g) Novembro: ocorreu o famoso *Black Friday*, favorecendo maior venda de produtos.
- h) Dezembro: foi um mês em que os comerciantes tiveram a oportunidade de venderem mais, em decorrência do feriado natalino, associado ao 13º salário, que é um estímulo para ir às compras.

Ainda, conforme os dados apresentados no *dashboard*, foi possível analisar que, apesar do grande fornecedor não ter alcançado a meta estipulada de 35%, bem como, a queda abrupta de agosto (-89%), as vendas de 2019 superaram as vendas de 2018 atingindo um faturamento com um crescimento de 21% em relação ao ano anterior (calculado conforme a equação *Year To Date*). Esses números revelam apurações ótimas, visto que, houve um crescimento de dois dígitos (21%), alinhando-se assim com o resultado para o mesmo período do crescimento do *e-commerce* brasileiro (22,7%) (FERNANDES, 2020). Este crescimento pode ser explicado através das melhorias de como o produto está sendo exposto no *e-commerce* do varejista. É válido ressaltar que essas vendas representam o *sell out*, ou seja, vendas realizadas do varejista para o consumidor final (*shopper*).

5. CONCLUSÃO

Este estudo de caso apresentou descrições de estratégias correlatas ao conceito de *perfect store* e como elas ajudaram na evolução das vendas de produtos de um grande fornecedor, feitas através do *e-commerce* de um varejista do setor de cosméticos e perfumaria.

A partir da análise geral dos dados apurados foi possível concluir que, apesar de não ter alcançado a meta de vendas estabelecida para o varejista (35%), o grande fornecedor superou as vendas do ano de 2018 com a utilização de estraté-

¹⁰ DLI: movimento que surgiu para protestar a insatisfação do brasileiro com a tributação abusiva que limita o poder de consumo da população, além de servir de freio para o crescimento econômico do país.



gias, obtendo êxito em seus resultados.

O principal limitador deste estudo foi a impossibilidade de obtenção e divulgação de alguns dados referentes às estratégias, estudos e resultados, fazendo-se necessário à restrição de determinadas análises. Além disso, existe uma falta de retorno por parte do varejista frente ao grande fornecedor relacionado às ações que são realizadas. Como exemplo, ações em datas comemorativas que foram feitas em parceria do grande fornecedor e o varejista. Ao término dessas ações, o varejista não repassava um *feedback* para o grande fornecedor o que dificulta a execução e o direcionamento de novas atuações, porque não foi sabido se as propostas passadas foram assertivas ou não.

Com relação a estes obstáculos, sugere-se que as empresas aprimorem a comunicação para que seja possível a circulação de informações claras e direcionadas, a fim de criar novos desdobramentos para ações posteriores entre o grande fornecedor e o varejista. Para trabalhos futuros, recomenda-se uma exploração maior quanto aos métodos referentes à *perfect store* e estudo de *cluster* a fim de demonstrar informações mais profundas e precisas sobre o tema.

Referências

DALVI, Thiago. **Marketplace Online no Brasil: O que é, Exemplos, Vantagens e Desvantagens**. Disponível em: <<https://blog.olist.com/marketplace-online-conceito-exemplos-vantagens-e-desvantagens/>>. Acesso em: 09 set. 2019.

D'ELBOUX, Luiz. **Como utilizar KPIs para medir os resultados do seu e-commerce**. 22 maio 2018. Disponível em: <<https://www.ecommercebrasil.com.br/artigos/como-utilizar-kpis-para-medir-os-resultados-do-seu-e-commerce/>>. Acesso em 09 set. 2019.

DENZIN, Norman; LINCOLN, Yonna. A disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. IN: _____ e col. **O Planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. Porto Alegre: ArtMed, 2006.

DOMINGUES, Jose Augusto. **Perfect Store - A Loja Perfeita**. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/perfect-store-loja-perfeita-jose-augusto-domingues>>. Acesso em: 10 set. 2019.

EBIT. Nilsen Company. **Webshoppers 40ª Edição**. US, LLC. 40 slides.

E-COMMERCE BRASIL. **Comércio eletrônico deve crescer 16% no País em 2019, prevê ABComm**. Disponível em: <<https://www.ecommercebrasil.com.br/noticias/comercio-eletronico-deve-crescer-16-no-pais-em-2019-preve-abcomm/>>. Acesso em: 14 out. 2019.

FERNANDES, Dinalva. **E-commerce brasileiro cresce 22,7% com faturamento de R\$ 75 bi em 2019**. Disponível em: <<https://www.ecommercebrasil.com.br/noticias/e-commerce-brasileiro-cresce-2019-com-preconfe/>>. Acesso em 07 abr. 2020.

FERNANDES, D.R. **Uma contribuição sobre a construção de indicadores e sua importância para a gestão empresarial**. Revista da FAE, 7(1), p.1-18, 2004.

FILHO, José Ribeiro. **Definição e implantação de KPIs para auxiliar a gestão de uma empresa de softwares**. ago. 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/19307/1/DefinicaoImplantacaoKPIs.pdf>>. Acesso em 09 set. 2019.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017. E-book ISBN 9788597012934.



LAGE, Pedro. **Conheça o conceito de Perfect Store**. 15 mar 2018. Disponível em: <<https://www.e-commercebrasil.com.br/artigos/conheca-o-conceito-de-loja-perfeita/>>. Acesso em 09 set. 2019.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, p. 563, 2009.

TURCHI, Sandra R. **Estratégias de Marketing Digital e E-commerce**. 2. ed. - [2. Reimpr.]. São Paulo: Atlas, 2019. ISBN 9788597015409



CAPÍTULO 14

LOGÍSTICA REVERSA E RESÍDUOS SÓLIDOS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DE 2010 E 2019

REVERSE LOGISTICS AND SOLID WASTE: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS
OF 2010 AND 2019

Pio Marinheiro de Souza Neto

Resumo

A crescente escala de descartabilidade responsável pelo aumento da produção de resíduos e, conseqüentemente, por muitos dos atuais problemas ambientais é a face mais explícita de uma sociedade contemporânea com níveis cada vez mais elevados de consumo resultante do surgimento de novas tecnologias que elevam o grau de obsolescência dos produtos e geram cada vez mais lixo, sejam resíduos do processo produtivo ou resíduos de pós-consumo. Neste cenário este estudo tem por objetivo identificar características bibliométricas das publicações de artigos científicos da base de dados Scopus entre 2010 e 2019. A primeira parte da análise foi relativa ao termo “*Reverse Logistics*”; na segunda parte analisou-se o termo “*Solid Waste*” e na terceira parte a análise conjunta dos dois termos. Os resultados são apresentados em duas categorias, global e nacional onde são apresentados dados sobre a evolução da produção; o comparativo da produção nacional com os outros países; e a classificação por universidade, área de estudo; periódicos e palavras chaves. O número de artigos publicados encontra-se em expressiva expansão o que determina um crescente interesse da academia sobre o assunto. O Brasil é destaque nos estudos multidisciplinares em que a logística reversa e resíduos sólidos aparecem juntos como objeto de pesquisa.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos; Logística Reversa; Análise Bibliométrica.

1. INTRODUÇÃO

A sociedade contemporânea apresenta níveis cada vez mais elevados de consumo, resultado do surgimento de novas tecnologias que elevam o grau de obsolescência dos produtos e geram cada vez mais lixo, sejam resíduos do processo produtivo ou resíduos de pós-consumo. Esta nova escala de descartabilidade é responsável pelo aumento da produção de lixo e, conseqüentemente, por muitos dos problemas ambientais existentes na atualidade.

Esta realidade nos remete a duas questões – primeira: como a humanidade vai obter insumos materiais suficientes para manter este padrão de demanda? segunda: Como a reutilização de resíduos sólidos pelos processos produtivos, pode minimizar esta carência por recursos naturais?

Para responder estas e outras questões vislumbra-se dois caminhos – o primeiro caminho é uma legislação que caminha no sentido de tornar as organizações responsáveis por todo o ciclo de vida dos produtos e o segundo é o trabalho em conjunto de áreas distintas da ciência dentro de um projeto interdisciplinar que contemple os conhecimentos complementares como: da administração através da logística reversa; da engenharia sanitária através do estudo dos descartes de resíduos sólidos e os da engenharia de produção viabilizando novas formas de



conversão de resíduos em matéria prima para o sistema produtivo ou como fonte alternativa de energia.

Esta junção de forças poderá contribuir de forma significativa na diminuição de impactos sócio/ambientais como a contaminação dos corpos de água; a degradação do solo; e a intensificação das enchentes, além de permitir a execução de programas sociais de geração de trabalho e renda por meio do engajamento da população em empreendimentos de economia solidária como as cooperativas de catadores.

É evidente que neste contexto, o estudo conjunto da logística reversa e da gestão de resíduos sólidos cresce de relevância em relação às questões de sustentabilidade ecológica, mas há pouca informação acerca do estado da arte das pesquisas acadêmicas relacionadas com a temática. Assim, este cenário remete o presente estudo a investigar a seguinte questão: quais as características bibliométricas das pesquisas que tratam da temática da logística reversa e dos resíduos sólidos nos periódicos internacionais e brasileiros? Consequente da questão de pesquisa, o estudo tem por objetivo identificar características bibliométricas das publicações de artigos científicos em periódicos nacionais e internacionais entre os anos de 2010 e 2019.

O estudo se justifica pela possibilidade de apresentar como o meio acadêmico está se colocando em relação à temática e averiguar se existe a percepção de que as duas áreas podem trabalhar em conjunto e se as mesmas vêm adquirindo importância nas pesquisas acadêmicas no decorrer dos anos pesquisados. Busca-se através deste contribuir com os estudos anteriores sobre a logística reversa destacando sua relação direta com os estudos relacionados com o descarte de resíduos sólidos. Para tanto se apresenta o embasamento teórico sobre logística reversa e resíduos sólidos, seguido pela metodologia de pesquisa utilizada, os dados coletados e sua análise e, por fim, as considerações finais.

2. RESÍDUOS SÓLIDOS

A vida cotidiana do ser humano e seus processos produtivos sempre representaram a produção de resíduos para descarte na natureza. Com a Revolução Industrial, no final do século 18, o desenvolvimento de novas tecnologias permitiu avanços significativos na capacidade produtiva e, conseqüentemente na qualidade de vida da população, mas também trouxe o aumento da demanda por produtos e a exploração dos recursos naturais de forma irracional. Neste contexto, o modelo de desenvolvimento, guiado por preceitos puramente capitalistas, tem levado a abusos que sinalizam com o esgotamento dos recursos naturais (Silva, 2014).

Segundo Silva e Lima (2014) não existe a possibilidade de atividades humanas para o desenvolvimento econômico sem os respectivos custos sociais impactando

no meio ambiente. Esta realidade fez surgir o conceito de desenvolvimento sustentável, um termo cunhado para despertar a consciência de que as necessidades das atuais gerações não podem comprometer os recursos naturais das gerações futuras. Esta nova diretriz “implica um largo questionamento aos modelos de desenvolvimento que até então têm consumido os recursos naturais existentes no planeta” (Silva e Lima, 2014 p. 18).

“A ideia de sustentabilidade presente nesse conceito implica o entendimento de que o meio ambiente e desenvolvimento não constituem desafios separados, estão, inevitavelmente, interligados” (Silva e Lima, 2014 p. 18). Quando se fala em desenvolvimento sustentável, Silva (2014, p. 114) afirma que ele surge como:

Um apelo ético e moral transferindo para a sociedade a responsabilidade pela degradação e escassez dos recursos naturais ignorando o fato de ser o atual modo de produção e todo seu processo de crescimento e legitimação o real responsável pela destruição do meio ambiente.

Assim, pensar em desenvolvimento sustentável requer refletir sobre como atender a demanda crescente por bens e produtos, preocupando-se também com os detritos oriundos do sistema produtivo, ou seja, com os resíduos sólidos a serem descartados na natureza.

Nesse contexto, é importante entender o significado da palavra resíduo, bem como estabelecer a diferença em relação ao significado da palavra lixo. Segundo Calderoni (2003), o termo lixo pode ser entendido como todo material inútil, descartado, depositado em local público, objeto ou substância que se considera inútil, ou cuja existência, é tida como nociva para os humanos. Já, o resíduo representa sobra, refugo ou rejeito do processo produtivo, geralmente industrial, mas ainda passível de ser reaproveitado e que possui algum valor comercial.

A Lei nº 12.305/2010, que dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), apresenta os resíduos sólidos no Art. 03 – inciso XVI, como:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se procede, se propõe proceder, ou se está obrigado a proceder, nos estados sólidos ou semissólidos, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (BRASIL, 2010)

Quanto a sua origem a Lei que regulamenta a PNRS, classifica os resíduos sólidos como: domiciliares; de limpeza urbana; sólidos urbanos; de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços; dos serviços públicos de saneamento básico, industriais; de serviços de saúde; da construção civil; agrossilvopastoris; de serviços de transportes e de mineração (Bartolomeu; Branco; Caixeta-Filho, 2011).

A própria lei da PNRS apresenta o direcionamento que deve ser dado na ges-



ção e gerenciamento destes resíduos, mostrando que deve ser seguida a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

A operacionalização destas atividades tem como objetivo principal o recolhimento e a reutilização de produtos e materiais que tiveram o seu ciclo produtivo encerrado, fazendo o processo inverso ao da logística tradicional, que tem como fundamento o fluxo da origem do produto para o seu ponto de consumo. Dessa forma, a logística reversa constrói uma estreita relação com a forma como são tratados os resíduos sólidos ao facilitar o reaproveitamento dos materiais coletados e proporcionar o seu retorno aos diferentes centros produtivos em forma de matéria-prima.

3. LOGÍSTICA REVERSA

É clara a percepção de que a atual forma de produzir têm sido agentes de transformações irreversíveis dos recursos naturais, tornando urgente a racionalização dos processos produtivos com a utilização da logística como ferramenta capaz de auxiliar no surgimento de novas formas de reaproveitamento de itens retornáveis. Isto representa um novo paradigma de revalorização ecológica dos produtos no fim da sua vida útil, e pode ser entendida como “a eliminação ou mitigação de custos de impactos no meio ambiente provocado pela ação nociva de produtos nocivos ou pelo excesso desses bens” (Leite, 2009 p. 114).

Ainda segundo Leite, a logística pode ser considerada uma das mais antigas atividades humanas na medida sua principal missão é “disponibilizar bens e serviços gerados por uma sociedade, nos locais, no tempo, nas quantidades e na qualidade em que são necessários aos utilizadores” (Leite, 2009 p. 02). Atualmente a logística adquiriu um novo grau de importância nas empresas, já que desempenha um papel estratégico no planejamento operacional das redes produtivas que objetivam atender clientes de forma globalizada.

A logística reversa, segundo o Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP) no seu documento Terms and Glossary (2013) é um segmento especializado de logística com foco no movimento e gerenciamento de produtos e recursos após a venda e após a entrega ao cliente, incluindo retorno de produtos e reparos. Os pesquisadores Rogers e Tibben-Lembcke (1999) entendem que o conceito de logística reversa é amplo e o apresenta como o processo de planejamento, implementação e controle de matérias-primas, materiais em processo, produtos acabados e informações relacionadas, do ponto de consumo para o ponto de origem, para atender as necessidades de recuperação de valor e/ou obter o descarte correto/controlado.

A Lei Federal 12.305/2010 (PNRS), define a logística reversa como:



(...) XII - logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

O PNRS estabelece responsabilidades para os diferentes atores na logística reversa, onde cada um deverá comprometer-se com o desenvolvimento de suas ações para o êxito da implementação do sistema.

Observa-se que a logística reversa vem conquistando espaço na estratégia competitiva das organizações por três questões principais: (1) possibilitar uma menor degradação ecológica; (2) seu impacto na diminuição de custos de produção e (3) por melhorar a imagem de mercado daquelas organizações que implantam sistemas reversos eficientes.

No Brasil, os encontros da gestão de resíduos sólidos com a logística reversa ocorrem, principalmente, ao se buscar formas de minimizar os problemas ambientais inerentes ao descarte dos resíduos com a prática dos 3R's (Reduzir, Reutilizar, Reciclar), visando minimizar os impactos ao meio ambiente nos aterros sanitários.

A redução de resíduos é uma das atividades que deve ser pensada junto à gestão do sistema produtivo, pois se sobrepõe às decisões cotidianas de gerenciamento e requer a tomada de decisões considerando, como afirma Mendonça e outros (2017, p. 8) "antes de determinar soluções de tratamento ou de destinação final dos resíduos já gerados, sejam verificadas alternativas de redução destes na fonte geradora". É preciso buscar formas de evitar a produção de resíduo, seja utilizando novas tecnologias ou prolongando o tempo de vida útil do produto. A reutilização se refere às ações que possibilitam a identificar novas formas de utilização dos resíduos gerados, otimizando o uso destes materiais antes do descarte final.

Desta forma, a reciclagem é um conjunto de atividades que tem por objetivo aproveitar os resíduos, e reutilizá-los em um novo ciclo de produção. Este conjunto de atividades está ligado à uma ferramenta gerencial conhecida como a logística que recupera produtos, reintegrando-os aos ciclos produtivos e de negócios. Realiza ações destinadas a facilitar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos aos seus geradores, para que sejam reaproveitados como novos insumos na produção de novos produtos, visando a não geração de novos resíduos.

Como vimos, os resíduos sólidos tornaram-se um dos maiores desafios para a sustentabilidade empresarial, o que obriga a uma revisão dos sistemas tradicionais de produção, onde a logística reversa pode ser apresentada como uma alternativa viável, já que sua principal preocupação consiste na recuperação de materiais oriundos de descartes de produto já utilizados pelos clientes para reaproveitamento e ou descarte seguro.



4. DESENHO METODOLÓGICO

Este estudo apresenta-se como uma pesquisa descritiva baseada em levantamento bibliométrico sobre logística reversa e gestão de resíduos sólidos. Segundo Hood e Wilson (2001), a pesquisa bibliométrica é usada para descrever a dinâmica da produção científica de determinada área no que se referem ao seu crescimento, suas inter-relações e sua produtividade.

Já Macias-Chalupa afirma que a bibliometria “é o estudo dos aspectos quantitativos da produção, disseminação e uso da informação registrada” e que a mesma “desenvolve padrões e modelos matemáticos para medir esses processos, usando seus resultados para elaborar previsões e apoiar tomadas de decisão” (Macias-Chalupa, 1998 p. 134).

Assim, para delinear o cenário da pesquisa sobre logística reversa e resíduos sólidos na perspectiva nacional e internacional, foi realizado um estudo bibliométrico na base dados Scopus (Editora Elsevier). A escolha por esta base de dados justifica-se já que a mesma contém mais de 60 milhões de registros da produção acadêmica de mais 21 mil períodos internacionais, permitindo fazer a inventariação do estado da arte sobre estes temas. A pesquisa foi realizada com os termos *Reverse Logistics* e *Solid Waste* nos campos *Article title; abstract; keywords* no período entre os anos de 2010 a 2019. Primeiro foi realizada uma análise dos dados relativos ao termo “*Reverse Logistics*”, depois foi realizada o mesmo tipo de análise dos dados relativos ao termo “*Solid Waste*” e, finalmente a análise conjunta dos dois termos visando conhecer o resultado da pesquisa bibliométrica com relação aos estudos conjuntos da logística reversa e dos resíduos sólidos. A análise de cada termo foi desenvolvida observando a quantidade de publicações, país de origem (*country/territory*), a instituição de ensino (*affiliation*), o periódico (*source title*); as palavras chaves (*keyword*) e as áreas de estudo (*subject área*). Os resultados são divididos em duas categorias: a avaliação global e a avaliação nacional.

5. ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES

5.1 Termo *Reverse Logistics*

A primeira pesquisa realizada na base dados Scopus foi com o termo *Reverse Logistics* e foram selecionados 3.984 artigos publicados no período entre 2010 e 2019. O gráfico 01 mostra a evolução do número de trabalhos publicados no período e também uma clara linha de tendência de crescimento do interesse pelo tema.



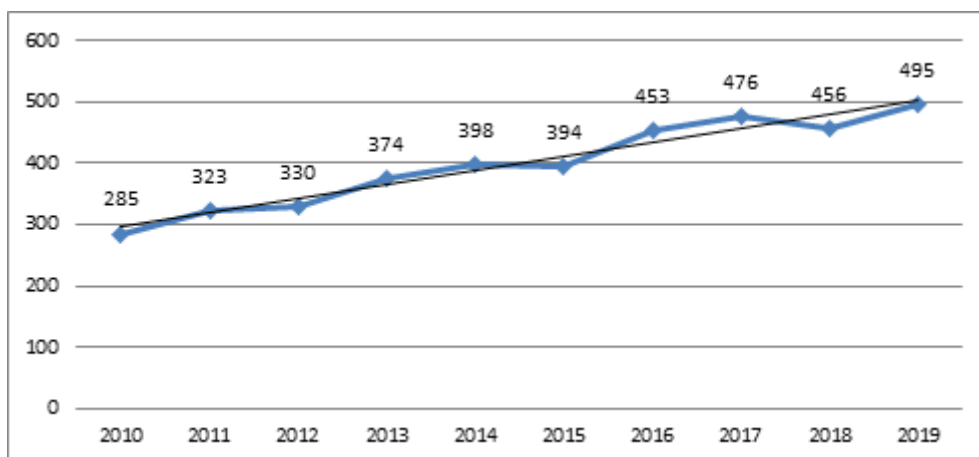


Gráfico 01: *Reverse Logistics* - Evolução de Publicações.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

No comparativo da produção global de trabalhos relacionados com a logística reversa, os Estados Unidos foi o país que mais publicou trabalhos no período, com 950 trabalhos publicados entre 2010 e 2019 e o Brasil ficou na 4ª colocação, com 253 trabalhos, atrás apenas de grandes potencias como Estados Unidos, China e do Reino Unido.

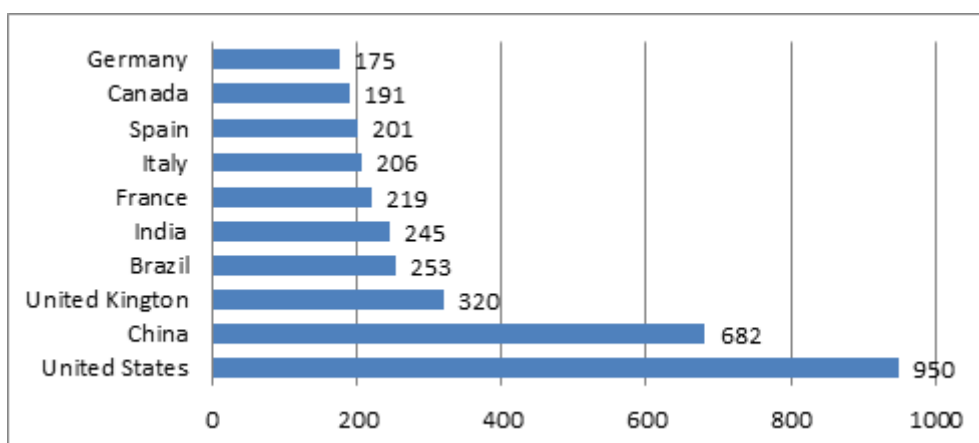


Gráfico 02: *Reverse Logistics* - Publicações por país.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Os dados mostram o Brasil à frente de países europeus com maior tradição em pesquisa científica como Itália, França, Espanha e Alemanha e como o único país da América Latina entre os dez primeiros colocados em número de publicações sobre o tema. Foi possível observar também a importância do tema para os países dos BRIC'S – China, Brasil e Índia, que juntos são responsáveis por 1180 trabalhos, correspondendo a 29,61% do número total de trabalhos.

Pode-se destacar o interesse da área de saúde pelo tema da logística reversa com os trabalhos da *Harvard School of Public Health* (66 artigos), localizada em Cambridge, *Massachusetts*; do *Centers for Disease Control and Prevention* (60 artigos), agência do Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos e da *London Global University* (59 artigos). Algumas das mais tradicionais universidades do mundo estão produzindo conhecimento científico acerca do as-

sunto, o que demonstra a importância do tema.

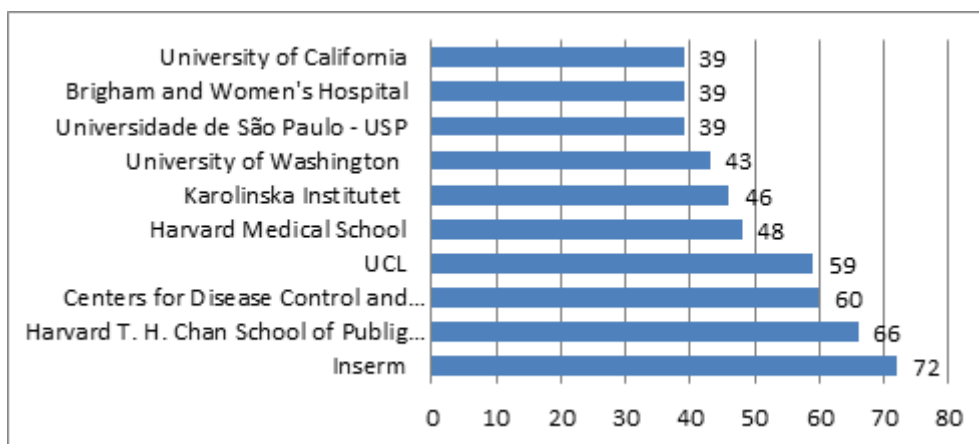


Gráfico 03: *Reverse Logistics* - Publicações por universidades.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

O gráfico 04 apresenta os periódicos com maior número de trabalhos publicados no período e o destaque é a revista científica de acesso livre *online* Plos One, publicada pela Public Library of Science. Neste item percebe-se o assunto perpassa várias áreas do conhecimento, ocorrendo de publicações especializadas em diferentes áreas como a produção, gestão de sistemas logísticos, produção mais limpa, engenharia industrial, reciclagem e conservação de recursos, e alguns outros na área de saúde.

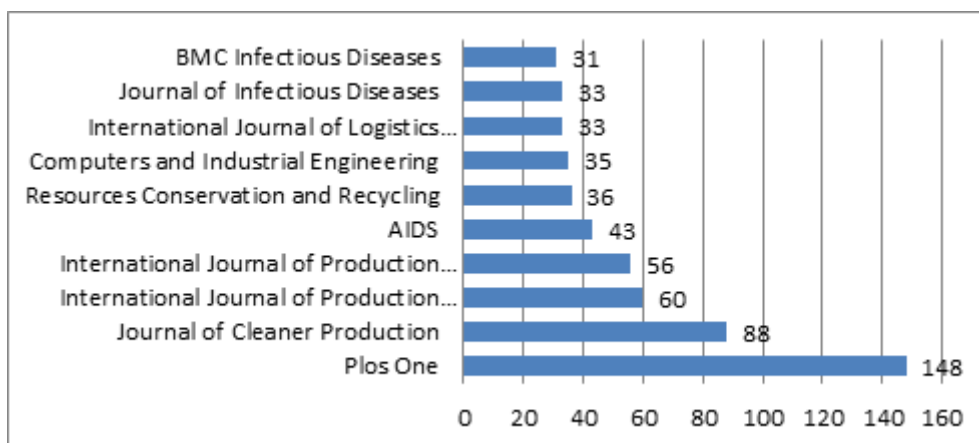


Gráfico 04: *Reverse Logistics* - Publicações por periódicos.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

As palavras-chave mais utilizadas na identificação dos trabalhos estão associados aos estudos relacionados à pessoa humana, reflexo da elevada quantidade de artigos na área de saúde.

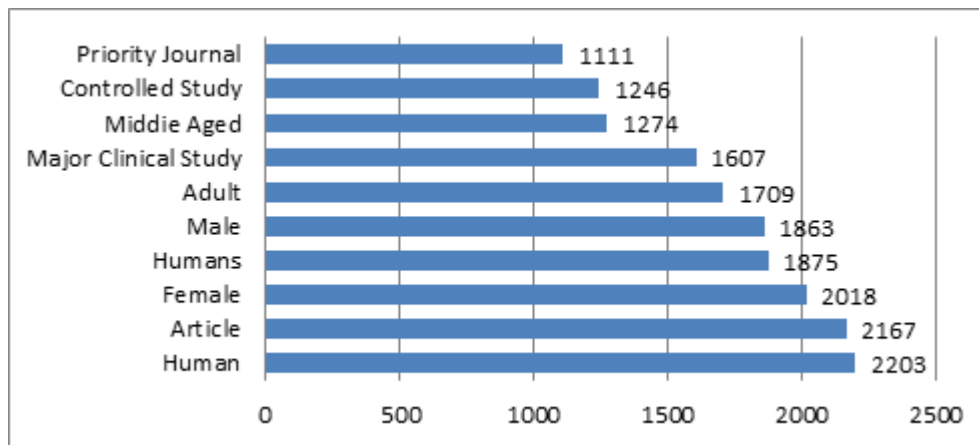


Gráfico 05: *Reverse Logistics* - Palavras chaves mais utilizadas.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Ao observarmos a área de conhecimento indicada nos artigos pesquisados no período, mais uma vez é perceptível o quanto é eclética a classificação dos trabalhos por área de conhecimento.

O maior número de trabalhos é na área da medicina, entretanto ocorrem indicações de artigos nas mais diversas áreas como engenharia; negócios, gestão e contabilidade; bioquímica, genética e biologia molecular; ciência ambiental; ciências da computação e ciências sociais. Isto demonstra que a logística reversa pode ser estudada sobre as mais diversas abordagens.

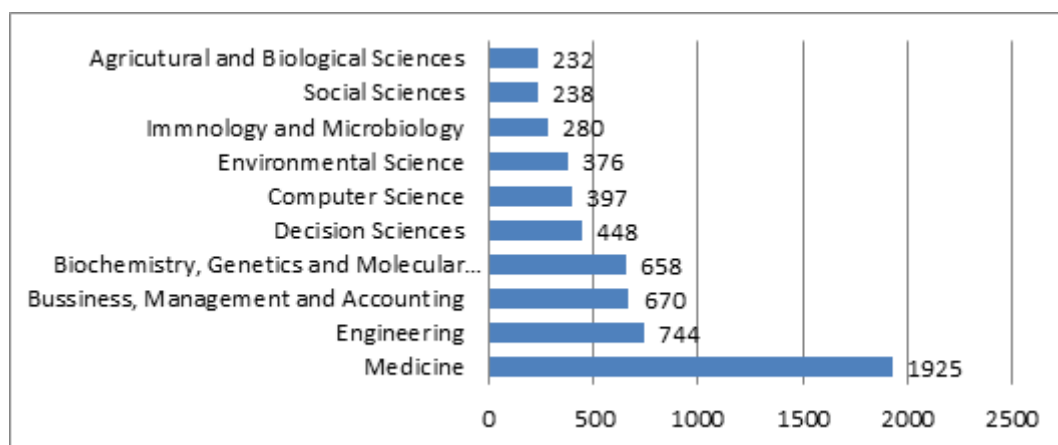


Gráfico 06: *Reverse Logistics* - Publicações por área de conhecimento.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Conforme foi constatado, a logística reversa vem despertando interesse em pesquisadores de diversas áreas do conhecimento, nas mais conceituadas instituições de pesquisa do mundo. Um esforço multidisciplinar para entender como este conjunto de ações e procedimentos destinados à responsabilização compartilhada do ciclo de vida dos produtos pode contribuir para a efetiva coleta de resíduos destinada ao reaproveitamento no ciclo produtivo ou para encaminhamento a uma destinação ambientalmente adequada.

5.2 Termo *Solid Waste*



Na segunda parte da coleta de dados foi realizada uma pesquisa com o termo *Solid Waste* e foram selecionados 40.474 artigos publicados entre 2010 e 2019. O gráfico 07 evidencia o crescente número de trabalhos publicados e sua linha de tendência indicando a relevância do tema para os pesquisadores.

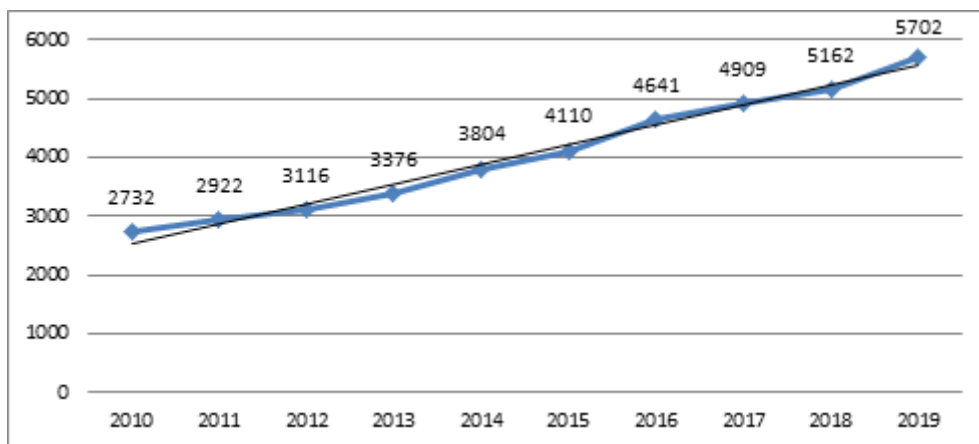


Gráfico 07: *Solid Waste* - Evolução de Publicações.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Os países com maior número de trabalhos são a China e os Estados Unidos, com 9100 e 4266 artigos respectivamente. O Brasil aparece na 4ª colocação (2153 trabalhos), como o único país da América Latina na lista e a frente de países do primeiro mundo como Itália, Canadá, Reino Unido, Japão e França.

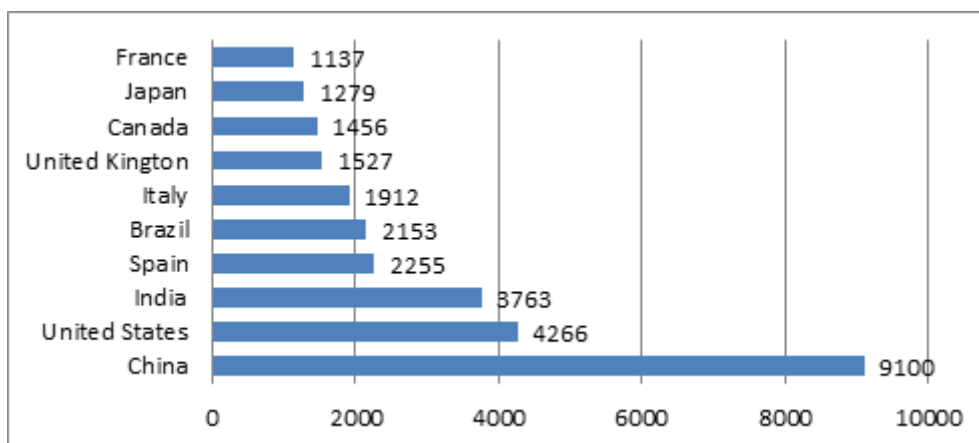


Gráfico 08: *Solid Waste* - Publicações por país.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

O gráfico 09 apresenta a classificação dos artigos publicados por universidade e a primeira informação que aflora dos dados é que das dez instituições com maior número de publicações acerca de resíduos sólidos, 08 são chinesas e as mesmas são responsáveis por aproximadamente 11% dos trabalhos identificados na base de dados.

A Universidade de São Paulo (USP) é a única instituição de ensino superior brasileira a constar na lista com 266 artigos publicados e a frente de instituições de países com maior tradição em pesquisa científica.

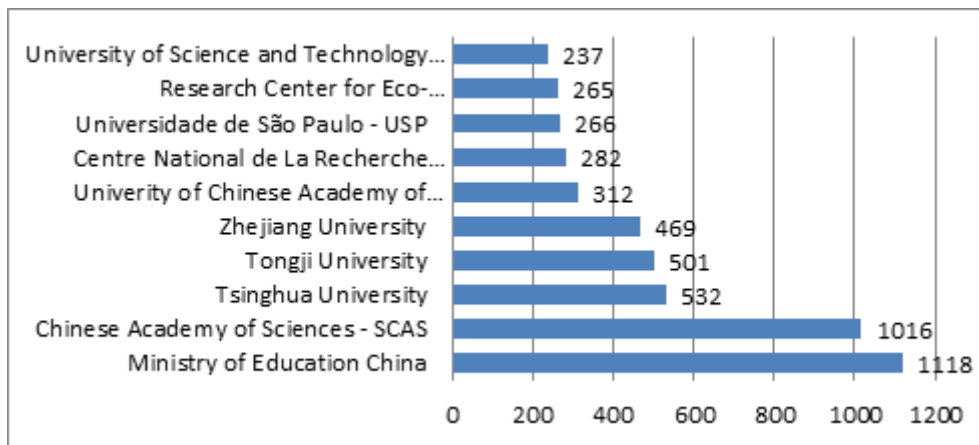


Gráfico 09: *Solid Waste* - Publicações por universidades.
 Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

A *Waste Management*, que trata da gestão integrada de resíduos, ciência e tecnologia é o periódico que aparece com maior número de artigos publicados sobre o tema no período. Nessa análise observam-se direcionamentos para áreas distintas como o estudo de materiais perigosos (*Journal of Hazardous Materials*); os estudos relacionados com os recursos hídricos (*Water Science And Tecnology e Water Management and Research*) e os estudos com a ciência e meio ambiente (*Bioresource Technology, Journal of Environmental e Management, Science of the Total Environment*).

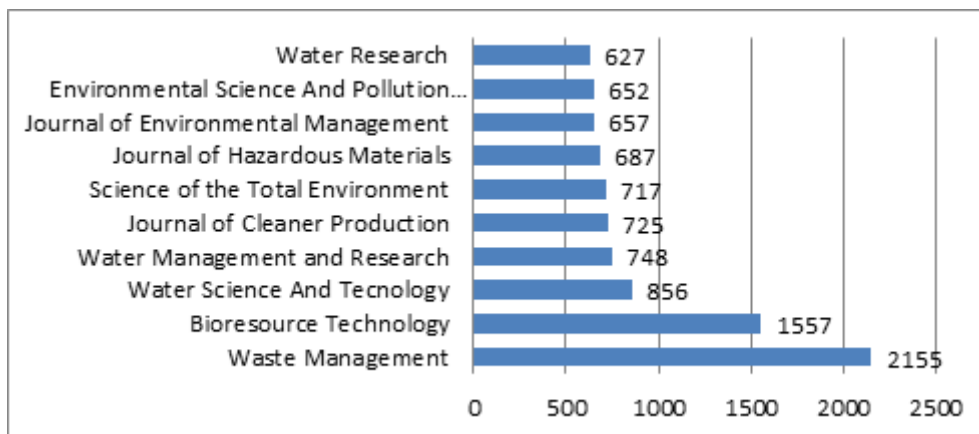


Gráfico 10: *Solid Waste* - Publicações por periódicos.
 Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

As palavras chaves que permitem vislumbrar o que está sendo pesquisado sobre o tema: as questões relacionadas com os resíduos sólidos municipais; os depósitos de lixos e os esgotos e suas formas de tratamento.

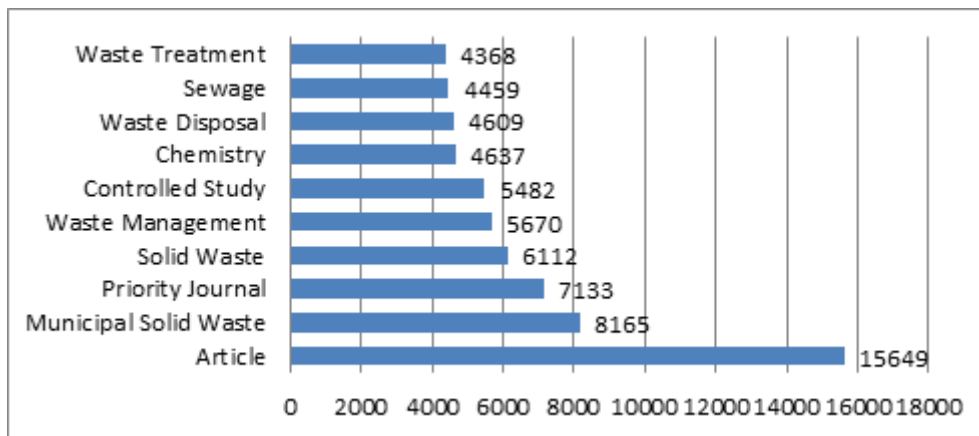


Gráfico 11: *Solid Waste* - Palavras chaves mais utilizadas
 Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Observa-se que quanto as áreas de conhecimento, o tema desperta interesse nas mais diversas áreas que vão da medicina a engenharia passando por áreas como a bioquímica, genética, biologia celular, a energia e a ciência de materiais.

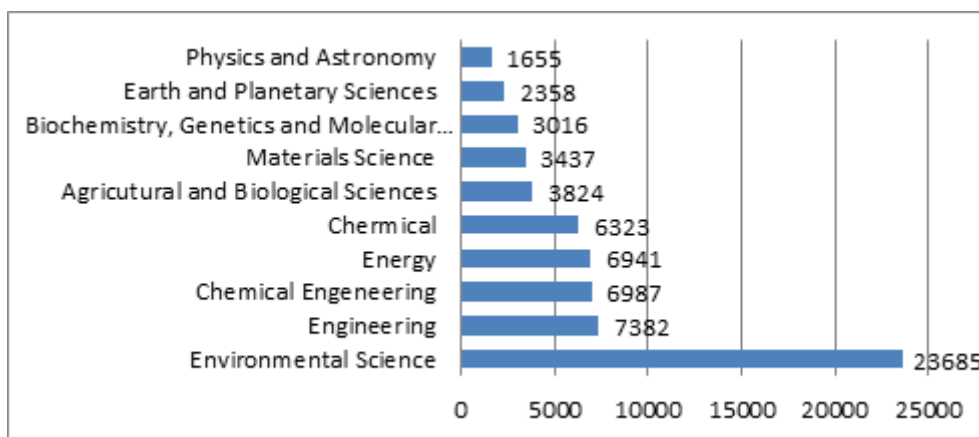


Gráfico 12: *Solid Waste* - Publicações por área de conhecimento.
 Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Ao verificarmos as áreas do conhecimento fica evidente a diversidade de pesquisadores realizando pesquisas sobre os resíduos sólidos. A lista abrange áreas que vão da medicina a ciência ambiental, o que abre espaço para a produção de pesquisas de caráter interdisciplinares que conjuguem percepções múltiplas, e consequentemente mais diversas dos problemas. Este poderia ser um caminho para a busca de soluções do descarte inadequado do lixo e seus consequentes impactos ambientais e sociais.

5.3 Termos “Reverse Logistics” e “Solid Waste”

A terceira parte da pesquisa foi realizada com os trabalhos em que os termos “Logística Reversa” e “Resíduos Sólidos” estão juntos no mesmo artigo. A escolha destes ocorreu devido relação entre os dois temas e no período foram identificados 114 artigos em que os temas são abordados juntos, como indicado no gráfico 13, ocorreu um aumento no número de publicações com acentuada tendência de crescimento.

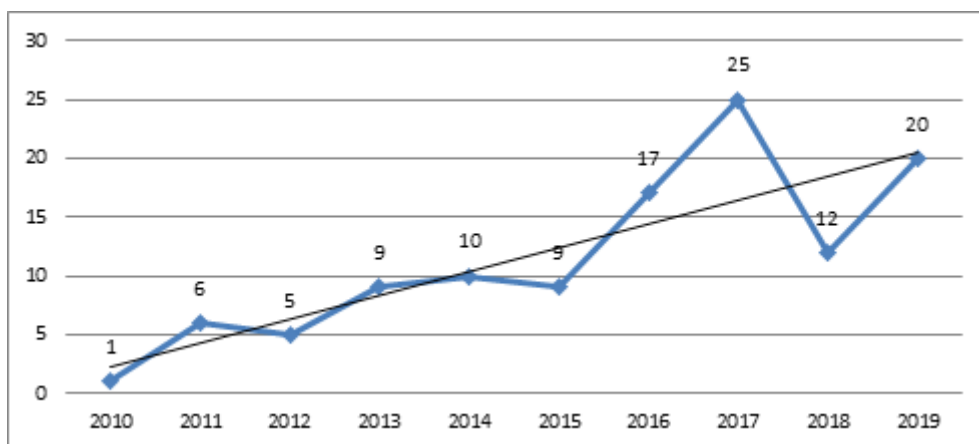


Gráfico 13: *Reverse Logistics AND Solid Waste* - Evolução de Publicações.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Quanto aos países de origem dos artigos selecionados ficou evidente a liderança do Brasil nas pesquisas conjuntas de logística reversa e resíduos sólidos com 59,43% dos trabalhos publicados. A liderança do Brasil nos estudos conjuntos dos dois temas reflete na análise das universidades de origem destas pesquisas. A grande maioria da produção científica é oriunda de instituições de ensino superior brasileiras, localizados na região sudeste do país, no eixo formado pelos estados Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais.

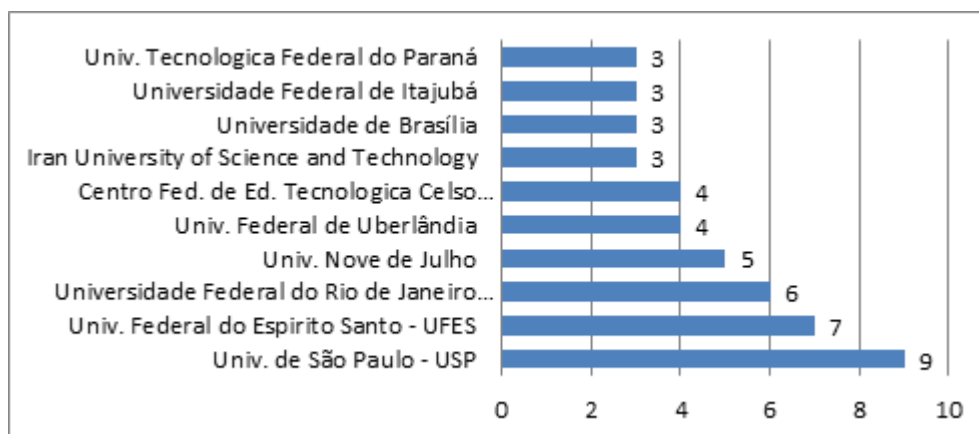


Gráfico 14: *Reverse Logistics AND Solid Waste* - Publicações por universidades.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Nesta análise, pode-se também destacar que, com exceção da *Iran University of Science and Technology*, uma das mais importantes universidades iranianas localizada em Teerã, todas as outras instituições são brasileiras.

Ao classificar os trabalhos de acordo com os periódicos, na liderança temos a *Waste Management* uma revista dedicada à apresentação e discussão de informações sobre resíduos sólidos, caracterização, minimização, coleta, separação, tratamento e disposição e a política de gestão de resíduos, além da educação e avaliações econômicas e ambientais. Logo após temos a espanhola *Espacios*, uma revista dedicada a publicar estudos nas áreas de engenharia de produção, política e gestão de ciência e tecnologia, inovação, gestão de tecnologia, educação e áreas afins e no grupo é perceptível à existência de dois grupos distintos de periódicos:

alguns voltados para as pesquisas na área de produção e outros com foco na ecologia e meio ambiente.

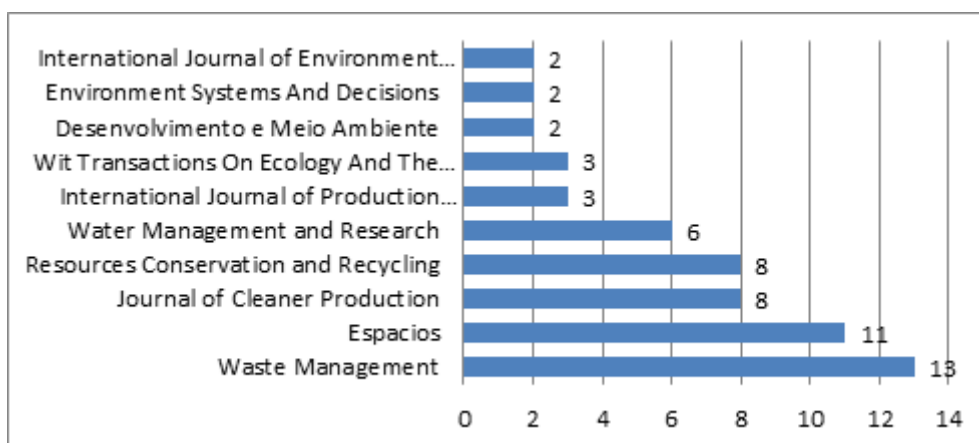


Gráfico 15: *Reverse Logistics AND Solid Waste* - Publicações por periódicos.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Grande parte das palavras-chave são relacionadas a pesquisa na área de logística, outro grupo é formado pelos trabalhos relacionados aos problemas dos resíduos e finalmente os artigos que tratam da reciclagem, ou seja, das formas de reutilização dos resíduos.

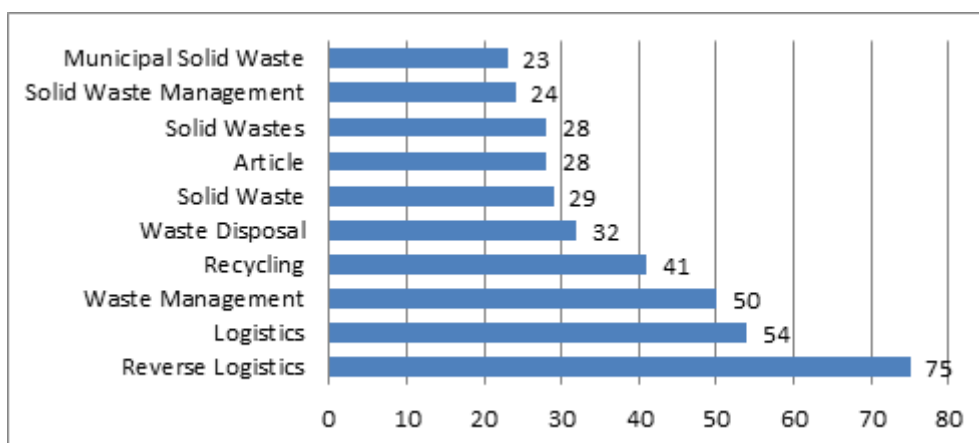


Gráfico 16: *Reverse Logistics AND Solid Waste* - Palavras chaves mais utilizadas.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Da mesma forma que ocorre nas pesquisas sobre logística reversa e gestão de resíduos, ao analisarmos as áreas do conhecimento indicadas nos artigos que pesquisam os dois temas juntos, fica claro que grande amplitude de áreas realizando pesquisas sobre os temas. A área de maior representatividade é a de resíduos agrupados em 186 artigos, logo após vem à área da logística e reciclagem com 171 artigos.

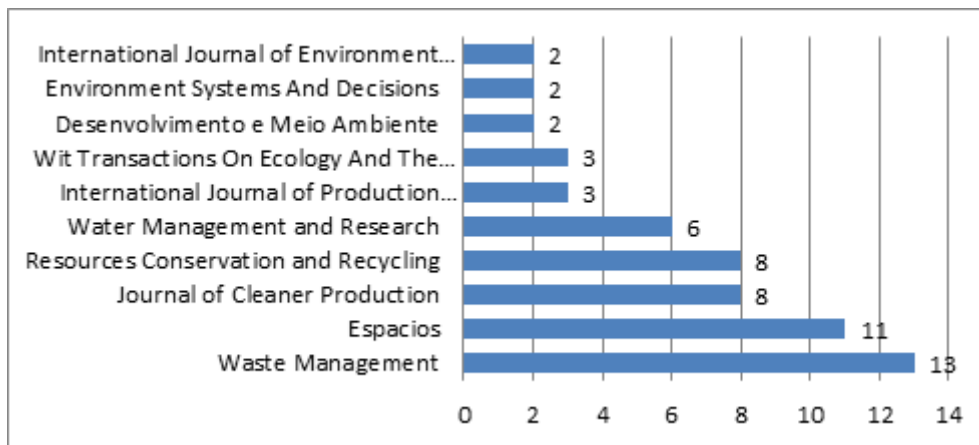


Gráfico 17: Reverse Logistics AND Solid Waste – Publicações por área de conhecimento.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Pelos periódicos em que esses artigos foram publicados é possível perceber a diversidade de áreas interessadas neste tipo de pesquisa: de produção mais limpa a gerenciamento de recursos aquíferos, passando por decisões ambientais e economia de produção.

Após análise conjunta dos termos ficou evidenciado a evolução do interesse dos pesquisadores pelos estudos que conjuguem as duas áreas. O interesse ocorre a nível mundial, mas o Brasil aparecesse como uma referência neste tipo de estudo e desta forma este estudo examinará a produção científica brasileira relativo às pesquisas sobre logística reversa e resíduos sólidos no período de 2010 a 2019.

5.4 Avaliação Nacional – “Reverse Logistic” and “Solid Waste”

A produção científica brasileira de artigos que pesquisam conjuntamente sobre logística reversa e resíduos sólidos apresentou uma evolução significativa no período estudado e é perceptível que o maior interesse pelo tema ocorre após o ano de 2012, quando a produção brasileira cresce e atinge seu ápice no ano de 2017 com 15 artigos publicados.

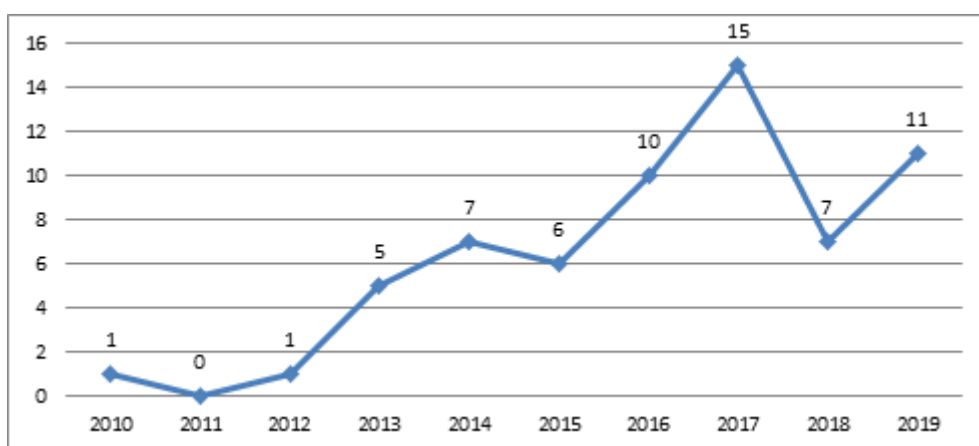


Gráfico 18: Reverse Logistics AND Solid Waste - Evolução Nacional de Publicações.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

A grande maioria dos trabalhos classificados pela base de dados pesquisada é originada de universidades localizadas nas regiões sul/sudeste brasileiro com destaques para a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) onde se concentraram 46,80% das pesquisas.

Percebe-se a concentração de publicações em periódicos relacionados com as temáticas de produção e meio ambiente. O periódico com maior número de pesquisas brasileiras publicadas é a revista espanhola *Espacios*, seguindo pela *Water Management and research* e o *Journal of Cleaner Production*. Podem-se destacar os periódicos nacionais – a Produção da ABREPO, a Desenvolvimento e Meio Ambiente da (UFPR) e Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, vinculado a um Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas, do Centro Universitário de Maringa que publicaram 02 artigos cada.

Quanto às palavras-chave observam-se três grupos: um relacionado com a logística, outro pertinente aos resíduos e um terceiro correlacionado com a reciclagem.

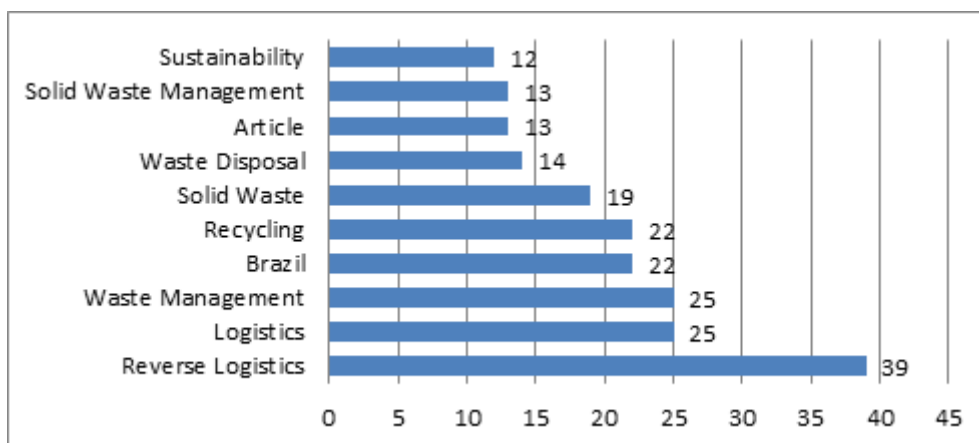


Gráfico 20: Reverse Logistics AND Solid Waste – Publicação Nacional por palavras chaves.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

O pesquisador com maior número de publicações catalogadas na base de dados é o professor Manfred Fehr, Universidade Federal de Uberlândia que aparece na autoria de 04 artigos. Analisando a lista de pesquisadores brasileiros, observa-se que a maioria pertence aos quadros das universidades públicas brasileiras como a Universidade de Brasília, A Universidade Federal de Minas Gerais, a Universidade Federal de Itajubá e a Universidade Federal do Espírito Santo, dentre outras.

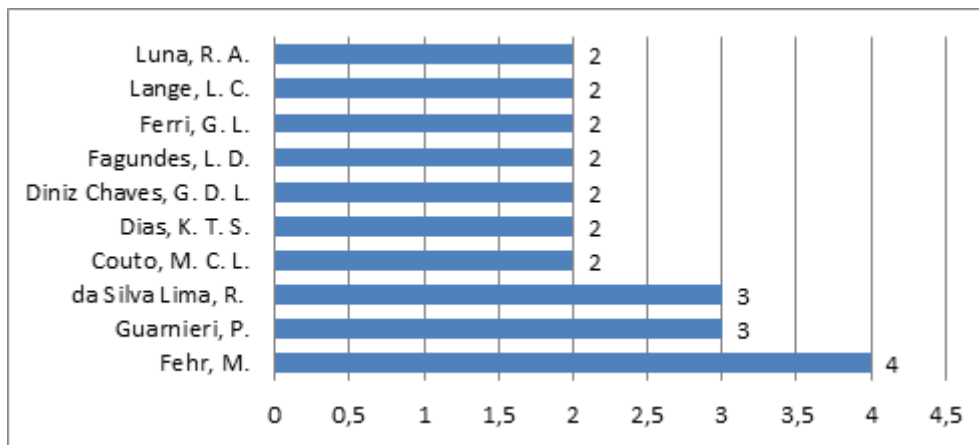


Gráfico 21: Reverse Logistics AND Solid Waste – Publicação Nacional por pesquisadores.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Este quadro permite afirmar, que no Brasil, a maioria das pesquisas na área de logística reserva e resíduos sólidos são realizadas nas instituições de ensino superior públicas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo tem como objetivo examinar as características bibliométricas de artigos científicos sobre a temática da logística reversa e resíduos sólidos em periódicos nacionais e internacionais publicados entre os anos de 2010 e 2019, na base de dados Scopus.

O estudo determinou que o número de pesquisas encontra-se em expressiva expansão já que o número de artigos publicados sobre logística reversa apresentou um crescimento de 73,68% no período. Já os artigos sobre resíduos sólidos apresentaram um acréscimo de 108,71%.

Os artigos que tratam de logística reversa e resíduos sólidos apresentaram um aumento ainda mais significativo de 2000%, pois passaram de 01 artigo em 2010 para 20 artigos em 2019. Do mesmo modo, as publicações nacionais que tratam dos dois temas apontaram um crescimento de 1100%, passando de 01 em 2010 para 11 em 2019.

A origem dos trabalhos ocorre principalmente em três países: Os Estados Unidos, a China e o Brasil. Em se tratando dos artigos sobre logística reversa os Estados Unidos, a China e o Reino Unido são os mais representativos. Neste caso o Brasil aparece em quarto lugar no período. Quando o assunto é os resíduos sólidos o destaque são a China, os Estados Unidos e a Índia, com o Brasil é quinto colocado.

O Brasil é o país com maior número de artigos publicados sobre estudos que agregam a logística reversa com os resíduos sólidos, seguido pela China e pelo Canadá. No Brasil é pertinente enfatizar a liderança em pesquisas das Universidades

de São Paulo (USP), da Federal do Espírito Santo (UFES) e da Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Finalmente, é possível concluir que o estudo das temáticas de resíduos sólidos e logística reversa esta despertando crescente interesse na comunidade acadêmica mundial e que esta relevância é percebida através da diversidade de áreas envolvidas nas pesquisas, da área tecnológica, até as áreas da saúde, passando pelas ciências sociais. Este fato abre grandes possibilidades de pesquisas interdisciplinares sobre o tema.

Referências

BARTOLOMEU, D. B.; BRANCO, J. E. H.; CAIXETA-FILHO, J. V. **A logística de transporte dos resíduos sólidos domiciliares**. In: CAIXETA-FILHO (Org.) Logística ambiental de resíduos sólidos. São Paulo: Atlas, 2011.

BRASIL, 2010. Lei 12.305, de 02/agosto/2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União.

CALDERONI, S. (2003) **Os bilhões perdidos no lixo**. São Paulo: Humanitas FFLCH/USP.

CSCMP, Council of Supply Chain Management Professionals. Glossary of Terms. (2013). Disponível em: <<http://cscmp.org>>. Acesso em: 23 de janeiro de 2020.

MACIAS-CHAPULA, C. A. (1998). **O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional**. *Ciência da informação*, 27(2). Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ci/v27n2/2729805.pdf>> acesso em: 12 de janeiro de 2020.

MENDONÇA, J. C. A.; VASCONCELOS, P. E. A.; NOBRE, L. B. O.; CASAROTTO, E. L.; MOROZINI, J. F. (Ed.). **Logística reversa no Brasil: um estudo sobre o mecanismo ambiental, a responsabilidade social corporativa e as legislações pertinentes**. Revista Capital Científico, vol. 15, n.2, abr./jun. 2017.

HOOD, William. W.; WILSON, Concepción. S. (2001). **The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics**. Disponível em: <<http://www.asiaa.sinica.edu.tw/~ccchiang/GILIS/LIS/p291-Hood.pdf>> acesso em: 12 de janeiro de 2020.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

ROGERS, Dale S., TIBBEN. LEMBKE, Ronald S., Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices. Reno, University of Nevada: 1999. Disponível em: < http://www.abrelpe.org.br/imagens_intranet/files/logistica_reversa.pdf> Acesso em>: 23 de janeiro de 2018.

SILVA, P. L. M. da, (2014). **Desenvolvimento sustentável e suas contradições**. Revista Internacional de Ciências, 4(2), 107-119. Disponível em: <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/ric/article/view/12593/10596> Acesso em: 19 de janeiro de 2020.

SILVA, T. A. A. de; LIMA, L. S. (2014). **Desenvolvimento sustentável: um debate sobre suas impossibilidades**. EDUCTE: Revista Científica do Instituto Federal de Alagoas, 1(1). Disponível em: <<http://www.kentron.ifal.edu.br/index.php/educte/article/view/27/19>> Acesso em: 19 de janeiro de 2018.



CAPÍTULO 15

OTIMIZAÇÃO DOS PARÂMETROS DE USINAGEM NO TORNEAMENTO DO AÇO INOXIDÁVEL SUPER DUPLEX UNS S32750

OPTIMIZATION CUTTING PARAMETERS IN TURNING SUPER DUPLEX
STAINLESS STEEL UNS S32750

Carlos Filipe Nascimento

André Dallora dos Reis

Deise Santos Madeira

Tarcísio Gonçalves de Brito

Emerson José de Paiva

Resumo

A melhoria da qualidade dos produtos usinados e aumento da exigência do mercado industrial, faz-se necessário aprimorar os processos de usinagem, neste contexto o processo de usinagem por torneamento destaca-se por sua variada aplicabilidade na fabricação de diferentes matérias primas. O aço inoxidável super duplex UNS S32750 é relevante para a indústria metal mecânica, por combinar resistência mecânica e a corrosão, o que torna este material atrativo para indústria do segmento de óleo e gás. A baixa condutividade térmica e considerável ductilidade deste material representa um desafio para o setor de fabricação de peças, apresentando difícil usinabilidade, comprometendo a qualidade dos produtos. O objetivo deste artigo é apresentar os parâmetros ótimos para o processo de usinagem por torneamento do aço inoxidável super duplex UNS S32750 na rugosidade (R_t), utilizando planejamento de experimentos (DoE), análise de variância (ANOVA) e função *desirability* para otimização utilizando insertos de metal duro revestidos pelo processo de deposição química a vapor (CVD), sem fluido de corte. O estudo apresentou o valor de conveniência para a otimização bi-objetivo 0,6890 atingindo valor intermediário entre eficiência processual e qualidade.

Palavras chave: Otimização, Aço inoxidável super duplex, Planejamento de experimentos, Qualidade, Função *desirability*.

Abstract

The improve quality of machined products and increasing demand of the industrial market, it's necessary improve machine process, in this context due versatility the turning process stands out between other machine process for your varied applicability in manufacturing differents raw materials. The super duplex stainless steel UNS S32750 is relevant for mechanical industry, because the combination of mechanic resistance and corrosion, make this material attractive for oil and gás industries. The low thermal conductivity and considerable ductility of this material represents challenge for fabrication sector, presenting difficult machinability, and may damage the quality of the process products. The goals of this paper are show the best cutting paraters for turning super duplex stainless stell UNS S32750 in the roughness (R_t), using design of experiments, analisys of variance and desirability function for optimization with carbides inserts coated by chemical vapor deposition, without fluid. The study demonstrated desirability optimization value 0,6890 reaching intermediate value between quality and process efficiency.

Key-words: Optimization, Super duplex stainless steel, Design of experiments, Quality, Desirability function.



1. INTRODUÇÃO

A usinagem é caracterizada pela remoção de material, o que demonstra sua importância na indústria de fabricação de peças em diversos tipos (Gouarir *et al.*, 2018).

Devido a sua versatilidade e qualidade a usinagem por torneamento é um dos processos mais utilizados na fabricação de peças (Diniz, *et al.*, 2014; Prasath *et al.*, 2018). É necessário entender as variáveis de entrada para garantir a qualidade do produto nos mais variados tipos de matérias primas (Diniz, *et al.*, 2014).

Dentre as diversas matérias primas destaca-se o aço inoxidável super duplex UNS S32750 em virtude de sua excelente combinação de propriedades mecânicas e de resistência a corrosão. Este tipo de aço apresenta difícil usinabilidade provocando desgaste prematuro do inserto e a consequente redução da qualidade da superfície usinada, dificultando a modelagem da rugosidade (Raymundo *et al.*, 2017; Nomani *et al.*, 2017; Gamarra e Diniz, 2018).

Para a modelagem da rugosidade de acordo com Montgomery (2013), uma técnica adequada para identificar e analisar a intensidade de diversas fontes de variação que podem influenciar o processo é o planejamento de experimentos (DOE).

Em 1980, Derringer e Suich encontraram uma das soluções para otimizar várias respostas, desenvolvendo a função *desirability* sendo amplamente utilizada na indústria em diversificados segmentos, com o objetivo de aprimorar o método de trabalho. A função baseia-se no princípio de que todas as variáveis devem estar dentro de um limite aceitável para o processo atingir resultados com maior eficácia (HEE HAN, 2015). Segundo Candiotti (2014) é possível atingir, simultaneamente, o valor ideal para todas as variáveis estudadas (níveis de cada fator) ponderando-se os pesos durante o processo de otimização.

Este artigo, tem o objetivo de otimizar os parâmetros de usinagem por torneamento do aço inoxidável super duplex UNS S32750 utilizando planejamento de experimentos (DOE), ANOVA e a função *desirability* em 3 cenários distintos: 1- Minimização da rugosidade (R_t); 2- Maximização da taxa de remoção de material (MRR); 3- Otimização biobjetiva levando-se em consideração o ponto ótimo de trabalho para as duas respostas. Os experimentos foram realizados com inserto de metal duro, revestido pela técnica CVD (TiCN, Al_2O_3 e TiN) e sem fluido de corte.



2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a coleta dos dados foi utilizado o arranjo fatorial de 2^3 com 3 pontos centrais e 6 pontos axiais totalizando 17 experimentos para as variáveis de controle, juntamente com os seus respectivos níveis de operação conforme tabela 1.

Fatores	Nível -1	Nível 0	Nível +1
Velocidade de corte (v_c) [m/min]	160	170	180
Profundidade de corte (a_p) [mm]	0,40	0,75	1,10
Avanço (f) [mm/rot]	0,10	0,15	0,20

Tabela 1 - Parâmetros utilizados no processo de torneamento
Fonte: Sandvik Coromant (2018)

Os experimentos foram realizados no torno CNC de marca CYK613 com 15 kW de potência e rotação máxima de 10.000 rpm conforme figura 1. O material usinado foi o aço inoxidável super duplex UNS S32750 e composição química de acordo com a tabela 2, com 51 mm de diâmetro e 100 mm de comprimento. Para os ensaios utilizou-se a ferramenta de corte ISO MWLNR-2525M08 e inserto de metal duro ISO WNMG 08 04 08-PM 4225 revestido pela técnica de deposição de vapor químico (CVD) com revestimento de $TiCN+Al_2O_3+TiN$ (Sandvik Coromant, 2018).



Figura 1 - Torno CNC CY-K6136/75 e corpo de prova posicionado para experimento

Elementos	C	Cr	Cu	Fe	Mo	Mn	N	Ni	P	S	Si	W
Mínimo	0	24	0,5	Restante	3	0	0,2	6	0	0	0	0,5
Máximo	0,03	26	10		4	1	0,3	8	0,03	0,01	1	1

Tabela 2 - Composição química aço UNS S32750
Fonte: IMO A (2014)

Com os parâmetros definidos, realizaram-se os ensaios conforme o planejamento experimental. A rugosidade R_t foi medida utilizando o rugosímetro portátil Mitutoyo SJ-201P (com *cut-off* de 0,8mm) em 3 pontos do corpo de prova, considerando-se o valor médio entre as leituras conforme figura 2.

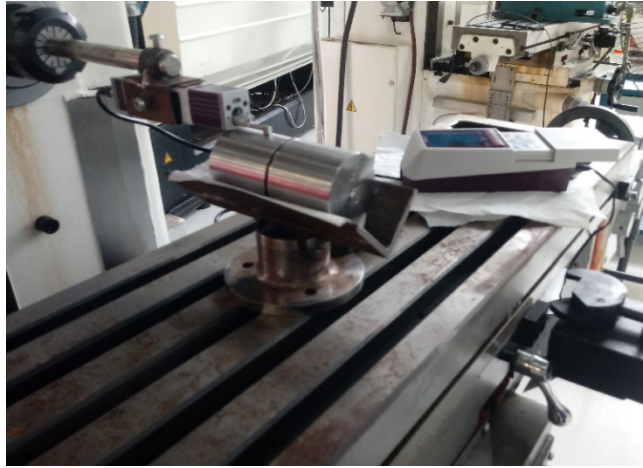


Figura 2 - Rugosímetro Portátil Mitutoyo SJ-210

Após a medição de rugosidade, os dados foram compilados na matriz experimental conforme tabela 3, a taxa de remoção de material foi calculada de acordo com a equação 1.

$$MRR[\text{cm}^3/\text{min}] = v_c \left(\frac{\text{m}}{\text{min}} \right) \cdot f \left(\frac{\text{mm}}{\text{rot}} \right) \cdot a_p (\text{mm}) \quad (1)$$

Run	a_p [mm]	f [mm/rot]	v_c [m/min]	R_t [μm]	MRR [cm^3/min]
1	0,75	0,15	170,00	6,11	19,13
2	0,40	0,10	160,00	4,31	6,40
3	0,40	0,20	160,00	6,65	12,80
4	1,10	0,10	180,00	4,38	19,80
5	1,10	0,20	160,00	8,41	35,20
6	0,16	0,15	170,00	4,11	4,08
7	1,10	0,20	180,00	8,97	39,60
8	0,40	0,20	180,00	8,25	14,40
9	0,75	0,15	170,00	5,20	19,13
10	0,75	0,15	186,81	4,89	21,02
11	0,75	0,15	153,18	5,19	17,23
12	0,75	0,07	170,00	2,99	8,93
13	0,75	0,23	170,00	9,92	29,33
14	1,34	0,15	170,00	6,57	34,17
15	0,40	0,10	180,00	2,07	7,20
16	1,10	0,10	160,00	4,10	17,60
17	0,75	0,15	170,00	5,52	19,13

Tabela 3 - Matriz experimental e valores de rugosidade R_t para o torneamento do UNS S32750

De posse dos dados foi possível estabelecer relações matemáticas entre as

respostas analisadas e os parâmetros do processo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análise de variância (ANOVA)

A análise de variância (ANOVA) foi realizada para investigar as interações entre os fatores de entrada e as saídas para R_t e os cálculos foram executados utilizando o software MINITAB® conforme tabela 4. O modelo desenvolvido apresentou R^2 e R^2 (adj) de 96,98% e 92,88% respectivamente. Em virtude do excelente ajuste, foi possível afirmar que o resultado apresentado determina que a variabilidade da rugosidade R_t é explicada pelas variáveis de controle do processo de torneamento do aço inoxidável super duplex UNS S32750.

As variáveis influenciam significativamente na rugosidade R_t , os parâmetros de processo e o modelo matemático são significativos, apresentando o *P-Value* menor que o nível de significância de 5%.

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	9	72,3006	8,0334	24,19	0,000
Linear	3	67,5002	22,5001	67,75	0,000
a_p	1	5,5642	5,5642	16,75	0,005
f	1	61,9294	61,9294	186,47	0,000
v_c	1	0,0067	0,0067	0,02	0,891
Square	3	2,3703	0,7901	2,38	0,156
$a_p \cdot a_p$	1	0,0180	0,0180	0,05	0,823
$f \cdot f$	1	1,5305	1,5305	4,61	0,069
$v_c \cdot v_c$	1	0,2419	0,2419	0,73	0,422
Interaction	3	2,4137	0,8045	2,42	0,151
$a_p \cdot f$	1	0,0180	0,0180	0,05	0,822
$a_p \cdot v_c$	1	0,2738	0,2738	0,82	0,394
$f \cdot v_c$	1	2,1218	2,1218	6,39	0,039
Error	7	2,3248	0,3321		
Lack-of-fit	5	1,8986	0,3793	1,78	0,397
Pure Error	2	0,4262	0,2131		
Total	16	74,6254			
		S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
		0,835227	96,88%	92,88%	75,42%

Tabela 4 - Análise de variância para rugosidade R_t

3.2. Modelo matemático

A partir dos resultados experimentais foi possível estabelecer relações analíticas entre a resposta analisada e os parâmetros controláveis. Foi utilizado um modelo de regressão para estimar o vínculo entre a resposta de interesse e os parâmetros de entrada no processo de torneamento do aço inoxidável super duplex UNS S32750. O modelo matemático que representa a rugosidade R_t em função dos parâmetros de máquina e suas interações, pode ser observado, conforme equação 2.

$$R_t = 5,586 + 0,638.a_p + 2,173.f - 0,022.v_c - 0,040.a_p^2 + 0,397.f^2 - 0,146.v_c^2 + 0,048.a_p.f + 0,185.a_p.v_c + 0,515.f.v_c \quad (2)$$

3.3. Adequação do Modelo

Para verificar a distribuição dos resíduos, realizou-se o teste de normalidade, conforme figura 3. O *P-value* foi 50,3%, portanto, maior que o nível de significância de 5%, o que permite afirmar que os resíduos são normalmente distribuídos. Isto demonstra que o modelo está bem ajustado, explicando a variabilidade dos parâmetros de corte para a Rugosidade R_t .

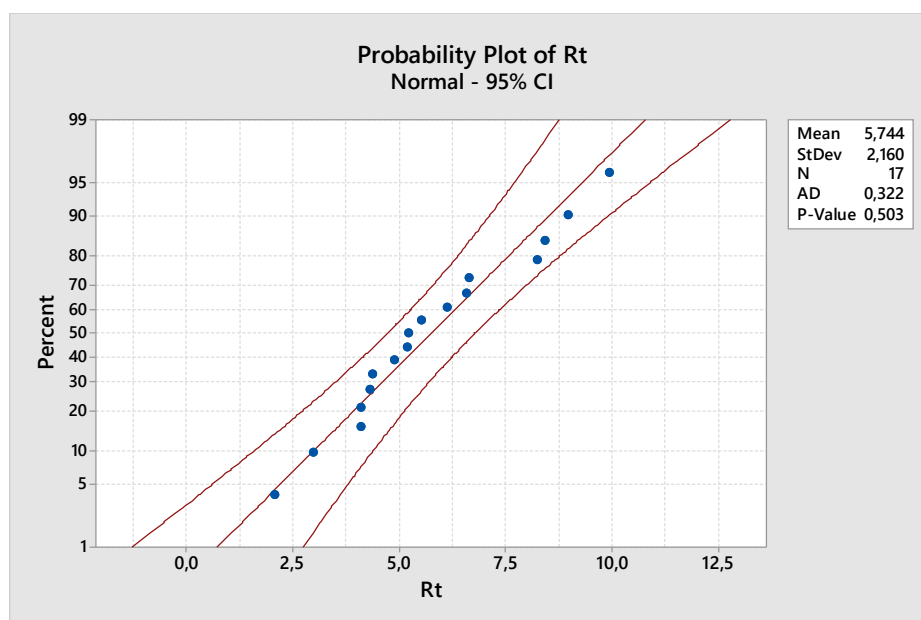


Figura 3 - Teste de normalidade de Anderson Darling

3.4. Análise de efeitos principais

O impacto das variáveis controláveis do processo e suas interações para a ru-

grosseza R_t foi avaliado utilizando o Diagrama de Pareto, conforme figura 4. Pode-se observar que as barras que ultrapassaram a linha de *Lenth* são os parâmetros significativos para o modelo. É possível identificar que o avanço (f) é o fator que mais influencia na rugosidade R_t , seguida pela profundidade de corte (a_p) e interação entre velocidade de corte (v_c) / avanço (f) respectivamente, para este aço de difícil usinabilidade.

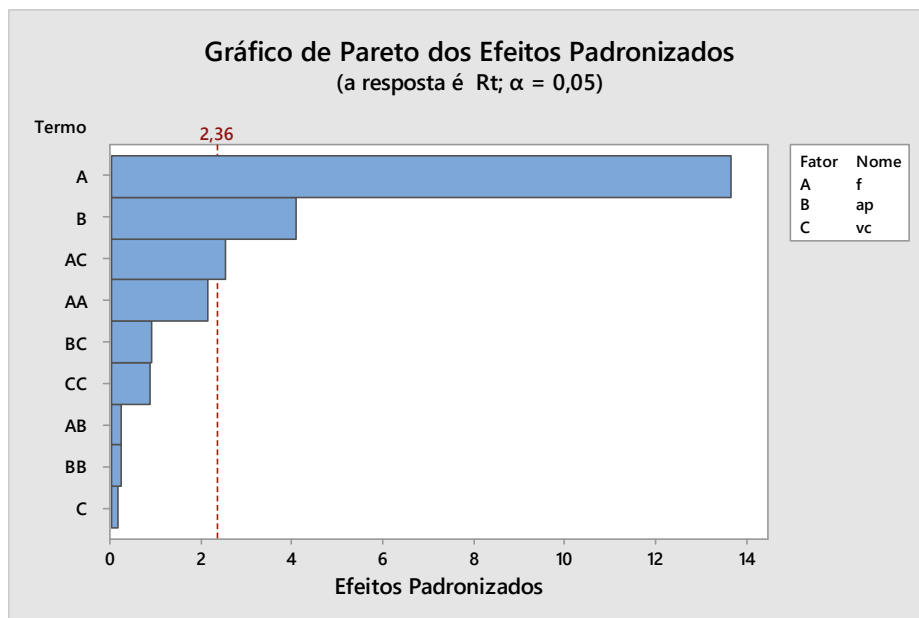


Figura 4 - Gráfico de pareto dos efeitos padronizados

Para minimizar a rugosidade R_t , o valor da profundidade de corte deve ser 0,16 mm, o avanço 0,07 mm/rot e velocidade de corte 186,81 mmin, de acordo com efeitos principais, conforme figura 5.

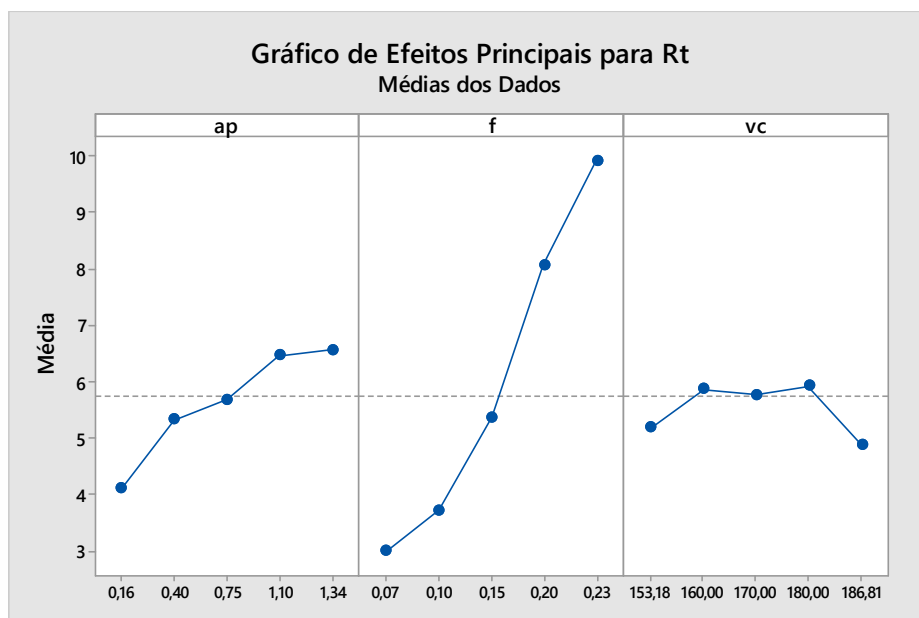


Figura 5 - Efeitos principais para R_t

3.5. Otimização

Para determinar os parâmetros ótimos de trabalho utilizou-se a *desirability function* conforme figura 6. As análises ocorreram em 3 etapas, 1- considerando apenas produtividade, 2- Considerando apenas aumento de qualidade e 3- valor intermediário entre qualidade e produtividade de acordo com a tabela 5.

	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Objetivo	Aumento de qualidade	Aumento de produtividade	Aumento de qualidade e produtividade
Ação	Minimizar R_t	Maximizar MRR	Minimizar R_t e maximizar MRR

Tabela 5 – Cenários de otimização

O grau de importância e o peso de todas as variáveis foram iguais. Para a primeira condição que preconiza a maximização da taxa de remoção material o valor de conveniência encontrado para todas as situações foi igual a 1 , adotou-se o maior valor presente no CCD com MRR igual a 56,78 cm³/min com valores para as variáveis de controle de 1,34mm de profundidade de corte, 0,23 mm/rot. de avanço e 186,81 m/min de velocidade de corte.

O segundo o objetivo é a redução da rugosidade R_t da superfície. O valor de conveniência encontrado foi igual a 1 e os parâmetros de controle foram: profundidade de corte é equivalente à 0,75 mm, avanço de 0,09 mm/rot e 186,81m/min de velocidade de corte.

Para a otimização biobjetiva o valor de conveniência foi 0,6890 e os parâmetros de controle para esta condição detém os seguintes valores a_p igual a 1,34 mm, f igual a 0,1146 mm/rot. e v_c igual a 186,81m/min conforme figura 6.

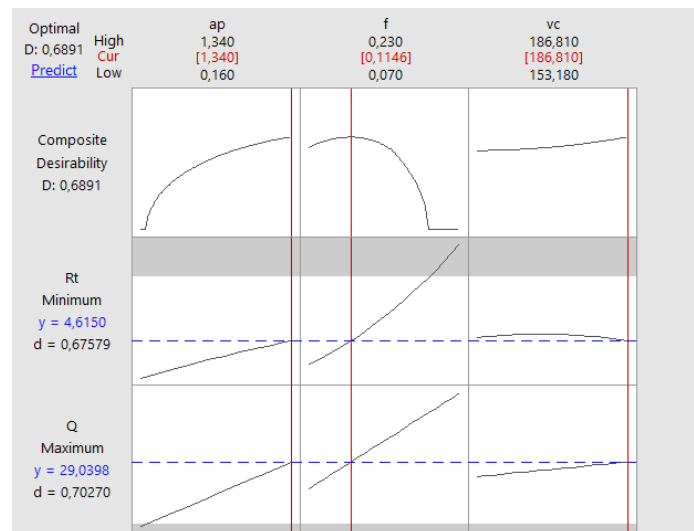


Figura 6 - Análise gráfica para otimização

4. CONCLUSÃO

O planejamento de experimentos foi eficiente para a modelagem da rugosidade R_t , em função dos parâmetros de usinagem utilizados no torneamento do aço inoxidável super duplex UNS S32750. O modelo apresentou R^2 e $R^2(Adj)$ respectivamente de 96,88% e 92,88%. O comportamento para $R^2(pred)$ proporciona valor de 75,42%, apresentando resultado favorável para o trabalho. Este valor indica o quão bem um modelo de regressão prevê respostas para novas observações. Valores baixos para $R^2(pred)$ indicam "overfit" no modelo e ineficácia para previsão de novos resultados. O valor obtido de 75,42% prevê um bom comportamento e menor probabilidade de desvios por erro de medição ou ruídos aleatórios.

A maior influência de parâmetro independente é o avanço f [mm] explicando 82,987% da variabilidade. Já a velocidade de corte fornece melhores valores de conveniência em todas suas condições de maior valor, em $v_c = 186,81$ m/min.

A condição ótima para se obter rugosidade total da superfície com valores mínimos $R_t = 2,07$ μm , ou seja, maior qualidade é: $a_p = 0,75$ mm, $f = 0,09$ mm/rot. e $v_c = 186,81$ m/min.

A condição ótima para se obter remoção do material com valores máximos $MRR = 56,78$ cm^3/min , ou seja, maior produtividade é: $a_p = 1,34$ mm, $f = 0,23$ mm/rot. e $v_c = 186,81$ m/min.

A condição ótima para se obter menor valor de rugosidade total da superfície e maior taxa de remoção do material é: $a_p = 1,34$ mm, $f = 0,12$ mm/rot. e $v_c = 186,81$ m/min, os quais atingem $MRR = 29,0398$ cm^3/min e $R_t = 4,6150$ μm . A condição ótima possui valor de 0,6891 aproximadamente em *desirability*.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Grupo de Estudos em Qualidade e Produtividade (GEQProd) da Universidade Federal de Itajubá, campus de Itabira, ao grupo de pesquisa Núcleo de Otimização da Manufatura e de Tecnologia da Inovação (NOMATI) da Universidade Federal de Itajubá, campus de Itajubá, ao grupo de pesquisa de Estudos em Inovações em Geração Distribuída, Gestão Energética e Fabricação (InGED) da Universidade Federal de Itajubá, campus de Itabira, CNPq, Fapemig e à Capes pelo apoio para a realização deste trabalho.

Referências

- DERRINGER, G.; SUICH, R. **“Simultaneous Optimization of Several Response Variables”**. 1980. Journal of Quality Technology 12, pp. 214–219, 1980.
- DINIZ, A. E.; MARCONDES, F. C.; COPPINI, N. L. **Tecnologia da usinagem dos materiais**. 9ª. ed. [S.l.]: Artliber, 2014.
- GAMARRA, J. R. E DINIZ, A. E., 2018. **“Taper turning of super duplex stainless steel: tool life, tool wear and workpiece surface roughness”**, *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*. 40 (1), p. 1-13.
- GOUARIR, A., MARTÍNEZ-ARELLANO, G., TERRAZAS, G., BENARDOS, P., E RATCHEV, S., 2018. **“In-Process Tool Wear Prediction System Based on Machine Learning Techniques and Force Analysis”**, *Procedia CIRP (Hpc)*, Vol. 77, p. 501-504.
- HEE HAN, H. **Utilização da função desirability na otimização do processo de usinagem da superliga NIMONIC 80A**. UNESP, Guaratinguetá-SP, 2015.
- IMOA. **Orientações práticas para processamento dos aços inoxidáveis Duplex. International Molybdenum Association**, Londres, UK, n. 2ª, 2012. ISSN ISBN 978-1-907470-07-3.
- MONTGOMERY, D. C., 2013. **Design and Analysis of Experiments**. John Wiley & Sons, New Jersey, 6ª edição.
- NOMANI, J., PRAMANIK, A., HILDITCH, T. E LITTLEFAIR, G., 2017. **“Stagnation Zone during the Turning of Duplex SAF 2205 Stainless Steels Alloy”**, *Materials and Manufacturing Processes*, Vol. 32 (13), p. 1486-1489.
- PRASATH, K.M., PRADHEEP, T. E SURESH, S., 2018. **“Application of Taguchi and Response Surface Methodology (RSM) in Steel Turning Process to Improve Surface Roughness and Material Removal Rate.”** *Materials Today: Proceedings*, Vol. 5(11), p. 24622–24631.
- RAYMUNDO, E. A. et al. **Análises dos Cavacos Gerados no Processo de Fresamento do Aço Inoxidável Duplex UNS S31803 (SAF 2205)**. Revista de Gestão & Tecnologia UNISAL, Lorena/SP, 2017. ISSN ISSN 2358-3126.
- SANDVIK COROMANT. **Technical Guide and Products Catalogues**. AB SandvikCoromant, 2018.
- VERA CANDIOTI, L. et al. **Experimental design and multiple response optimization. Using the desirability function in analytical methods development**. *Talanta*, v. 124, p. 123–138, 2014.



CAPÍTULO 16

ANÁLISE DA RUGOSIDADE MÉDIA QUADRÁTICA (R_q) NO FRESAMENTO DO AÇO INOXIDÁVEL DUPLEX UNS S32205

ANALYSIS OF THE ROOT MEAN SQUARE (R_q) IN MILLING OF DUPLEX STAINLESS STEEL UNS S32205

Wellington Rocha Silva

Deise Santos Madeira

Tarcísio Gonçalves de Brito

Bruno Silva Cota

Carlos Eymel Campos Rodriguez

Resumo

Decorrente ao avanço da indústria metalomecânica houve-se a necessidade de um aumento na qualidade e eficiência dos processos produtivos e dos sistemas de medições. O fresamento é um processo de fabricação caracterizado pela sua multifuncionalidade, que são referentes as possibilidades de operações e usinagem de diversos materiais. A utilização do aço inoxidável duplex UNS S32205 destaca-se por suas propriedades físicas e mecânicas, alta resistência à corrosão, o que propícia sua aplicação em diversas áreas, entretanto apresentam baixa usinabilidade. Verificou-se a influência da variação dos parâmetros de corte no fresamento de topo reto no aço duplex em relação a rugosidade R_q , avaliando seu comportamento pelo planejamento de experimentos (DOE) e análise de variância (ANOVA), em função da profundidade radial de corte, avanço por dente e velocidade de corte. Os resultados constataam que o fator mais impactante na variação da rugosidade da superfície, após os ensaios, é o avanço por dente, onde o menor valor de R_q obtido foi de 0,446 micrómetros.

Palavras chave: Duplex UNS S32205, Fresamento de topo, Rugosidade, Avanço por dente.

Abstract

In front of the metalomecanic industry rising, it was need to grow the quality and efficiency of the productive processes and the measurement system. The milling is a manufacturing process, known by your multifunctionality as operations possibilities and usability of various materials. The utilization of stainless steel duplex UNS S32205 is lighted by yours physics and mechanics properties and high corrosion strength, what provide a diverse applicability, although they have low usability. The influence of the variation of cutting parameters in the duplex steel end milling in relation to roughness R_q was verified, evaluating its behavior by experiment planning (doe) and variance analysis (ANOVA), in function of radial depth cutting, feed per tooth turning and turning speed. All of results prove that the major factor on the surface roughness, after essays, is the feed per tooth turning, where the minor valor of R_q obtained was 0,446 micrometers.

Key-words: Duplex UNS S32205, End milling, Roughness, Feed per tooth.



1. INTRODUÇÃO

De acordo com Groover (2010), o fresamento consiste em uma operação onde a peça é submetida a uma ferramenta cilíndrica, geralmente, com múltiplas arestas de corte, girando com movimento uniforme com a finalidade de retirar o cavaco. Trata-se de um processo versátil, com corte interrompido, ou seja, há uma alternância entre os dentes da fresa durante o processo de corte. A ação de corte interrompido compele à ferramenta em cada rotação, a exposição à ação sucessiva da força de impacto e também ao choque térmico.

Nos processos de usinagem, a qualidade de superfície é um dos mais importantes requisitos e o principal indicador dessa condição é a rugosidade. Segundo Al-Zubaidi *et al.* (2013), é considerada como um índice de excelência, e geralmente é exigida nas especificações dos produtos. De acordo com Machado (2010), a rugosidade é o conjunto de irregularidades formado por saliências e reentrâncias de uma superfície. Além disso, esse parâmetro depende de outros fatores, tais como, máquina-ferramenta, geometria e material da ferramenta e também das propriedades do material da peça (MACHADO *et al.*, 2009).

Os aços inoxidáveis duplex são ligas que apresentam uma microestrutura bifásica, constituídas por austenita em uma matriz ferrítica e que combinam as melhores propriedades dos aços ferríticos e austeníticos, sua concentração de ferrita geralmente é de 50% e desse modo, considera-se um material com microestrutura balanceada, sendo compostos majoritariamente por Fe-Cr-Ni-Mo (GAMARRA, 2017).

Quanto as suas propriedades, possuem alta resistência mecânica, ductilidade e tenacidade, além de uma boa resistência à corrosão, inclusive sob tensão. Contudo, apresentam alto limite de escoamento, alta taxa de endurecimento e a condutividade térmica são relativamente baixa, outra característica importante para classificação desses materiais é a predisposição a formação de arestas postizas de corte durante um processo de conformação mecânica, tais características conferem ao aço duplex uma baixa usinabilidade (ASM, 2003; KOYEE *et al.*, 2014; GAMARRA, 2017).

Segundo Lima (2019), esses materiais não são imunes aos efeitos da oxidação, dependendo do meio corrosivo a sua proteção pode falhar. De acordo com Gamarra (2017), eles podem ser usados em componentes de equipamentos expostos a água do mar, trocadores de calor, bombas e tubos, em indústrias química, petroquímica, de papel e celulose, pontes, tanques de armazenagem, rotores e eixos. Devido as diversas aplicações, o controle de qualidade deve ser bem efetuado após um processo de conformação mecânica.

Segundo Yamane *et al.* (2017), existem diversos parâmetros de rugosidade



analisados por diferentes métodos estatísticos com a finalidade de averiguar uma superfície usinada e a rugosidade média quadrática é bastante difundida atualmente. Conforme Garcia (2019) e Mosquera (2017), o fator R_q exerce um efeito significativo ao realizar uma análise de superfície, pois ele acentua os valores da detecção de picos e vales, em razão de ressaltar o erro, elevando-o ao quadrado durante a medição. Machado *et al.* (2009), atestou que esse parâmetro tem como finalidade evidenciar defeitos ou detalhes presentes na superfície bem-acabadas, principalmente com caráter espelhado e essa condição se deve ao propósito de ampliação dos valores de maneira isolada ou até mesmo esporádicas.

Este artigo tem como objetivo verificar a rugosidade R_q sob influência dos parâmetros de corte, velocidade de corte, profundidade radial de corte e avanço por dente no fresamento de topo reto no aço inoxidável duplex UNS S32205 em relação a rugosidade média quadrática, de modo a otimizar os parâmetros de usinagem para minimização dos valores de R_q durante o fresamento. O estudo foi feito avaliando seu comportamento com a análise de variância (ANOVA), utilizada para comparar as médias dos valores obtidos nas medições de rugosidade e foi empregado também o planejamento de experimentos (DOE) para maximizar o número de informação com um número mínimo de experimentos (MONTGOMERY, 2013).

2. Procedimento Experimental

Para a realização dos ensaios foi utilizado Centro de Usinagem CNC marca Eurostec, de 15kW de potência e rotação de 10.000 rpm. O material usinado foi o aço inoxidável duplex UNS S32205, e a composição química conforme Tabela 1, com dureza média de 250 HB, seção quadrada de 140 por 140 mm e comprimento de 300 mm, fixada por um dispositivo rígido para evitar vibrações. Durante os ensaios utilizou-se a fresa de topo código CoroMill® R390-025A25-11M, diâmetro 25mm, ângulo de posição $k_r = 90^\circ$ graus, haste cilíndrica, passo médio com 3 insertos e fixação mecânica por pinça. Foram utilizados insertos de metal duro revestidos pelo processo de deposição física de vapor (PVD), com dupla camada de nitreto de titânio (TiN) e nitreto de titânio alumínio (TiAlN) código CoroMill®R390-11T308M-MM GC2030, conforme fabricante Sandvik-Coromant.

Elemento	C	Si	Mn	P	S	N	Al	Cr	Mo	Ni	Cu	W	Co
(% p)	0,013	0,47	1,22	0,019	0,010	0,19	0,008	22,24	3,14	5,62	0,19	0,02	0,05

Tabela 1 – Composição química do aço inoxidável duplex UNS S32205.

Fonte: Adaptado de IMO A (2014).

Para a coleta dos dados foi utilizado o arranjo fatorial de 2^3 com 3 pontos centrais totalizando 11 experimentos para as variáveis de controle, conforme Tabela 2, juntamente com os seus respectivos níveis de operação.



Parâmetro	Nomenclatura	Nível (-)	Nível (+)
Velocidade de corte [m/min]	v_c	60	70
Profundidade de Corte Radial [mm]	a_e	15	18
Avanço por dente [mm/dente]	f_z	0,08	0,12
Profundidade de corte [mm]	a_p	1	1

Tabela 2 – Parâmetros de usinagem.
Fonte: os autores (2020).

Após o fresamento do aço inoxidável duplex, no sentido concordante, sem fluido de corte, a rugosidade R_q foi medida utilizando o rugosímetro portátil Mitutoyo SJ-201 em três pontos do corpo de prova, sendo um no centro e em cada extremidade do corpo de prova, a fim de considerar o valor médio das leituras. Após a execução e medição de todos os experimentos, foi construída a matriz experimental, conforme Tabela 3, utilizada como fonte de dados para a modelagem do processo. A profundidade de corte axial (a_p) igual a 1,00 mm foi mantida constante para todos os experimentos realizados.

Ensaio	Velocidade de Corte (v_c) [m/min]	Profundidade Radial (a_e) [mm]	Avanço por dente (f_z) [mm/dente]	Rugosidade Média Quadrática (R_q) [μm]
A	60	15,0	0,08	0,446
B	70	15,0	0,08	0,632
C	60	18,0	0,08	0,476
D	70	18,0	0,08	0,497
E	60	15,0	0,12	0,560
F	70	15,0	0,12	0,684
G	60	18,0	0,12	0,763
H	70	18,0	0,12	0,792
I	65	16,5	0,10	0,723
J	65	16,5	0,10	0,726
K	65	16,5	0,10	0,721

Tabela 3 – Matriz experimental e mensurações de R_q .
Fonte: os autores (2020).

3. RESULTADO E DISCUSSÕES

3.1 Modelo matemático

Com os resultados obtidos foi possível a obtenção de um modelo matemático que representasse a rugosidade, utilizou-se o de regressão, mais precisamente a equação de regressão, para descrever a relação entre a resposta de interesse e os parâmetros utilizados no fresamento frontal. Os resultados experimentais obtidos possibilitaram estabelecer uma relação analítica, conforme Equação 1.

$$R_q = 0,606250 + 0,045000v_c + 0,02570a_e + 0,093500f_z - 0,032500v_c \cdot a_e - 0,006750v_c \cdot f_z + 0,052000a_e \cdot f_z + 0,008750v_c \cdot a_e \cdot f_z + 0,11708C_t \cdot P_t \quad (1)$$

3.2 Análise de variância (ANOVA)

O tratamento dos valores obtidos se deu através do software MINITAB®, no qual seus recursos possibilitaram uma análise do comportamento da rugosidade R_q , com as respectivas variações dos parâmetros de usinagem. Por conseguinte, a possibilidade de plotagem de gráficos acerca dos valores analisados, foram fundamentais para avaliar qual dos parâmetros tem maior influência referente a variação de R_q .

Os parâmetros significativos que afetam a rugosidade R_q foram verificados pela ANOVA e os cálculos necessários foram realizados utilizando o MINITAB®, e os resultados obtidos foram dispostos conforme Tabela 4. A equação de regressão linear obtida pode ser utilizada para prever os valores de R_q , ou seja, o modelo alcançado influência na resposta avaliada, pois $R^2 = 99,99\%$ e R^2 (adj) = 99,96%, que consiste no coeficiente de determinação e coeficiente de determinação ajustado, respectivamente. Isto significa que a proporção da variabilidade da rugosidade é bem explicada pelas variáveis de controle utilizadas no processo de fresamento.

Termo	G.L	SQ Aju.	QM Aju.	F-Value	P-Value
Modelo	8	0,152411	0,019051	3008,11	0,000
Linear	3	0,091442	0,030481	4812,76	0,000
v_c	1	0,016200	0,016200	2557,89	0,000
a_e	1	0,005305	0,005305	837,55	0,001
f_z	1	0,069938	0,069938	11042,84	0,000

2- Interações	3	0,030446	0,010149	1602,45	0,001
$v_c \cdot a_e$	1	0,008450	0,008450	1334,21	0,001
$v_c \cdot f_z$	1	0,000365	0,000365	57,55	0,017
$a_e \cdot f_z$	1	0,021632	0,021632	34150,58	0,000
3- Interações	1	0,000613	0,000613	96,71	0,010
$v_c \cdot a_e \cdot f_z$	1	0,000613	0,000613	96,71	0,010
Curvatura	1	0,029909	0,029909	4722,55	
Erro	2	0,000013	0,000006		0,000
Total	10	0,152424			
S = 0,0025166					
R ² = 99,99%					
R ² (adi) = 99,96%					

Tabela 4 – Análise de variância para a rugosidade R_q .
Fonte: os autores (2020).

Em relação às variáveis de controle utilizadas e suas respectivas interações, todas exercem influência significativa na rugosidade R_q . Contudo, pode-se inferir que os parâmetros de processo, assim como o modelo matemático utilizado apresentaram resultados significativos, pois apresentaram o P-Value menor que o nível de significância de 5% utilizados na análise.

3.3 Análise dos resíduos do modelo e efeitos principais das variáveis de controle

Para verificar se os resíduos seguem um comportamento de distribuição normal, foi realizado o teste de normalidade de Anderson-Darling, conforme Figura 1. O P-Value encontrado foi igual a 17,2%, ou seja, superior aos 5% designados como nível de significância, o que permite inferir que os resíduos são normalmente distribuídos. Sendo assim, é possível depreender que o modelo adotado está bem ajustado de modo que justifica a variabilidade dos parâmetros de usinagem empregados para a rugosidade R_q .

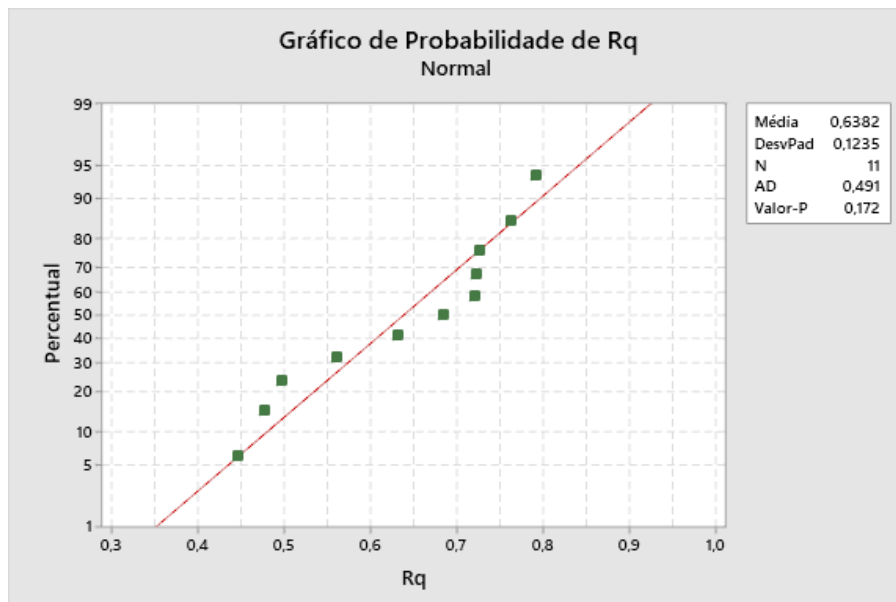


Figura 1 – Teste Anderson-Darling
Fonte: Os autores (2020)

A influência das variáveis controláveis do processo de usinagem e suas interações para a rugosidade R_q foi avaliada utilizando o Gráfico de Pareto, conforme Figura 2. Pode-se observar que as barras que excederam a linha de Lenth, consistem nos parâmetros significativos para o modelo. É possível identificar que o avanço por dente é o fator que mais influencia na rugosidade, seguido por sua interação com a profundidade radial de corte. A interação com menor impacto para a variável de resposta estudada consiste na relação entre a velocidade de corte e o avanço por dente, seguida pela interação dos três parâmetros utilizados durante os experimentos.

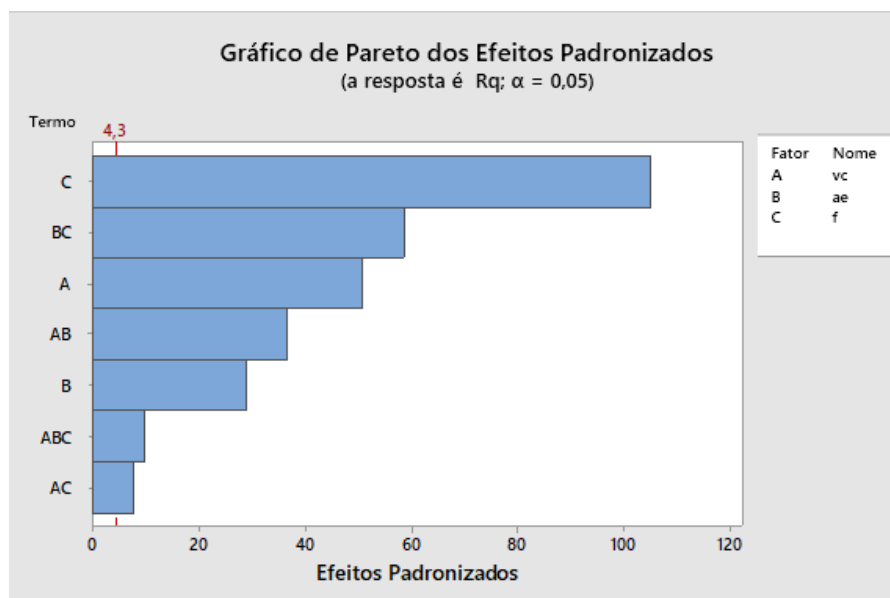


Figura 2 – Gráfico de Pareto
Fonte: Os autores (2020)

Para reduzir a rugosidade R_q , de acordo com a análise dos efeitos principais, conforme Figura 3, o melhor ajuste para o fresamento de topo reto no aço inoxidável duplex UNS S32205 deve ser 60 m/min para a velocidade de corte, 15,0 mm para a profundidade radial de corte e 0,08 mm/dente para o avanço por dente.

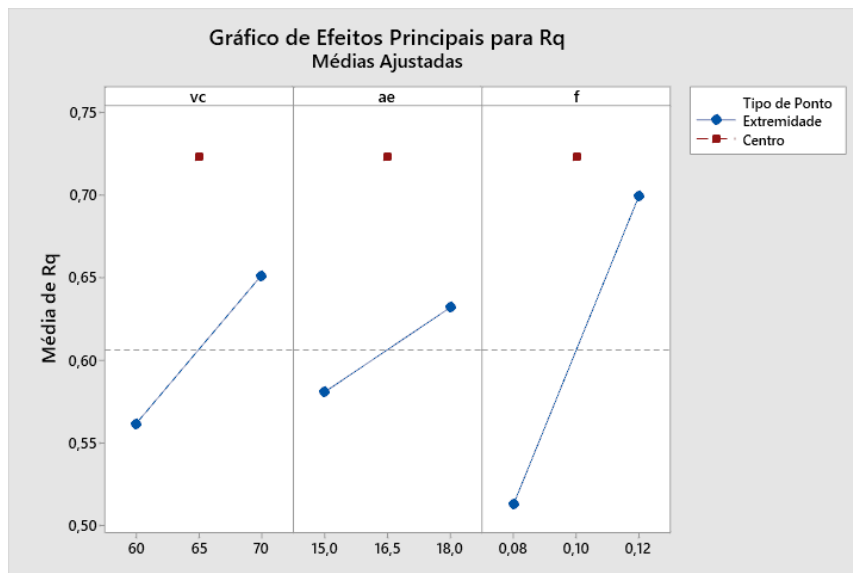


Figura 3 – Efeito principais dos parâmetros de corte
Fonte: Os autores (2020)

4. CONCLUSÕES

Neste trabalho observou-se que o comportamento da rugosidade média quadrática (R_q) está diretamente vinculado aos parâmetros de usinagem analisados, validando a existência de uma correlação entre eles. Em relação as análises pre-estabelecidas, constatou-se que o parâmetro R_q obedeceu a uma distribuição normal, evidenciando que os dados obtidos e o ajuste do fresamento frontal do aço inoxidável duplex UNS S32205 foram determinados de forma adequada para os procedimentos analíticos empregados.

Desta forma foi alcançado um modelo linear com coeficiente de determinação ajustado de 99,96%. A análise dos efeitos principais revelou que ao utilizar as variáveis de entrada nos menores níveis, o valor de rugosidade é minimizado e as condições de usinagem mais estáveis. Portanto, por meio dos métodos empregados neste estudo, conclui-se que o parâmetro de usinagem que mais influenciou nos valores de R_q foi o avanço por dente, porém a sua correlação com a velocidade de corte não teve o mesmo impacto quanto a variação da rugosidade analisada. O menor valor de R_q encontrado foi de $0,446\mu\text{m}$.

5. AGRADECIMENTO

Ao Grupo de Estudos em Qualidade e Produtividade (GEQProd) da Universidade Federal de Itajubá, campus de Itabira, ao grupo de pesquisa Núcleo de Otimização da Manufatura e de Tecnologia da Inovação (NOMATI) da Universidade Federal de Itajubá, campus de Itajubá, ao grupo de pesquisa de Estudos em Inovações em Geração Distribuída, Gestão Energética e Fabricação (InGED) da Universidade

Federal de Itajubá, campus de Itabira, CNPq, Fapemig e à Capes pelo apoio para a realização deste trabalho.

Referências

AL-ZUBAIDI, Salah et al. **Prediction of Surface Roughness When End Milling Ti6Al4V Alloy Using Adaptive Neurofuzzy Inference System. Modelling and Simulation in Engineering**, Malaysia, p. 1-12, 2013.

ASM , Handbook Committee. **Corrosion: Fundamentals, Testing, and Protection**. 1. ed. EUA: [s. n.], 2003. v. 13A. p. 672. ISBN 0-87170-705-5. downloads>. Acesso em: 28 maio 2020.

GAMARRA, José Roberto. **Estratégias de Usinagem no Torneamento de Aço Inoxidável Super Duplex (UNS S32750): Duplex 2205**. Orientador: Anselmo Eduardo Diniz. 2017. p. 25-27. Dissertação (Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual De Campinas, Campinas, 2017.

GARCIA, Rafael Farias. **Análise comparativa do fresamento frontal de acabamento em aços inoxidáveis duplex dx 2205 e Idx 2101**. Orientador: Prof. Dr. André João de Souza. 2019. Mestrado (Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. p. 17-33.

GROOVER, Mikell P. **Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes and systems**. 4. ed. United States of America: John Wiley & Sons, Inc., 2010. cap. 5, p. 87-94;. ISBN 978-0470-467002.

IMOA, 2014. "**International Molybdenum Association**". <<https://www.imoa.info/molybdenum-media-centre/>>

KOYEE, Rastee D.; HEISEL, Uwe; SCHMAUDER, Siegfried; EISSELER, Rocco. **Experimental Investigation and Multiobjective Optimization of Turning Duplex Stainless Steels**. International Journal of Manufacturing Engineering: Hindawi Publishing Corporation, Stuttgart, p. 1-14, 2014.

LIMA, Bruno Henrique Oliveira De. **Estudo Dos Efeitos Das Condições De Usinagem Na Microestrutura Da Superfície De Um Aço Inoxidável Super Duplex Uns S32760**. Orientador: Hélio Cordeiro De Miranda. 2019. p. 18-21. Monografia (Engenharia Metalúrgica) - Universidade Estadual De Campinas, Fortaleza, 2019.

MACHADO, Álisson R.; ABRÃO, A. M.; COELHO, R. T.; SILVA, M. B. **Teoria da Usinagem dos Materiais**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2009. cap. 9, p. 276-301. ISBN 978-85-212-0452-7.

MACHADO, Bruno Serpa. **Caracterização Da Rugosidade Em Superfícies Nitretadas A Plasma Da Liga Ti6Al4v**. Orientador: Cristiane de Souza Javorsky. 2010. p. 12-16. Monografia (Física) - Universidade Estadual De Campinas, Santa Maria, 2010.

MONTGOMERY, Douglas C.; RUNGER , George C. **Applied Statistics and Probabilty for Engineers**. 5. ed. Arizona: John Wiley & Sons, Inc., 2011. 792 p. ISBN 978-0-470-05304-1.

MOSQUERA, Miguel Eduardo Ordoñez. **Estudo da incerteza de medição de rugosidade usando simulação de monte carlo na presença de dados não gaussianos**. Orientador: Prof. Dr. Antonio Piratelli Filho. 2017. Teses De Doutorado (Sistemas Mecatrônicos) - Universidade De Brasília, Brasília, 2017. p. 7-44.

YAMANE, TurningYasuo; RYUTAROA, Tanaka; TADANORIB, Sugino; RAMIREZA, Israel Martinez. **A new quantitative evaluation for characteristic of surface roughness in turning**. Science Direct: Precision Engineering, Japan, ed. 50, p. 1-7, 2017.



CAPÍTULO 17

INFLUÊNCIA DO HONEAMENTO EM FRESAS INTEIRIÇAS DE METAL DURO NO PROCESSO DE FRESAMENTO TANGENCIAL

SOLID CARBIDE MILL HONING INFLUENCE ON TANGENTIAL MILLING
PROCESS

Marcelo Aparecido Carlos
Nivaldo Lemos Coppini

Resumo

A busca por maior competitividade industrial está cada vez mais acirrada. No seguimento do processo de usinagem, este fato é indiscutivelmente muito verdadeiro. Existe a necessidade de melhoria constante dos custos, produtividade e qualidade dos produtos produzidos pelo processo. Ao lado deste aspecto mais geral existem processos de usinagem que melhoram seus desempenhos quando são utilizadas ferramentas com características específicas em suas arestas de corte. Um destes processos é o honeamento em fresas tangenciais. É um processo muito pouco divulgado na literatura científica, fato este constatado depois de ampla pesquisa nos principais bancos de dados de periódicos. Entretanto, foi possível observar que o processo é bastante utilizado pelas indústrias do seguimento da usinagem dos materiais. O objetivo deste trabalho é avaliar a influência das dimensões do honeamento das arestas de corte de uma fresa cilíndrica tangencial sobre a temperatura, o desgaste de flanco da ferramenta, bem como sobre a rugosidade da superfície usinada do corpo de prova de aço ABNT 1045, durante seu fresamento tangencial.

Palavras chave: Fresamento tangencial, Competitividade, Honeamento.

Abstract

The search for greater industrial competitiveness is increasingly fierce. Following the machining process, this fact is undoubtedly true. There is a need for constant improvement in costs, productivity and quality of products produced by the process. Beside this more general aspect there are machining processes that improve their performance when tools with specific characteristics are used in their cutting edges. One of these processes is the honing of tangential cutters. It is a process that is little publicized in the scientific literature, a fact found after extensive research in the main databases of journals. However, it was possible to observe that the process is widely used by industries to follow the machining materials. The objective of this work is to evaluate the cutting edges' honing dimension influence during a tangential cylindrical cutting process of an ABNT 1045 steel specimen. Were evaluated the tool temperature near the cutting edges, the specimen cutting surface roughness, and the flank wear dimension.

Key-words: Tangential milling, Competitiveness, Honing.



1. INTRODUÇÃO

No meio industrial, cada vez mais torna-se necessário ir em busca de maior competitividade. Com a inevitável evolução para a era da quarta revolução industrial (indústria 4.0), é da maior relevância contar com melhorias que possam ser introduzidas para alcançar tal status (Rüßmann, 2015). Para o seguimento industrial dedicado à usinagem este fato é igualmente verdadeiro, inclusive porque as características das ferramentas de usinagem devem apresentar-se cada vez mais compatíveis com tal revolução.

Muito se fala sobre a Indústria 4.0, com abordagens na quase totalidade das vezes relacionadas com automação e tecnologia da informação. A máquina de usinagem poderá ter o desempenho compatível com estas evoluções, fato este que já está ocorrendo em termos mundiais. Entretanto, o que ocorre entre o material da peça e o ponto de contato com a ferramenta é algo que não depende destes avanços, a não ser pelo fato de que será possível produzir geometrias e afiações cada vez mais elaboradas no sentido de encontrar ferramentas que respondam no mesmo nível em termos da evolução das máquinas que as empregam.

Dentre os inúmeros fatores que impactam a capacidade de competir das indústrias de usinagem, se destaca o relacionado com o desempenho das ferramentas de corte no tocante ao comportamento de suas arestas de corte, tanto em termos de suas vidas, quanto no sentido de gerarem qualidade nas peças fabricadas pelo processo. A geometria da aresta de corte, quando apropriada, pode introduzir melhorias ao processo de usinagem ao apresentar maior vida das ferramentas, bem como qualidades mais apertadas das superfícies de peças usinadas. Estes aspectos podem representar custos mais baixos bem como produções mais altas e, consequentemente, maiores ganhos e competitividade industriais. (Coppini, 2015).

O processo de honeamento é aparentemente mais conhecido no meio industrial que no científico. Assim mesmo, vários pesquisadores já fizeram experimentos relacionados com esta forma de tratamento das arestas de corte de ferramentas. Este fato será apresentado na revisão da literatura deste trabalho.

O objetivo deste trabalho é avaliar a influência das dimensões do honeamento das arestas de corte de uma fresa cilíndrica tangencial sobre a temperatura e o desgaste de flanco da ferramenta, bem como sobre a rugosidade da superfície fresada do corpo de prova do aço ABNT 1045.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Honeamento

O arredondamento de arestas de cortes é uma prática bastante conhecida e frequente na indústria com vistas a aumentar a estabilidade da aresta, e por consequência, o desempenho da ferramenta. O processo que realiza tal arredondamento é denominado "honeamento".

Denkena et al, (2014), cita que (Fischer, 1897) foi o precursor no estudo de tratamentos especiais em arestas de corte de ferramentas de usinagem. Este autor afirmou que as ferramentas não deveriam ter suas arestas de corte completamente vivas. Ainda Denkena et al, 2014 afirma que vários autores estudaram a influência destes tratamentos especiais em sobre diversos parâmetros do processo, citando Mazuko, (1953, Chien, (1953) e Albrecht (1960)

O processo de honeamento resulta em um formato da aresta de corte conforme mostrado na Figura 1.

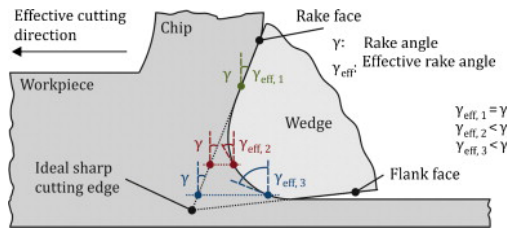


Figura 1. Arredondamento da aresta de corte de ferramentas de usinagem. Fonte Denkena et al, (2014)

O Denkena et al (2014), apresentou um levantamento mostrado na Figura 2, que revela o fato de que a tendência de aplicações de geometrias arredondadas (honeamento) de arestas de corte é razoavelmente nova em comparação com a história das ferramentas de corte em geral. Este fato poderia ser justificado pela necessidade de tecnologias e processos mais precisos para produção de tais geometrias especiais.

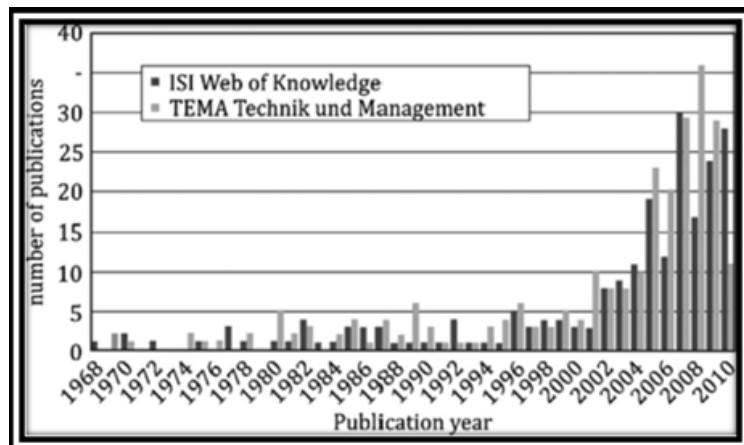


Figura 2. Publicações sobre o tema honeamento. Fonte: Denkena et al (2014).

O honeamento é geralmente realizado antes dos processos de revestimento, retirando rebarbas e lascamentos resultantes do processo de retificação. Proporcionam maior estabilidade mecânica da aresta, além de mitigar tensões residuais do substrato e superfície melhorando a topografia superficial que por sua vez melhoram a adesão e qualidade do revestimento (Basset, et al, 2012).

O aumento significativo do desempenho de diferentes arestas de corte submetidas aos processos de honeamento e micro jateamento e posteriormente revestidas foram comprovadas nos trabalhos publicados por Bouzakis, et al (2003 e 2009).

Conclusão semelhante foi conseguida por Basset et al (2012) que observaram que em geral, quanto maior a região afetada pelo honeamento, maiores as solicitações mecânicas e térmicas na aresta, entretanto o procedimento leva ao aumento do desempenho das arestas de corte mesmo quando ensaios foram realizados em arestas de ferramentas de barra em torneamento ortogonal.

2.2 Fresamento

O fresamento caracteriza-se pelo corte descontínuo do material usinado através de ferramenta com arestas de corte radialmente dispostas em seu eixo, denominada de fresa. O fresamento, diferente de outros processos de usinagem, apresenta características específicas: alta variação térmica devido ao corte descontínuo; grandes taxas de remoção de cavacos; flexibilidade quanto às formas alcançadas no material; grande variação de esforços mecânicos (radiais, axiais e impactos).

O corte interrompido possui algumas particularidades. Dentre elas, destacam-se o impacto entre a aresta de corte e o material na entrada da ferramenta e a grande oscilação de temperatura decorrente do regime intermitente de corte. Essas condições exigem que a ferramenta possua relativa tenacidade e capacidade de suportar grandes variações térmicas.

Neste trabalho será utilizado o processo de fresamento cilíndrico discordante, em que o sentido de movimento da mesa da fresadora é o mesmo sentido da rotação da fresa (DINIZ et al.,2014). Este tipo de fresamento foi o escolhido por ser caracterizado por menor impacto na entrada da ferramenta no material da peça e à medida que o processo evolui na saída da fresa da peça ocorre um esforço no sentido de destacar a peça da mesa da fresadora, provocando vibração que ocorre após a formação do cavaco, que sai em forma de vírgula.

3. MATERIAIS E MÉTODO

O método utilizado foi “pesquisa ação”, pois todos os experimentos foram realizados pelos pesquisadores. Pode também ser considerado simultaneamente de “experimental” por ser realizado por meio de experimentos realizados diretamente na planta fabril como se fora um laboratório.

Os ensaios de fresamento foram realizados dentro de uma empresa que preferiu não ter seu nome revelado. Nesta empresa foi utilizado o Centro de Usinagem CNC Travis M2000. Foi utilizado também, um medidor de temperaturas Icel TD990, para medida da temperatura da fresa no momento da usinagem. Para medir os desgastes das arestas de corte foi utilizado um microscópio Pantec modelo MKSTRI acoplado a um computador que permitia projetar a imagem do desgaste e realizar sua medida com grande precisão devido a ampliação conseguida. Para medida da rugosidade foi utilizado um rugosímetro da Mitutoyo o qual imprime a rugosidade medida automaticamente. Foram recolhidos os cavacos em cada ensaio de forma a contemplar todo o percurso de avanço de forma representativa

Foram utilizados quatro conjuntos de três fresas para realização dos ensaios, como mostra a Figura 3.

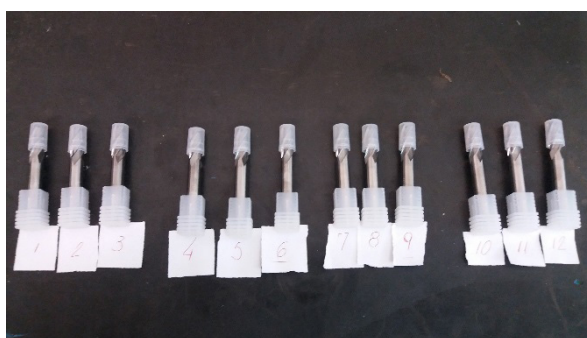


Figura 3. Foto dos conjuntos de três fresas utilizadas nos ensaios. Fonte: Os Autores

A Tabela 1 identifica as condições de honeamento bem como os valores de avanço por dente utilizados nos ensaios. A coluna à esquerda da tabela mostra a representação utilizada para realização dos gráficos que deverão mostrar os resultados dos ensaios unificando as fresas em condições iguais.

Tabela 1. Condições de corte Fonte: Os autores

Representação das fresas	Fresa número	Raio de honeamento	Avanço por aresta
A	1	0,0150	0,061
	2	0,0150	0,061
	3	0,0150	0,061

B	4	0,0200	0,073
	5	0,0175	0,073
	6	0,0175	0,073
C	7	0,0200	0,085
	8	0,0200	0,085
	9	0,0175	0,085
Referência	10 (Referência)	Sem honeamento	0,061
	11(Referência)	Sem honeamento	0,061
	12(Referência)	Sem honeamento	0,061

Todas as medidas de evolução das temperaturas, rugosidades e desgastes, foram realizadas de acordo com uma tabela Excel que acompanha os gráficos no item de resultados e discussões a seguir.

O processo de honeamento foi realizado na empresa mencionada anteriormente de forma manual. Por este motivo, foram utilizadas as quatro casas decimais visando a maior precisão possível nas medidas dos raios de honeamentos pretendidos. Nos resultados foram utilizadas as médias destas medidas.

Para realizar as medidas de temperatura e rugosidade, foram utilizados corpos de prova em forma de placas de 400 mm de comprimento por 400 mm de largura e 50,8 mm de espessura conforme Tabela 2. Portanto cada percurso de avanço resultou dividido por percursos de avanço compatíveis com os 400 mm do corpo de prova. Os resultados estão apresentados de acordo com os pontos de medição desta tabela.

Tabela 2. Posições que foram realizadas as medidas da temperatura, rugosidade e desgastes das fresas

Percurso de avanço total 20000 mm dividido em placas de 400x20 mm cada					
Ponto de medição	1	2	3	4	5
Num de passes de 400 mm	0,5	12,5	25,5	38,5	51,5
Posição das medidas ao longo do percurso de corte (mm)	200	5000	10200	15400	20600

A medida dos desgastes de flanco VB, foram feitas nas mesmas posições em que foram realizadas as medidas dos raios de honeamento. Para cada conjunto de fresas A, B e C foram realizadas as médias aritméticas.

4. RESULTADOS

Na Figura 4 é apresentado o resultado das medidas de temperatura das fresas realizadas no momento do fresamento para valores do honeamento, do avanço por dente e do percurso de avanço utilizados. Observa-se o melhor resultado para a fresa de referência, fato que era esperado. É possível observar que a temperatura tende a valores cada vez mais altos tanto para os valores maiores do honeamento quanto para valores mais altos dos avanços por dente. O percurso de corte quando aumenta provoca aumento dos desgastes e mesmo sendo sobre a parte que sofreu o honeamento, tal efeito também provoca aumento do atrito entre fresa e peça, resultando consequentemente maiores temperaturas. Este resultado era esperado e confirma a lógica do processo de usinagem para variação destes fatores de influência. Bassett et al (2012) também obtiveram tais observações e afirmam que maior os raios de honeamento das arestas de corte, maiores são as solicitações mecânicas e por consequência também maiores temperaturas da ferramenta.

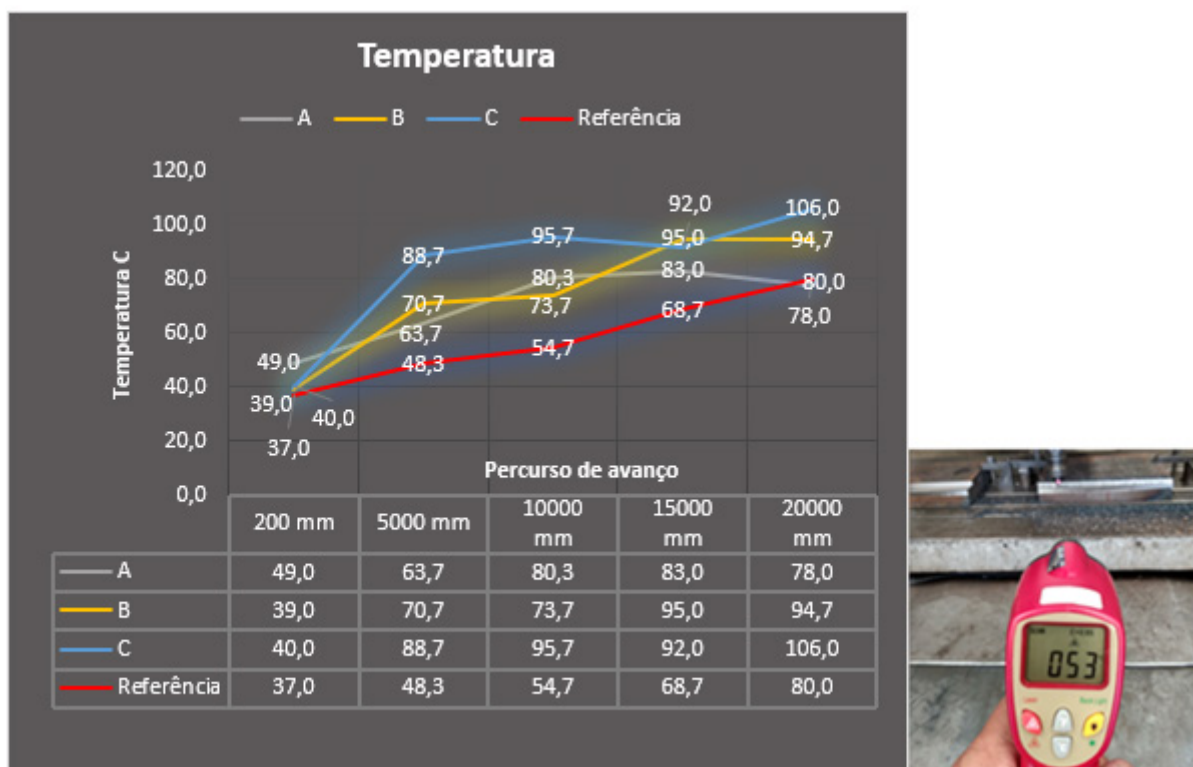


Figura 4. Influência do raio de honeamento e do avanço por dente e do percurso de avanço na temperatura da fresa. Fonte: Os autores

A Figura 5 apresenta a influência do raio do honeamento e do avanço por dente e do percurso de avanço na rugosidade da superfície fresada. Observa-se, entretanto, que neste caso a fresa de referência apresenta a pior rugosidade entre todas as ensaiadas. Esta constatação aponta para o fato de que realmente o honeamento foi benéfico para gerar melhores rugosidades superficiais, o que não era tão esperado. Arestas de corte vivas são geralmente apontadas como responsáveis por melhores acabamentos superficiais. Entretanto, ao analisar esta ocorrência é necessário ter em mente que o acabamento melhor em ensaios similares, porém

em torneamento por exemplo, o fator mandatório para obtenção de melhor rugosidade está ligado ao raio de ponta da ferramenta de barra, diferentemente da fresa helicoidal que não tem tal geometria para influenciar neste fator. Os autores acreditam que na verdade isto ocorreu exatamente porque a rugosidade melhorada foi devida à participação do arredondamento da aresta de corte conseguida pelo honeamento.

Observa-se também, que as condições de arredondamento das arestas nos casos A, B e C resultam relativamente próximas quanto ao efeito sobre a rugosidade superficial e que, a situação de maior raio de arredondamento por honeamento, fresas do grupo C, apresentam as melhores rugosidades quando relativamente comparadas com as demais.

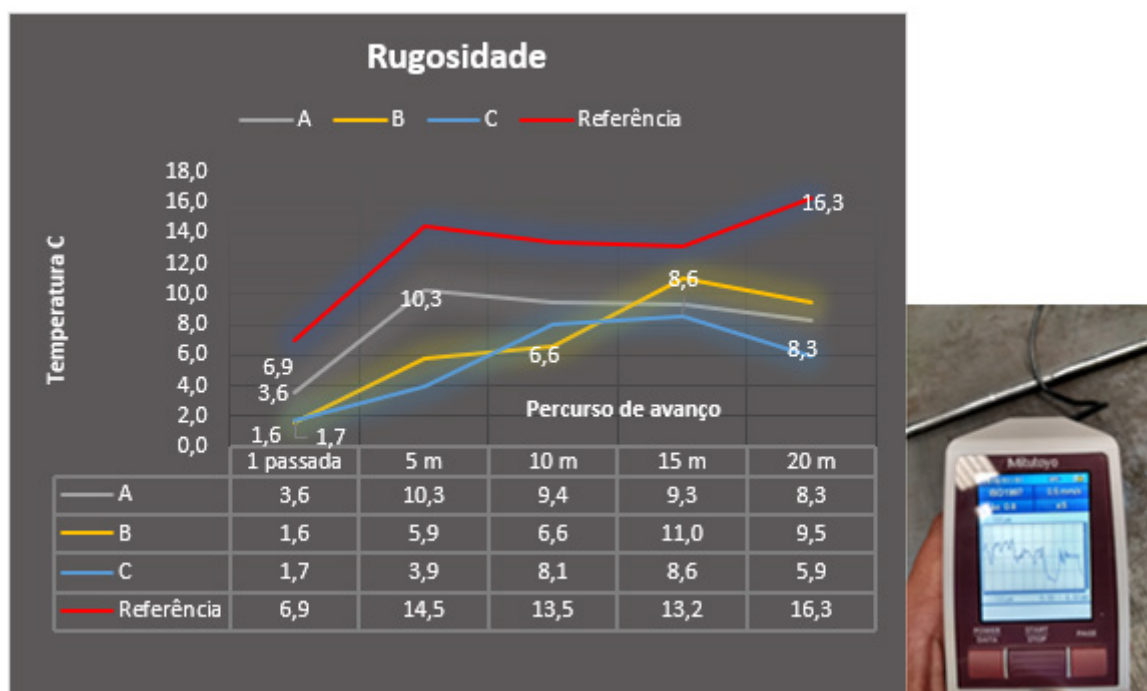


Figura 5. Influência do raio de honeamento e do avanço por dente e do percurso de avanço na rugosidade da superfície de corte gerada. Fonte: Os autores

A Figura 6 apresenta a influência do raio de honeamento, do avanço por dente e do percurso de avanço no desgaste de flanco VB das fresas pesquisadas. Observa-se que o menor desgaste médio ocorreu para a fresa sem arredondamento da aresta de corte. Isto significa que a presença do honeamento provoca desgastes maiores. Tal fato pode ser explicado pela própria presença do honeamento que gera maiores temperaturas como verificado nos resultados das medidas de temperatura mostrados na Figura 4. Conseqüentemente ocorrem maiores atritos, diante de maiores esforços e maiores temperaturas resultando em desgastes também maiores do que o da referência utilizada.

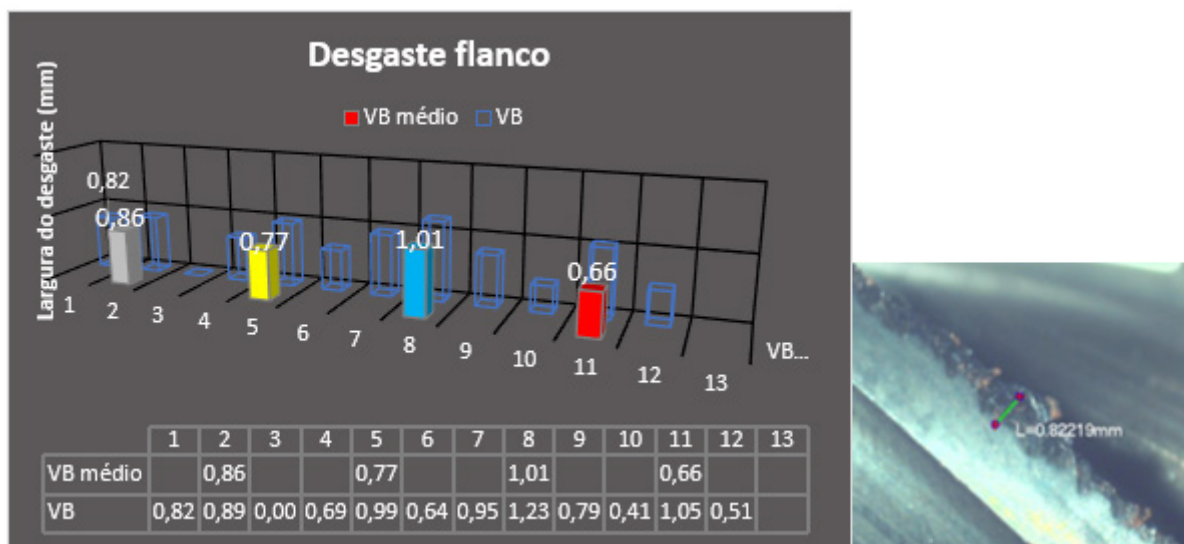


Figura 6. Influência do raio de honeamento, do avanço por dente e do percurso de avanço no desgaste de flanco da fresa. Fonte: Os autores

Considerando que o honeamento provocou desgastes médios maiores que a referência, porém com resultados de rugosidades mais baixas apesar de temperaturas relativamente mais altas, os autores consideram que a introdução de tal tratamento das arestas de corte, levam a uma vantagem competitiva. Isto porque observou-se que com aumento do avanço foi possível obter resultados de tempos de ciclos de produção menores sem comprometimento das fresas.

5. CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho permitiram concluir que:

- O honeamento é um processo que introduz aumento da temperatura da ferramenta durante o fresamento;
- O processo leva vantagens com relação ao apresentar melhores rugosidades superficiais comparado com a ausência de honeamento;
- Os desgastes de flanco encontrados nas ferramentas que foram submetidas ao processo de honeamento, foram maiores que os da ferramenta de arestas não tratadas pelo processo;
- No geral, observou vantagens competitivas ao aplicar o processo de honeamento no caso das fresas cilíndricas tangenciais em fresamento discordante, pois foi possível obter menor tempo de ciclo de produção sem comprometimento das ferramentas. Isto porque, apesar das temperaturas mais altas, a qualidade e o tempo de produção foram menores;
- Uma outra vantagem possível de ser conseguida foi o fato de que o proces-

so de honeamento apresenta relativamente de baixo custo diante do retorno conseguido com sua aplicação.

Referências

- Bassett E, Köhler J, Denkena B. **On the Honed Cutting Edge and its Side Effects During Orthogonal Turning Operations of AISI1045 with Coated WC-Co Inserts**. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology 5:108–126, 2012.
- Bouzakis K-D, Gerardis S, Skordaris G, Katirtzoglou G, Makrimallakis S, Klocke F, et al. **Effect of Dry Micro-blasting on PVD-film Properties, Cutting Edge Geometry and Tool Life in Milling**. Surface & Coatings Technology 204: 1081–1086, 2009.
- Bouzakis K-D, Michailidis N, Skordaris G, Kombogiannis S, Hadjiyiannis S, Efstathiou K, et al. **Optimization of the Cutting Edge Roundness and its Manuf. Procedures of Cemented Carbide Inserts, to Improve their Milling Performance After a PVD Coating Deposition**. Surface and Coatings Technology 163–164:625–630, 2003.
- Chien, k. **Influence of Tool Sharpness on the Mechanics of Metal Cutting** (PhD), Massachusetts Institute of Techn., Cambridge, (1953).
- Coppini, Nivaldo Lemos. **Usinagem Enxuta – Gestão do Processo**. Art Liber Editora, São Paulo, 2015.
- Denkena, B.; Biermann, D. **Cutting edge geometries**. CIRP Annals – Manufacturing Technology 63:631–653, 2014.
- Diniz, A. E et al. **Tecnologia da Usinagem dos Materiais**. São Paulo: Artliber Editora, 270p, 2014.
- Fischer, H. **Die Größe der Widerstände gegen das Abheben von Metallspänen**, VDI-Z, 41 (18), pp. 504-508, 1987.
- Masuko, M. **Fundamental Research on Metal Cutting Process. II. Plasticity Conditions in Orthogonal Cutting**, Journal of Applied Physics, 19, pp. 32-39, 1953.
- Rüßmann, et al., "Industry 4.0: **The future of productivity and growth in manufacturing industries**," Boston Consulting Group, vol. 9, 2015.



CAPÍTULO 18

MEDIDA DA CAPACIDADE PRODUTIVA: UMA REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

PRODUCTIVE CAPACITY MEASURE: A REVIEW OF BIBLIOGRAPHY

Reynaldo Chile Palomino

Richard Andrés Estombelo Montesco

Resumo

O presente trabalho tem por objetivo analisar de forma crítica o cálculo da capacidade produtiva encontrada na literatura acadêmica sobre o assunto. inicialmente foi realizado um levantamento das definições dadas pelos diversos autores para os termos capacidade produtiva, utilização e eficiência. a seguir, os autores foram classificados em cinco grupos para a sua análise e posterior validação com a fórmula que mede a capacidade produtiva. após a análise, foi verificado que apenas um grupo de autores apresenta a forma correta de cálculo da capacidade produtiva, sendo que a forma de cálculo dos autores restantes, leva à determinação de valores diferentes. finalmente, a validação do grupo escolhido foi comparada com o cálculo da TEEP proposta por Nakajima.

Palavras chave: Capacidade produtiva, Utilização, Eficiência.

Abstract

The present work is aimed to critically review the calculation of the productive capacity found in the academic literature on the subject. initially a survey of the definitions given by the various authors to the terms of productive capacity, utilization and efficiency was performed. following, the authors were classified in five groups for their analysis and later validation with the formula that measures the productive capacity. after the analysis, it was verified that only a group of authors presents the correct form of calculating the production capacity, being that the form of calculating the remaining authors leads to the determination of different values. finally, the validation of the choosed group was compared with the calculation of the TEEP proposed by Nakajima

Key-words: Productive Capacity, Utilization, Efficiency



1. INTRODUÇÃO

Devido à alta concorrência do mercado, a redução dos custos de produção tem sido um objetivo a ser atingido pelas empresas de todo ramo de atividade, para se tornar mundialmente competitiva. Uma das maneiras de reduzir os custos de produção, sem a necessidade de investimentos adicionais, é o fato de saber utilizar corretamente os recursos disponíveis para a produção. Nesse sentido, o setor de planejamento e controle da produção cumpre um papel importante na consecução desse objetivo. Para isso, o PCP precisa conhecer bem a capacidade produtiva de seus equipamentos para poder realizar um bom planejamento da produção de modo a combinar o nível de operações ao nível da demanda (KUMAR e SURESH, 2009).

Ainda, segundo Kumar e Suresh (2009), a Capacidade Produtiva de uma unidade fabril pode ser expressa como sendo o número de unidades de produção por período, número de horas-homem ou horas-máquina.

O planejamento da capacidade refere-se ao estabelecimento da taxa de saídas por um setor, e caso não seja feita corretamente afeta de maneira negativamente a organização ou por não conseguir atender a demanda ou pela criação de “gargalos” por ter produtos demais que acabam sendo desperdício de tempo e dinheiro. O seu cálculo é essencial tanto para a prestação de serviços quanto para a produção de bens. Um exemplo para o primeiro caso seria uma universidade a oferecer cursos que não acomodam estudantes suficientes ou que tenha uma sala de aula vazia. Outro exemplo seria uma padaria que por falta de estoque acaba perdendo clientes ou que por produzir mais do que o necessário tenha custos elevados e seja incapaz de cobri-los (REID e SANDERS, 2012).

O planejamento deve ser feito considerando aspectos externos como a demanda e aspectos internos como a quantidade de recursos humanos, materiais e financeiros da organização. O processo de planejamento deve avaliar também se a estratégia deve ser feita para longo ou curto prazo. Caso seja a longo prazo o planejamento é mais complicado de ser feito e os parâmetros a serem avaliados são: se a organização produz mais de um produto, se há a possibilidade de adquirir novas tecnologias ou conhecimentos e se há a necessidade de excluir exageros ou aspectos que não agregam valor à organização. Já a estratégia de curto prazo envolve o uso de inventários, novas contratações, promoções, treinamento e terceirização (KUMAR e SURESH, 2009).

A importância do cálculo da capacidade é amplamente conhecida, o equilíbrio entre a oferta (capacidade) e demanda podem ter graves consequências para a organização. Sendo então o seu principal desafio a harmonização do grau de capacidade produtiva com o nível de demanda ao menor custo possível, valorizando assim a importância da mensuração correta. No entanto, há muitas divergências



entre os autores em relação à forma de cálculo e à representação de cada fator como utilização e eficiência. Essa falta de padronização prejudica as empresas que acabam não tendo um conhecimento real da capacidade dos seus equipamentos, resultando no mal gerenciamento dos mesmos.

Levando esses aspectos em consideração, o presente artigo tem por objetivo fazer um estudo detalhado sobre a medida da capacidade produtiva apresentadas nos diversos livros didáticos, onde é apresentado este tópico; buscando uma padronização dos indicadores de utilização, eficiência que fazem parte da fórmula utilizada no cálculo da capacidade produtiva.

2. METODOLOGIA

Inicialmente houve o levantamento na literatura sobre as diferentes formas de cálculo da capacidade produtiva, dessa forma caracterizando-a como exploratória. Após o levantamento foi necessário agrupar os diversos autores em relação aos conceitos utilizados para cada componente das variáveis presente na determinação da capacidade produtiva, tais como "Produtividade", "Utilização" e "Eficiência". A seguir, usando dados de um exemplo escolhido num livro, será realizada a validação da fórmula encontrada na literatura para o cálculo da Capacidade Produtiva, apontando os erros cometidos por alguns autores neste cálculo.

3. MEDIDA DA CAPACIDADE PRODUTIVA

A capacidade produtiva pode ser definida como sendo a quantidade máxima de produtos ou serviços que podem ser obtidos por uma determinada unidade produtiva (fábrica, departamento, setor, armazém, loja, posto de atendimento, máquina) durante um certo período de tempo (J.A MACHUCA 1994).

A importância do cálculo da capacidade é amplamente conhecida, no entanto, a forma para calculá-la ainda é ponto de divergência para muitos autores. O cálculo da capacidade produtiva é obtido pela equação 1 (ARNOLD, 2008; MACHUCA, 1995; NOVAK, 2006; CHAPMAN, 2006; HEIZER, 2007; LUSTOSA, 2008). Cabe salientar que Lustosa (2008) chama a Capacidade Produtiva de Capacidade Operacional, Heizer (2001) a denomina de Capacidade Real, Novak (2006) e Mukhopadhyay (2015) a denominam de Capacidade Nominal (*rated capacity*); porém a fórmula é a mesma.

$$\text{Capacidade Produtiva} = \text{Capacidade Disponível} \times \text{Utilização} \times \text{Eficiência} \quad (1)$$

O maior problema encontrado na literatura é o conceito atribuído pelos diversos autores aos dois índices (Utilização e Eficiência) para seu cálculo.



Para entendermos melhor o que representa essa quantidade máxima, na definição de capacidade, apresentaremos a seguir, os diversos tipos de capacidade.

3.1 Tipos de Capacidade

Capacidade Instalada – Representa a quantidade a ser produzida por uma instalação trabalhando 24 horas por dia (1440 min), sem nenhum tipo de pausa. Por exemplo, se a linha de produção é capaz de produzir 10 mesas iguais a cada hora, em um dia de 24 horas poderiam ser fabricadas 240 mesas; sendo o tempo padrão igual a 6 minutos.

Capacidade de Projeto ou Disponível – É a quantidade que se espera produzir durante o tempo em que o equipamento está disponível para produção. Por exemplo, se uma empresa trabalha num turno de 8 horas por dia (480 minutos) e o tempo padrão para a produção de uma peça torneada seja de 6 minutos, a Capacidade Disponível será igual a 80 peças torneadas por turno de trabalho.

Capacidade Operativa – Também conhecida como Capacidade Efetiva (HEIZER, 2001; LUSTOSA e amigos, 2008), representa o total de unidades produzidas durante o tempo em que o equipamento está realmente operando. Isto é, a diferença entre a Capacidade Disponível e a produção que deveria ser obtida no tempo em que o equipamento ficou parado por diversos motivos (paradas planejadas e não planejadas), como por exemplo: Manutenção preventiva/corretiva, Refeições, quebra de equipamento, problemas de pessoal, falta de energia, etc. Considere, por exemplo, que uma fábrica trabalha num turno de 8 horas por dia e planeja parar uma hora para realizar uma manutenção preventiva. Se durante o dia de trabalho, a máquina quebra e ficou inativa por uma hora, neste caso, a Capacidade Produtiva no dia será de 60 unidades de produto. Uma representação gráfica destes tipos de capacidade podemos ver na figura 1.

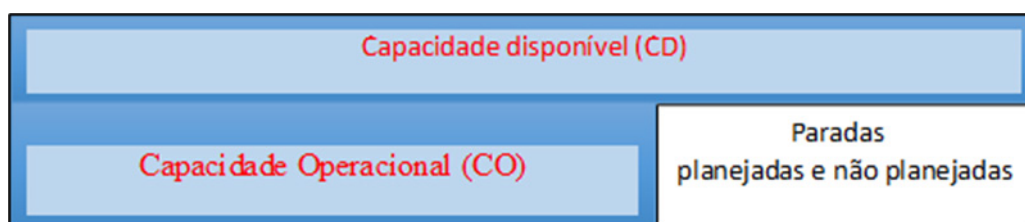


Figura 1 - Tipos de Capacidade

Produção Real - Neste ponto, diversos autores (SLACK, 2009; STEVENSON, 2001) consideram a Produção Real como sendo a Capacidade Operacional. Este fato só pode ser verdadeiro sempre e quando o equipamento produza uma unidade de produto em um tempo exatamente igual ao tempo padrão e o equipamento trabalhe ininterruptamente durante todo o tempo operacional. Porém, isso nem sempre será verdade, já que a instalação nem sempre trabalhara a um mesmo ritmo, podendo produzir uma unidade, considerando nosso exemplo, em mais ou em menos de 6 minutos. Isso leva-nos a concluir que a produção real pode ser maior ou

menor que a Capacidade Operacional, conforme mostrada na figura 2. Esta figura, mostra uma situação, onde a Produção Real é menor que a Capacidade Operacional, devido a diversos tempos improdutivos, pequenas paradas, como, retirar uma sujeira, apertar um parafuso, etc ou ao fato do equipamento trabalhar a uma velocidade reduzida.

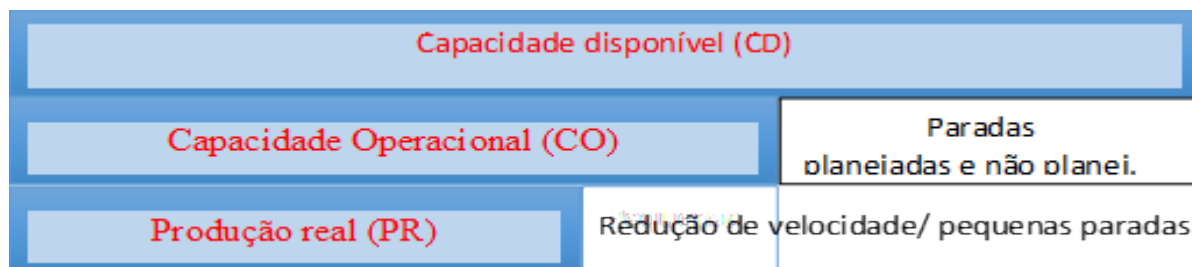


Figura 2 – Tipos de capacidade e produção real

A partir da figura 2, pode-se calcular os dois índices que fazem parte da Capacidade Produtiva, que são a Utilização e a Eficiência, que serão apresentados mais adiante.

Levando em consideração estes tipos de capacidade, muitos autores diferem no cálculo dos índices de Utilização e Eficiência, os quais levam a uma estimativa errada do cálculo da capacidade Produtiva. Para o cálculo da Capacidade Produtiva, todos os autores que apresentam sua fórmula (HEIZER, (2001), LUSTOSA e amigos (2008), CHAPMAN (2006), NOVAK (2006), SANDERS (2005), KANNA, (2015) e RUSSEL (2011)), coincidem com o mesmo cálculo usado na equação 1.

No cálculo dos índices de Utilização e Eficiência, um outro tipo de capacidade é utilizado por Slack (2009) e Peinado (2007) entre outros, que é a Capacidade Efetiva (CE). Para Slack e Peinado, a Capacidade Efetiva é a diferença entre a Capacidade Disponível e a produção que seria produzida durante o tempo que corresponde às paradas planejadas, como mostra a figura 3. Nesta figura também será apresentada os equivalentes aos diversos tipos de capacidade, representadas em unidades de tempo, por exemplo, o equivalente à Capacidade Disponível será o "Tempo Disponível".

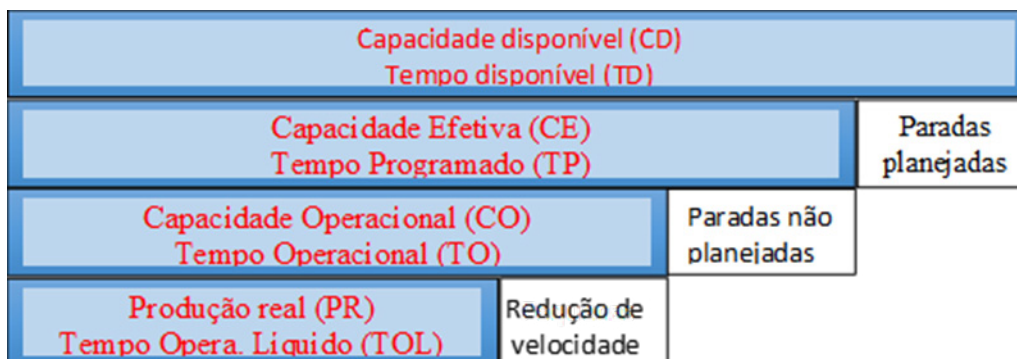


Figura 3 – Tipos de capacidade

Analisando a figura 3, observamos, por exemplo que: Slack (2009), calcula o índice de Utilização como sendo a divisão entre PR e CD (PR/CD), e o índice de eficiência como sendo a divisão entre PR e CE (PR/CE). Peinado (2007) por sua vez,

calcula a Utilização como sendo a divisão de CE sobre CD (CE/CD). Por sua vez, ambos calculam a Eficiência como sendo a relação entre CO e CE (CO/CE). No cálculo da Eficiência, Peinado chama a Capacidade Operacional de Capacidade Realizada.

Outros autores, como Mukhopadhyay (2015), por exemplo, calculam a utilização como a relação entre CO e CD (CO/CD), enquanto que a eficiência como sendo a relação entre PR/CO. Outras diferentes formas de cálculo para estes dois índices, pode ser observado na tabela 1.

4. UTILIZAÇÃO. EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE

Com a finalidade de entendermos melhor as fórmulas de cálculo dos índices de Utilização e Eficiência, serão apresentadas as definições mais aceitas na literatura sobre Utilização, Eficiência e Produtividade, para definirmos então, qual a forma correta do cálculo destes índices

4.1 Utilização

- a) É o tempo durante a qual um recurso está realmente ativo, isto é, produzindo.
- b) É o número de horas produtivas desenvolvidas.
- c) É o número máximo de horas que um equipamento se encontra ativo.
- d) É a quantidade de tempo que de fato estamos usando a nossa capacidade.

Estas quatro definições de utilização, dentre outras, levam-nos a concluir que o índice de Utilização deveria ser, de acordo com a figura 3, a relação entre a Capacidade Operacional (que representa o tempo que o equipamento realmente está operando ou está sendo usado na produção) e a Capacidade Disponível. Sendo assim, o índice de Utilização deverá ser calculado como:

$$\text{Utilização} = \text{Capacidade Operacional} / \text{Capacidade Disponível} \quad (2)$$



4.2 Eficiência

- a) Representa a produção real
- b) Representa a saída real
- c) Representa o processamento real
- d) Representa a relação entre o número de horas padrão produzidas e o número de horas produtivas.

Estas definições permitem-nos concluir que o numerador deste índice representa a quantidade realmente produzida (produtos bons e defeituosos), enquanto o equipamento está operando (Tempo Operacional) e não a quantidade que deveria ser produzida durante o Tempo Operacional. De acordo com a figura 3, o índice de Eficiência deverá ser representado pela seguinte fórmula:

$$\text{Eficiência} = \text{Produção Real} / \text{Capacidade Operacional} \quad (3)$$

4.3 Produtividade

A representação mais comum, encontrada na literatura, para o cálculo deste índice é dada pela seguinte fórmula (MEYERS e STEPHEN, 2006):

$$\text{Produtividade (P)} = \text{Saídas} / \text{entradas} \quad (4)$$

Entende-se por saídas de um sistema, a quantidade de produtos fabricados durante um dia de trabalho. Entradas são representadas pelo tempo que a empresa paga a seus funcionários durante um dia de trabalho, que pode ser de um turno de 8 horas por dia, 2 turnos com 16 horas ou 3 turnos com 24 horas de trabalho por dia. De acordo com a figura 3, a produtividade será, portanto, a relação entre a Produção Real ou quantidade produzida (saídas) e a Capacidade Disponível (entrada).

5. ANÁLISE DA CAPACIDADE PRODUTIVA

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre “medida da capacidade produtiva” nos diversos livros de Administração da Produção e Planejamento e Controle da Produção e foi possível notar a diferença dos conceitos tratados por cada um dos autores. Posteriormente, foi feita uma análise crítica usando as definições formais sobre utilização e eficiência. A tabela 1, mostra um resumo das

formas de cálculo dos índices de utilização e eficiência, apresentada pelos diversos autores pesquisados, usando a figura 3. Os autores pesquisados foram divididos em 5 grupos como mostra a tabela 1.

Autor	Índice de Utilização	Índice de Eficiência
Krajewski (2009), Schroeder (2011), Chase (2009)	$U = PR/CD$	Não apresentam
Reid (2005), Suresh (2009)	$U = PR/CD$	$E = PR/CO$
Peinado (2007), Lustosa (2008)	$U = CE / CD$	$E = CO/CE$ Obs. Para Lustosa, $CO = PR$
Mukhopadhyay (2015), Machuca (1995), Novak (2006), Mahadevan, B (2010); Kanna (2015), chapman (2006), Arnold (2008), Corrêa (2007), Heizer (2007), Russel (2011)	$U = CO/CD$	$E = PR/CO$ OBS. Schroeder e Mahadevan não apresenta este índice
Slack (2009), Stevenson (1996), Moya (2013)	$U = CO/CD$	$E = CO/CE$

Tabela 1 – Fórmulas para o cálculo dos índices de utilização e eficiência

Como pode ser observado na tabela 1, existem formas diversas para o cálculo dos índices de Utilização e Eficiência, índices dos quais depende o cálculo da Capacidade Produtiva dos equipamentos. Antes de analisar quais fórmulas são as que nos permitem chegar a um valor real da Capacidade Produtiva, de acordo com a fórmula 1, aplicaremos as fórmulas de Utilização e Eficiência apresentadas acima, por cada grupo, a um exercício extraído aleatoriamente dos diversos livros pesquisados. O livro sorteado foi o livro de Peinado (2007), de onde foi extraído o seguinte exemplo.

Exemplo – O setor de tingimento de uma tecelagem tem uma barca de tingimento com capacidade para tingir 300 quilos de determinado tecido por hora. O setor trabalha em dois turnos de oito horas, cinco dias por semana. Durante a última semana, os registros de produção apresentaram os seguintes apontamentos de tempos perdidos:

Ocorrência	Tempo padrão
1 Mudança de cor (set-up)	4,5 horas
2 Amostragens da qualidade	3 horas
3 Falta de pessoal	4 horas
4 Tempos de troca de turnos	50 minutos
5 Falta de tecido	2 horas
6 Manutenção preventiva regular	4 horas
7 Nenhum trabalho programado	2 horas
8 Investigações de falha de qualidade	40 minutos
9 Acidente de trabalho	25 minutos
10 Falta de energia elétrica	2,15 horas

Tabela 2 – Registros de produção do setor de tingimento

Para estes dados, calcularemos a Capacidade Disponível, a Capacidade Efetiva, a Capacidade Operacional e os Índices de Utilização e de Eficiência do setor de tingimento da empresa de tecelagem, sabendo que durante a semana foram produzidos **16.500** quilogramas de tecido (PR).

Solução:

- **Capacidade Disponível:** 16 horas por dia x 5 dias por semana = 80 horas por semana ou $80 \times 300 = 24.000$ quilos de tecido tingido por semana.
- **Capacidade Efetiva:** perdas planejadas (ocorrências: 1, 2, 4, 6 e 7) = 14,33 horas, portanto a capacidade efetiva será: $80 - 14,33 = 65,67$ horas ou $65,67 \times 300 = 19.700$ quilos de tecido tingido por semana.
- **Capacidade Operacional:** Perdas não planejadas (ocorrências: 3, 5, 8, 9 e 10) = 9,23 horas, portanto a capacidade realizada foi de $65,67 - 9,23 = 56,44$ horas ou $56,44 \times 300 = 16.932$ quilos de tecido tingidos por semana.

A tabela 3, mostra os resultados dos índices de Utilização e Eficiência segundo as equações 2 e 3, para os dados do exemplo.

Autor	Índice de Utilização	Índice de Eficiência
Krajewski 92009), Schroeder (2011), Chase (2009)	$U = PR/CD$ $U = 16.500/24.000 = 68,75\%$	Não apresentam
Reid (2005), Suresh (2009)	$U = PR/CD$ $U = 16.500/24.000 = 68,75\%$	$E = PR/CO$ $E = 16.500/16.932 = 97,45\%$

Peinado (2007), Lustosa (2008)	$U = CE / CD$ $U = 19.700/24.000 = 82,02\%$	$E = CO/CE$ $E = 16.932/19.700 = 85,95\%$ Obs. Para Lustosa, CO = PR
Mukhopadhyay (2015), Machuca (1995), Novak (2006), Mahadevan, B (2010); Kanna (2015), chapman (2006), Arnold (2008), Corrêa (2007), Heizer (2007), Russel (2011)	$U = CO/CD$ $U = 16.932/24.000 = 70,55\%$	$E = PR/CO$ $E = 16.500/16.932 = 97,45\%$ OBS. Schroeder e Mahadevan não apresenta este índice
Slack (2009), Stevenson (1996), Moya (2013)	$U = CO/CD$ $U = 16.932/24.000 = 70,55\%$	$E = CO/CE$ $E = 16.932/19.700 = 85,95\%$

Tabela 3 – Resultados dos cálculos de utilização e eficiência

Como pode ser observado nos resultados apresentados na tabela 3, todos os 5 grupos diferem no cálculo, em pelo menos, um dos índices.

Para entender melhor qual grupo de autores apresenta os cálculos de forma correta, iremos comparar seus resultados com os cálculos obtidos na análise realizada no item 4, sobre Utilização, Eficiência e Produtividade. A tabela 4 mostra os resultados corretos seguindo esta análise. Usando os dados do problema exemplo, temos:

Produtividade	Utilização	Eficiência
$P = PR/CD$ $P = 16.500/24.000$ P = 68,75%	$U = CO/CD$ $U = 16.932/24.000$ U = 70,55%	$E = PR/CO$ $E = 16.500/16932$ E = 97,45%

Tabela 4 – valores corretos dos índices produtivos

De acordo com Rosa (2000), o índice de Produtividade, também pode ser representado pela multiplicação dos índices de Utilização e Eficiência. Assim temos:

$$\text{Produtividade (P)} = \text{Utilização (U)} \times \text{Eficiência (E)} \quad (5)$$

Conseqüentemente, a Capacidade Produtiva poderá ser expressa como:

$$\text{Capacidade Produtiva (CP)} = \text{Capacidade Disponível (CD)} \times \text{Produtividade (P)} \quad (6)$$

A tabela 5, mostra a produtividade e a capacidade produtiva para cada grupo apresentado na tabela 3 e pela análise realizada do cálculo correto dos índices de Utilização e Eficiência (ver equações 2 e 3).



Autor	Índice de Produtividade	Capacidade Produtiva
Krajewski (2009), Schroeder (2011), Chase (2009)	$P = U \times E$ $P = 0,6875 \times 1 = 67,75\%$	$CP = CD \times U \times E$ $CP = CD \times P$ $CP = 24.000 \times 0,6775 = 16.500$
Reid (2005), Suresh (2009)	$P = 0,6875 \times 0,9745 = 66,7\%$	$CP = 24.000 \times 0,667 = 16.079$
Peinado (2007), Lustosa (2008)	$P = 0,8202 \times 0,8595 = 70,5\%$	$CP = 24.000 \times 0,705 = 16.919$
Mukhopadhyay (2015), Machuca (1995), Novak (2006), Mahadevan, B (2010); Kanna (2015), chapman (2006), Arnold (2008), Corrêa (2007), Heizer (2007), Russel (2011)	$P = 0,7055 \times 0,9745 = 68,75\%$	$CP = 24.000 \times 0,6875 = 16.500$
Slack (2009), Stevenson (1996), Moya (2013)	$P = 0,7055 \times 0,8595 = 60,64\%$	$CP = 24.000 \times 0,6064 = 14.553$
Valores encontrados pela análise realizada	$P = 0,7055 \times 0,9745 = 68,75\%$	$CP = 24.000 \times 0,6875 = 16.500$

Tabela 5 – Cálculo dos valores dos índices produtivos para todos os grupos analisados

Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que o único grupo analisado que coincide com os resultados obtidos é o grupo 4, encabeçado por Mukhopadhyay (2015).

Analisando cada grupo, podemos chegar as seguintes conclusões, usando a informação contida na figura 3 e resumida na tabela 1.

Grupo 1, encabeçado por Krajewski (2009):

Este grupo só apresenta o cálculo do índice de Utilização. O problema encontrado aqui é que o índice de utilização é calculado usando a produção real como numerador (ver tabela 3), quando deveria ser a Capacidade Operacional. Como já foi explicado anteriormente, a utilização do equipamento é a relação entre a quantidade que deveria ser produzida durante o tempo que o equipamento está funcionando (TO) e a Capacidade Disponível.

Grupo 2, encabeçado por Reid (2005):

Como a Produtividade resulta da multiplicação dos índices de Utilização e Eficiência, não poderia existir nenhuma sobreposição de valores entre eles, portanto, ambos os índices não poderiam ter o mesmo numerador (PR). Por outro lado, o numerador do índice de Utilização deveria ser a Capacidade Operativa, que represen-

ta o tempo em que o equipamento está sendo realmente utilizado para produção (ver figura 3), e não a produção obtida (PR) no período de Tempo Operacional. No caso da Eficiência, seu cálculo coincide com a fórmula correta (PR/CO).

Grupo 3, encabeçado por Peinado (2007):

Neste grupo verificou-se que o cálculo da Utilização não está de acordo com a análise realizada pelos seguintes motivos. Pela figura 3, temos que o numerador do índice de Utilização é a Capacidade Operacional e não a Capacidade Efetiva, como calculado por este grupo. Por outro lado, este grupo calcula o índice de Eficiência como sendo a relação entre a Capacidade Operacional e a Capacidade Efetiva (CO/CE). Analisando melhor este cálculo, podemos concluir que independente da quantidade produzida, num intervalo de tempo, o índice de Eficiência calculado pelo grupo de Peinado, terminaria sendo sempre uma constante, o que difere da definição de Eficiência; a qual está diretamente relacionada com a quantidade produzida.

Grupo 4, encabeçado por Mukhopadhyay (2015):

Este grupo respeita todas as definições apresentadas na literatura, sendo portanto, os seus cálculos corretos, de acordo com a análise realizada.

Grupo 5, encabeçado por Slack (2009):

Do mesmo modo que o grupo 2, aqui existe sobreposição de valores ao momento de calcular os índices de Utilização e Eficiência (ambos possuem a CO como numerador), o qual distorce o cálculo da Produtividade e conseqüentemente a Capacidade Produtiva. Por outro lado, este grupo respeita a definição de Utilização, porém o cálculo de Eficiência é similar ao do grupo 3, encabeçado por Peinado (2007). A Eficiência sempre será um valor fixo, independente de quanto que se produza num determinado intervalo de tempo (Tempo Operacional), diferindo assim, da definição de Eficiência, o qual está em função da quantidade produzida num intervalo de tempo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conhecer a real capacidade dos equipamentos é um fator crítico no planejamento e controle da produção, já que seu mal dimensionamento, pode levar à entrega de pedidos com atraso ou a desperdiçar capacidade de produção. Em ambos os casos, as empresas estão sujeitas a incorrer em maiores custos de produção.

Pela análise apresentada neste trabalho, percebeu-se que não existe uma padronização com relação ao cálculo dos índices de Utilização e Eficiência o que permite medidas diferentes para a Capacidade Produtiva dos equipamentos. Este fato pode levar à seguinte situação numa empresa: Imaginemos que um gerente de



produção esteja familiarizado como livro de Slack, para os dados do exemplo, ele teria uma produtividade de seu sistema de 60,64% (ver tabela 5). Se um novo gerente for contratado e ele estiver familiarizado com o livro de Reid, por exemplo, ele irá calcular uma produtividade de 66,7%. Aqui surge uma pergunta: será que o simples fato de troca de gerente muda automaticamente a produtividade, sem ele fazer praticamente nada? Apenas calculando os índices de forma diferente.

Com relação à determinação da Capacidade Produtiva, todos os autores que apresentam sua forma de cálculo, são unânimes no uso da fórmula 1. Pelos resultados apresentados na tabela 5, observa-se que existem diferenças significativas nos valores obtidos, o que leva à mesma pergunta anterior; será que é possível que um novo gestor da produção, seja capaz de aumentar a Capacidade Produtiva dos equipamentos sem fazer alguma mudança no sistema e apenas mudando a forma de cálculo?

Finalmente podemos concluir que um bom dimensionamento da Capacidade Produtiva é de vital importância para as empresas poderem fazer um melhor planejamento da produção, ajustando, assim, melhor a oferta com a demanda.

Atualmente, o indicador mais usado nas indústrias para a determinação da Capacidade Produtiva é o indicador OEE (**Overall Equipment Effectiveness**), usado na determinação da capacidade de máquinas não gargalos. Neste caso, o indicador OEE inicia seus cálculos a partir da Capacidade Efetiva (CE) ou tempo programado, que na literatura sobre OEE é chamado de Tempo Disponível. No caso de máquinas gargalo, o indicador usado é a TEEP (**Total Effectiveness Equipment Performance**) que para a determinação da Capacidade Produtiva dos equipamentos, realiza seus cálculos a partir da Capacidade Disponível (CD). Em ambos os casos a determinação da Capacidade Produtiva resulta sendo mesmo valor, seja o equipamento, considerado gargalo ou não gargalo.

No presente trabalho, o cálculo que apresentam todos os livros para a determinação da Capacidade Produtiva, realizam seus cálculos a partir da Capacidade Disponível, portanto poderiam ser comparados com a TEEP. O único grupo que apresenta valores iguais aos achados usando a TEEP (ANTUNEZ, 2008) é o grupo 4 encabeçado por Mukhopadhyay (2015); conseqüentemente as formas de cálculos que achamos corretas após a análise coincidem com os valores obtidos pela TEEP é o grupo 4. Com relação aos outros grupos, convidaríamos aos diversos professores que lecionam sobre este assunto, e utilizam esses autores em suas disciplinas, possam repensar sobre o ensino deste conteúdo, por ser de extrema importância na gestão empresarial.



Referências

- ANTUNES, JUNICO et al. **Sistemas de Produção: Conceitos e práticas para projetos e gestão da produção enxuta.** Porto alegre: Bookman, 2008.
- ARNOLD, J. R. TONY. **Administração de materiais.** Editora Atlas, 1999.
- CHAPMAN STEPHEN N. **The fundamentals of production planning and control.** By pearson education, Inc., 2006.
- CHASE, R.B.; JACOBS, F.R.; AQUILANO, N.J. **Administración de operaciones. producción y cadena de suministros.** Duodécima edición. México: McGRAW-HILL/ Interamericana Editores, S.A. De C.V., 2009
- CORRÊA HENRIQUE L. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica.** São Paulo: Atlas, 2007.
- HEIZER, J.; RENDER, B. **Administração de Operações – Bens e Serviços.** LTC – Livros técnicos e científicos Editora S. A., 2001.
- KHANNA, R. B.. **Production and operations management.** PHI learning Private Limited, Delhi, 2015.
- LEE KRAJEWSKI, LARRY RITZMAN E MANOJ MALHOTRA. **Administração de produção e operações.** São Paulo : Pearson Prentice Hall, 2009.
- KUMAR, S.A.; SURESH N. **Operations Management.** New Age International, 2009.
- LUSTOSA, LEONARDO et al. **Planejamento e controle da Produção.** Rio de Janeiro: elsevier, 2008.
- MACHUCA, J.A.D.; GONZALEZ, S.G.; JIMENEZ, A.R. et al. **Dirección de Operaciones: Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios.** Espanha: McGRAW-HILL/Interamericana De España, S. A. U. 1995
- MAHADEVAN, B.. **Operations management: teory and practice.** Pearson education, India, 2010.
- MEYERS, F.E.; STEPHENS, M.P. **Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales.** 3ª edición. México: Pearson Educación. 2006
- MOYA, MARIA CARMEN CARNERO. **Problemas resueltos de administracion de la produccion y operaciones.** Ediciones Paraninfo S. A., 2013.
- MUKHOPADHYAY, S. K. **Production Planning and Control: Texts and Cases.** PHI Learning Pvt. Ltd., 2015.
- NOVAK, S. **The Small Manufacturer's Toolkit: A Guide to Selecting the Techniques and Systems to Help You Win.** Auerbach Publications, 2006.
- PEINADO, J.; GRAEML, A.R. **Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços).** Unicenp, 2007.
- REID, R.D.; SANDERS, N.R. **Gestão de Operações.** LTC – Livros técnicos e científicos Editora S. A., 2005.
- ROSA, EURYCIBIADES BARRA. **Apostila de Racionalização do trabalho – Curso de especialização: Qualidade e Produtividade,** Itajuba – MG, 2000.
- ROY, R.N. **A Modern Approach to Operations Management.** New Age International, 2007.
- RUSSEL, ROBERTA S. and TAYLOR, BERNAD W.. **Operations management: Creating Value Along the Supply Chain.** John Wiley and Sons, Inc. 2011
- SCHROEDER, R.G.; GOLDSTEIN, S.M.; RUNG TUSANATHAM, M.J. **Administración de operaciones: Conceptos y casos contemporáneos.** 5ª edición. México: McGRAW-HILL/Interamericana Editores, S. A. 2011
- SLACK, NIEGEL et al.. **Administração da produção.**São Paulo: Atlas, 2009.
- STEVENSON, W.J. **Production/Operations Management.** 5th Edition. Irwin, 1996.
- VILALOBOS, N.C.; ALTAHONA, O.C.; HERRERA, T.J.F. **Gestión de la Producción y Operaciones**





CAPÍTULO 19

TOTAL QUALITY CONTROL AND SHEWART METHOD AS AUXILIARY TOOLS ON THE PRACTICE OF LEAN CONSTRUCTION PROCESS

Ana Celia Vidolin

Cezar Augusto Romano

Abstract

The paper aims to evaluate the improvement of the civil construction applying the total quality control, Shewart Method, in combination with the lean construction process. Total quality control is all dimensions that influence people's satisfaction and, consequently, business survival. Shewart Method or PDCA Cycle (Plan, Do, Check, and Act) is a path for the application of the processes control. Each part of the PDCA Cycle claims specific actions and metrics. By combining the philosophy of lean construction with total quality control and PDCA Cycle, there is an exciting arrangement; due to the fact, they could contribute to practice and better results of civil construction. The methodology consisted of an applied, exploratory and qualitative research, the bibliographical research made from the survey of theoretical references, combining analysis of the technical documents and interpretation of the same and the elements under study. Total Quality Control (QTC) manages the quality, cost, delivery, morale, and safety of employees and users. Essentially the total quality control is a management system that associates all dimensions to cover the survival of the company. Shewart Method is the method that analyses the process since the planning phase to the result is obtained in search of continuous improvement and reflects in its four stages. The basis of the philosophy of constant improvement. The characteristics of Total Quality Control and Shewart Method, when applied together, they could collaborate with lean construction and increase the management level of the company. The recommendation revealed congruent and complementary aspects when analyzed with lean construction. The reason for the company's existence is the customer, intrinsic quality, cost management, delivery on correct time and quantity, respect for the customer, as total control of quality's aspects. As having a connection between these three elements cited, they combine theoretical aspects to attain results. The contribution that this article presents is the reflection on complementarity techniques that integrate and attempt positive results for the construction industry.

Keywords: Total Quality Control; Shewart Method; Control Process; Lean Construction.

1. INTRODUCTION

The technological evolution experienced in the last decades allows the improvement of productive processes in organizations, and the construction industry is not different. Contrary to the increase in the level of competitiveness in the market, the growth of companies offering similar products, the dispute for the maintenance of the customer becomes more complex day by day. In this environment of technological resources, financial resources, raw materials, and restricted labor offer, the practice of total quality and analytical structure project denotes a significant role in the life of construction companies. These combinations have the chance to reach the consumer's wishes.



The total quality control has the purpose of approaching the best product to offer to the customer, considering the complete customer satisfaction, quality in the broad sense, and cost and service conditions as influential factors of total customer satisfaction. As a complementary tool in this corporate environment, but not of minor importance, we have the significant contributions of the Shewart Method or PDCA Cycle (Plan, Do, Check, Act), which target is solving issues and stabilize a process. This tool has positive implications in the organization's financial life, in its strategic position on the market and customer service. The consolidation of the analytical design framework and the PDCA Cycle compose an encouraging combination of opportunities. The lean philosophy further supports the construction environment. Lean construction concerns the application and adaptation of the concepts and fundamental principles of the Toyota Production System (TPS) in civil construction. In both cases, the focus is on reducing waste, increasing customer value, and continuous improvement. Although many principles and tools are applicable in construction, there are some principles and tools in lean construction that are different from those applied in TPS (Sacks, et al, 2010). Thus, the main objective of this study is to analyze which contributions the principles of total quality control, and the Shewart method could concern the lean construction?

2. LITERATURE REVIEW

2.1 Total Quality and Total Quality Control

According to Carpinetti (2010), in the prior phase of the Industrial Revolution, the artisans were responsible for the whole manufacturing process, since from the choice of raw material, commercialization, and quality control. The Industrial Revolution was a milestone in the analysis of the quality due to the artisans used to realize the production, the sale, and quality control. From the beginning of the Industrial Age to the present day, the automation index, information management, the growth of quality performance in "organizational activities can also be perceived in responsibilities which add to the area, such as environmental quality and quality of life, ethics, and values "(MARSHALL JUNIOR *et al.*, 2003, p.18).

A new concept of quality emerged in Japan shortly after the Second World War. The change occurred as a result of the Japanese industries wanted to rebuild after the destruction, seek a differential, and the total quality favoring the industries allowing global recognition. (Lélis, 2012). Face with globalization and competition, the current approach differs from the twentieth-century quality concept, since the focus became the customer rather than the product (MARSHALL JUNIOR *et al.*, 2003).

According to Campos (2004), the main concern of business management is to make their existence genuinely relevant to the satisfaction of customers' expectations, thus trying to ensure their survival in the market. Marshall Junior *et al.* (2003)

assures that there is a dynamic in quality management since this interacts with factors distinct from the composition of an organization's structure. These factors "create multidisciplinary challenges and transformations in organizational management, [...] affect structuring, [...] concepts and the portfolio of skills, knowledge, skills technical tools and methodologies" (MARSHALL JUNIOR *et al.*, 2003, p.17).

Paladini (2000, p.10) states that "quality involves many aspects simultaneously, that is, a multiplicity of items; and quality undergoes conceptual changes over time, especially, it is an evolutionary process." Deming *apud* Lélis (2012) believes that three aspects of quality evaluation should be considered since they influence the quality being: the product, the expectations of the client, and the experiences of using it this product and service. Also, Lélis (2012, p.18), affirms that quality according to Juran presents, three axes: "quality-related to product performance; quality related to the absence of defects and lack of mistakes is not a guarantee of sales".

For Werkema (1995, p. 14), customer satisfaction is directly linked to quality because "it refers to the specific characteristics of the final products or services of the company, which define the capacity of these goods or services to promote customer satisfaction." The evaluation of the actual quality performance and comparison with the quality goals, act on the differences, is the meaning of quality control activity (CARAVANTES *et al.*, 2005). Feigenbaum *apud* (CARVALHO; PALADINI, 2005, p.15) defines quality as "the total composition of the characteristics of marketing, design, production, and maintenance of goods and services."

Total quality management (TQM) is defined as business philosophy based on customer satisfaction, built on quality principles sustained by a set of practices and techniques, careful design for product or service, which assurance that the organization's system can produce the consistently designed product or service (DRUMOND, 1998; CARPINETTI, 2010)

According to Ballesteros-Alvarez (2001, p.173), TQC (Total Quality Control) can be understood "as a generator of sustainable competitive advantage, [...] meeting expectations and needs of customers on the desired products and services and the efficient use of the available resources to add the maximum value to the final result".

2.2 Shewart Method

Shewhart Method or PDCA cycle's quality analyzes the process from its planning phase to the result obtained in search of continuous improvement, using the statistics and graphs of easy application (CARVALHO; PALADINI, 2005). Already Marshall Junior *et al.* (2003, p.78) affirms that the PDCA cycle "is a management method for the promotion of continuous improvement and reflects in its



four phases the basis of the philosophy of continuous improvement. The practicing cyclically and uninterruptedly in the organization, consolidating the standardization of practices". In this context, Vieira (2014, p.24) also admits "the PDCA cycle is a managerial method of decision making to guarantee the achievement of the goals necessary for the survival of an organization"; and is widely employed in the pursuit of continuous improvement for business success. Shewhart *apud* Garvin (1992) notes that there is always variation in the production process and that this variation could be understood using process statistics; thus, it would be possible to define the acceptable oscillations that would not cause problems to the products.

Campos (2004) corroborates that the PDCA cycle has four phases: planning, execution, verification, and corrective action. The plan defines control items, goals, and ways to achieve them; implementation is responsible for practices; possession of the data compares with the goals, and these actions make up the verification; and finally, the identified deviations are treated with corrective actions.

The continuous improvement cycle or PDCA Cycle aims to "identify and organize the activities of a problem-solving process ensure the development of a planned activity effectively" (LOBO, 2010, p.39). Moreover, Campos (2004, p.33) admits that an organization needs to control its activities; this method is the PDCA Cycle, which represents "a method for the practice of control." According to Aguiar (2006), the organization has in its routine attention focused on the production of goods and services as agreed. Thus "managing by the PDCA of quality maintenance is to make products according to the standard operating procedures (POP) of the company" (AGUIAR, 2006, p.27). Another significant contribution concerns the adaptation of terminology by some scholars, in the substitution of P (planning) for S (standard); so is the PDCA cycle for SDCA; alternation of continuous and radical improvements, sustained by moments of maintenance. (MARSHALL JUNIOR et al., 2003).

Lélis (2012) contributes to the similarity between the Method of Analysis and Problem Solving (MAPS) and PDCA. Both aim to solve problems and are formed by stages. Phase P (planning) is equivalent to the phases of identification, observation, analysis, and action plan of the MAPS. Execution (phase D) of the PDCA cycle is equal to the action plan. The check step (phase C) expresses the verification, and the phase correction (phase A) is equivalent to standardization and customization phases. The goal is that the company is always in the process of improving and reviewing its procedures, thus the constant improvement of the company's performance through the sequential stages of the cycle.

In the case of application as maintenance, the process has repetition (CAMPOS, 2004); besides, when it comes to the application as an improvement in control's degree, the process is not repeated. The plan has a defined value goal and a method that is composed of a means to achieve the goals. When using the PDCA Cycle in the analysis of a problem, a structured methodology is applied, which avoids decision-making without justification, avoiding costs. The PDCA Cycle leads

to the correct approach to problems, standardized continuous improvement, and opportunity generation. Literature brings options that fit the PDCA, such as QC Story (quality circle story) or MPAI (Method of Process Analysis and Improvement), or using the step-by-step deployment of MAPS (MARSHALL JUNIOR, et al., 2003).

According to Campos (2004), all organizations use the PDCA Cycle in their activities, at the level of operators, or maintenance approach, since standards must be attained. However, as higher work positions within the hierarchy are reached, the PDCA Cycle is applied as improvement, so there is a combination of maintenance processes and improvements in existing processes. From this union of techniques, there are better definitions, a moment of maintenance, the search for new enhancements, and always defining new standards and contemporary controls. Management of development, senior management responsibility is to relate to the strategic level, focusing on organizational effectiveness. Management of the routine is under the obligation of the employees. It seeks the efficiency of the organization, using "obedience to the work standards, to avoid changes or changes that can compromise the established quality levels" (MARSHALL JUNIOR et al., 2003, p. 82).

2.3 Lean Construction

According to Liker (2004), lean can be applied efficiently in all business processes; and lean gives essential administrative support processes as buying or productive.

The TFV production (transformation, flow, and value) proposed by Koskela et al. (2002) serves as a framework for the definition of lean construction. The vision of production's conversion has two deficiencies. It does not recognize that there are phenomena in production beyond the transformations. It fails to realize that it is not the transformation itself that makes the output value, but instead, there is value in having the output conform to customer requirements. The transformation's vision is fundamental to discover what tasks are need in a production enterprise and to conclude it; however, it is not especially useful to figure out how to increase wasted resources.

Koskela et al. (2002) argue that the new industrial engineering framework introduced another view on production, namely production as flow. The flow vision in output only developed from the 1940s in Japan, and the flow vision acts to eliminate wastage of flow processes. Thus, such principles as reduction of execution time, reduction of variability, and simplification are promoted in the same way. The production has a primary objective as value generation to arrive at the best possible value from the customer view. Oliveira and Pereira (2014) affirm that lean construction "differs from the traditional model because it attaches importance to flow and conversion activities. Conversion activities are considered events that add



value to the product, while flow activities do not always add up. ”

Koskela (1992), lists eleven principles to guide the achievement of expected results, elaborates an essential improvement to lean construction. These principles must be handle in an integrated way in the management of the processes:

- a) Reduce activities that do not add value;
- b) Improve product value through consideration of customer needs;
- c) Reduce variability;
- d) Reduce cycle time;
- e) Simplify by reducing the number of steps and parts;
- f) Increase the flexibility of the product;
- g) Increase the transparency of the process;
- h) Focus control in the overall process;
- i) Introduce continuous improvement to the process;
- j) Balance the developments in the flow with the upgrades of the conversions;
- k) Benchmark.

3. METHODOLOGY

To achieve the objective of this paper to identify the application principles of total quality control and Shewart method related to lean construction, and applied, exploratory and qualitative research was carried out. The qualitative approach, according to Oliveira (2010, p.60), “facilitates the presentation of reviews, a detailed description of the facts and phenomena observed,” and arises when information about a particular subject can not be quantified, making interpretation necessary (TRIVIÑOS, 1987).

As for the procedures, we used bibliographical research made from the survey of theoretical references already analyzed and published in a physical and or electronic medium.

The data analysis that supported this research concerns bibliographical rese-



arch, qualitative based on information that can not be quantified; then, the interpretation is applied.

For the search of the bibliographic material was defined, keywords that best represented the topic addressed. After exploratory research, the keywords chosen were "lean construction", "quality control," "Shewart Method". The choice of Google Academic was due to the high degree of accessibility and coverage of scientific journals. To carry out the research, the "CAPES Journals Portal" was consulted for access to the ISI Web of Science (Institute for Scientific Information) which was adopted to attach a high volume of periodicals of greater relevance on the topic addressed.

Hence the data inquiry was the first analysis of the technical documents. And the second, the interpretation of the same and the elements under analysis. Throughout the assessments of the themes, it was possible to elaborate on the connectivity between them and their reflexes. The cause and effect relationships in terms of the management of an organization.

4. FINDINGS

The results and discussions were elaborate from the detailed examination of the bibliographical research that conduct to a series of reflections and connectivity on the topics lean construction, total quality control, and, Shewart Method.

The elements that contributed positively to the application of lean construction is suggested in two stages: analysis of the critical aspects of the total quality control; and verification of the elements of convergence of the Shewart Method.

Total Quality Control (TQC) seeks to satisfy the customer's needs. It has as dimensions of quality, cost, and delivery at the right time and the right quantity, the morale, and the safety of employees and users. With total quality control, the company guarantees its survival in the market and meets the wishes of the customers. Essentially the total quality control is a management system that starts from the recognition of people's needs and sets standards to meet these demands. Equally, a management system intends to maintain the requirements to sustain customer's demands and a management system that asks to improve the standards that support customer interest, based on the strategic vision of the business. Total quality combines all dimensions that, in one way or another, cover customer's needs and the survival of the company: quality, cost, delivery, morale, and safety.

According to Campos (2004, p. 217), the concept of TQC includes the following topics:

a) Customer orientation;



- b) Quality in the first place;
- c) Action-oriented by priorities;
- d) Action is driven by facts and data;
- e) Process control;
- f) Dispersion control;
- g) The next process is your customer;
- h) Upstream control;
- i) Lock action;
- j) Respect for the employee with a human being;
- k) Top management commitment.

The process control is at the heart of management; however, let's understand process meaning: set of causes, which generate one or more effects. Several methods and not only productive ones form every organization. Since each process can produce one or more results, it is essential to manage the impacts to have real control in the processes. Therefore, the control items of a process are index defined from the effects of each method to measure the total quality. If there is an unsatisfactory result on a process, then there is an issue. The process analysis, process standardization, and employee training is not a regular daily practice in several companies; and these arrangements lead to production problems.

PDCA cycle is a management method for continuous improvement, as a cyclical and uninterrupted way in the organization, consolidated the practices of standardization. Thus PDCA Cycle is a managerial method of decision-making to guarantee the achievement of the goals necessary for the organization's survival. In the context of the process, the follow-up of the measurement of control levels in a method applying the PDCA Cycle is essential. It can be practiced to maintain and improve a process, likewise used for maintenance or control of control guidelines.

Table 1: Features to improve Lean Construction



Total Quality Control	Shewart Method	Lean Construction
Customer orientation	Employee development	Improve product value through consideration of customer needs
Top management commitment	Process management: phase plan	Focus control in the overall process
Process control	Process management: phase do	Increment the transparency of the process
Action driven by facts and data	Process management: phase check	Reduce cycle time
Generator of sustainable competitive advantage	Process management: phase act	Balance the improvements in the flow of the conversions

Source: The authors (2020)

Considering the characteristics of Total Quality Control and the Shewart Method, when applied together, they could collaborate with lean construction and increase its management level. The four axes of the Shewart Method (plan, do check, and act) and employee development, integrate with customer orientation, management commitment, process control, and sustainable competitive advantage from total quality control, allows a better performance to lean construction. Table 1 shows some features from the Total Quality Control and Shewart Method aligned to lean construction. Lean construction seeks to improve the product value to the customer, and this goal is achieved by applying customer orientation and employee development. The focus on the overall process is obtained from management and process management planning. An increment of transparency on the process is guaranteed by practicing process control and process management – do. Another aspect is the reduction of the cycle time, which is accomplished from actions driven by fact and data and process management – check. The improvements converted on the process is guaranteed by a sustainable competitive advantage and process management phase –an act.

When the company has customer orientation, for sure, an employee development took place to improve the product value through customer consideration needs. The top management’s commitment is the path, the process management of the plan is to achieve, and the focus control in the overall process. The process control is related to the second phase of process management – do - and it contributes to the transparency of the process. Action drive-by facts and data improve the process of management check. Also, Total Quality Control (TQM) is a generator of sustainable competitive advantage, raising the process management phase do, raising the transparency of the process.

5. CONCLUSION

This paper intended to identify which contributions Total Quality Control (TQM) and Shewart Method could assist lean construction. The theoretical reference analysis revealed the intrinsic relations and the areas of superposition between the central themes.



Total Quality Control and the Shewart Method identified the convergence elements: planning, coordination, information, organization, customer, processes, and integration.

The integration of total quality control and the Shewart Method involves the internal processes, employees orientated towards customers' wishes, to contribute to the quality and competitiveness of the organization. It also deals with company longevity, financial health, and customer service demands.

In terms of processes oriented to lean construction, it contributes to better execution of processes, reduction of waste, of time, movements over-processing; excessive production; stock; transport; unnecessary changes; defects and rework; wait, and consequently of costs. If the integration of TQC with the Shewart tool occurs, there is the enhancement of forces in the search for continuous improvement in the organization; it contributes extraordinarily to the philosophy and practice of lean construction, thus increasing the chances of success of the organization.

References

AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda.2006.

BALLESTERO-ALVAREZ, M. E. **Administração da qualidade e da produtividade**: abordagens do processo administrativo. São Paulo: Atlas.2001.

CAMPOS, V. F. **TQC**- Controle da Qualidade Total (no estilo japonês). Nova Lima- MG; INDG Tecnologia e Serviços Ltda.2004.

CARAVANTES, G.; PANNO, C.C., KLOECKNER, M.C. **Administração**: teorias e processos. 1 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall.2005.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade**: conceitos e técnicas. 1 ed. São Paulo: Atlas.2010.

CARVALHO, M. M.; PALADINI, .E.P.(Org.). **Gestão da Qualidade**: teorias e casos. Rio de Janeiro: Elsevier.2005.

DRUMMOND, H. **O Movimento pela qualidade**: de que o gerenciamento de qualidade total realmente se trata. Tradução João Carlos Hoehne. São Paulo: Littera Mundi.1998.

GARVIN, D. A. **Gerenciamento da qualidade**: a visão estratégica e competitiva. Rio de Janeiro: Quality-mark. 1992.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford. Technical Report n.72. Center for Integrated Facility Engineering (CIFE), Stanford University.1992.

KOSKELA, L.; HOWELLT, G.; BALLARDT, G.; TOMMELEIN, I. **The foundations of lean construction Design and Construction**: Building in Value.ABI/Inform database [January. 2002] .2002

LÉLIS, E.C. **Gestão da Qualidade**.1ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall.2012.

LOBO, R. N. **Gestão da Qualidade**. 1ªed. São Paulo: Érica.2010.

LIKER, J. K. **The Toyota way**: 14 management principles from the world's greatest manufacturer. New York: McGraw-Hill.2004.



MARSHALL JUNIOR, I.; CIERCO, A.A.; ROCHA, A.V.; MOTA, E. B. **Gestão de Qualidade**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora FGV.2003.

OLIVEIRA, D. M.de; PEREIRA, M. D. C. Aplicação da *lean construction* em empresas da região metropolitana de Belo Horizonte. **X Congresso Nacional em Excelência em Gestão ABI/Inform** database [08 August 2014].2014.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 3.ed. Rio de Janeiro: Vozes.2010.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade teoria e prática**. São Paulo: Atlas.2000.

SACKS, R.; KOSKELA, L.; DAVE, B. A.; OWEN, R. Interaction of Lean and Building Information Modeling. **Journal of Construction Engineering and Management**/Volume 136. ABI/Inform database [09 September 2010]. 2010.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas.1987.

VIEIRA, G.F. **Gestão da Qualidade Total: uma abordagem prática**. 5ª ed. Campinas, SP. Editora Alínea.2014.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG.1995.



CAPÍTULO 20

INSPEÇÃO PREDIAL: UM ESTUDO DE CASO NO EDIFÍCIO LUIZ PEDRO EM RIO BRANCO-ACRE

BUILDING INSPECTION: A CASE STUDY IN LUIZ PEDRO BUILDING IN
RIO BRANCO-ACRE

Deborah Maila Rocha Ihuaraqui
Pedro Bonfim Segobia

Resumo

Em países desenvolvidos, as inspeções prediais são adotadas como uma cultura com o intuito de manter as condições de segurança, desempenho e funcionamento das edificações. Os inúmeros casos já registrados na mídia, só enfatizam a necessidade da aprovação de uma lei no âmbito nacional, para obrigatoriedade das inspeções que contribuem para o prolongamento da vida útil do imóvel. Com isso o estudo teve como objetivo investigar as condições de desempenho do Edifício Luiz Pedro localizado no centro de Rio Branco/AC, através da Inspeção Predial e Classificação GUT. A pesquisa consiste na análise das condições de uso e manutenção do prédio através da inspeção, com o levantamento das documentações edilícias, além de anomalias e falhas existentes para posterior aplicação da matriz GUT em um estudo de caso realizado nas áreas comuns de um prédio antigo composto por cinco pavimentos, apresentando um alto grau de falhas de gerenciamento bem como anomalias funcionais, além da ausência do registro de suas documentações. As principais falhas a serem corrigidas com prioridades estão relacionadas à estrutura da edificação. A ordem de priorização de reparos gerados pela matriz variou em 1000 a 27 pontos para reparação do maior ao menor grau de urgência, contribuindo com um futuro plano de manutenção para um melhor desempenho estrutural do imóvel..

Palavras chave: Inspeção Predial, Desempenho, Falhas, Classificação GUT.

Abstract

In developed countries, building inspections are adopted as a culture in order to maintain the conditions of safety, performance and functioning of buildings. The countless cases already registered in the media, only emphasize the need for the approval of a law at the national level, for mandatory inspections that contribute to the extension of the property's useful life. Thus, the study aimed to investigate the performance conditions of the Luiz Pedro Building located in downtown Rio Branco / AC, through the Building Inspection and GUT Classification. The research consists in the analysis of the conditions of use and maintenance of the building through inspection, with the survey of the building documentation, as well as anomalies and existing faults for subsequent application of the GUT matrix in a case study carried out in the common areas of an old compound building over five floors, presenting a high degree of management failures as well as functional anomalies, in addition to the absence of registration of its documentation. The main flaws to be corrected with priorities are related to the building structure. The order of prioritization of repairs generated by the headquarters varied from 1000 to 27 points for repair from the highest to the lowest degree of urgency, contributing to a future maintenance plan for a better structural performance of the property.

Key-words: Building inspection; performance; flaws; GUT classification.



1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o exercício da inspeção iniciou a partir de 1999 com a apresentação de um seminário no Congresso Nacional de Avaliações e Perícias, a partir de então, muitas cidades brasileiras passaram a adquirir legislações que exigiam a obrigatoriedade das vistorias técnicas, mostrando que é barato e seguro, contudo, atualmente encontra-se em passos lentos segundo (PARISSENTI,2016).

Nos países mais desenvolvidos, essa atividade é realizada de forma natural, tendo em vista que a inspeção técnica se faz rotineira por questões culturais dos mesmos. A inspeção predial pode ser compreendida como o checkup das edificações, é por intermédio dela que são constatadas anomalias e falhas edilícias para posterior elaboração dos planos de manutenções, direcionando quais reparações devem ser realizadas segundo (BRANCO; NEVES,2009).

É do saber técnico que os elementos e sistemas construtivos necessitam de manutenções periódicas ao longo de sua vida útil, para que sejam asseguradas condições de desempenho, funcionalidade e segurança. Contudo, é costume dos proprietários e gestores de edificações condominiais e comerciais, não atentar para manutenções preventivas, corretivas e reformas destes elementos, resultando em sua grande maioria, em prejuízos e até mesmo acidentes, o que chama atenção para a imprescindibilidade das atividades de inspeção predial e vistoria técnica de acordo com (PUJADAS et al., 2015).

Todavia, há uma necessidade de conscientizar os gestores prediais sobre a importância da realização das manutenções, principalmente das edificações mais antigas, com o objetivo de garantir uma boa saúde ao imóvel, sobretudo, definir os critérios e metodologias de avaliação aos profissionais habilitados, para uma adequada qualidade técnica, a fim de que as inspeções possam tornar-se importantes para gerir programas de manutenções com objetivo de aprimorar a cultura da manutenção e prevenir sinistros.

Portanto, conforme Parissenti (2016) com a difusão do exercício de inspeção, acredita-se que pouco a pouco os administradores prediais abandonarão o desleixo e passarão a tomar medidas mais eficazes e preventivas, investindo em manutenções e conseqüente melhoras de desempenho e valorização do imóvel.

2. JUSTIFICATIVA

O estudo faz-se necessário para destacar a importância da inspeção predial no plano da Engenharia Civil. No Brasil, esta atividade não se encontra totalmente disseminada, inclusive o Estado do Acre, encontram-se em processos lentos quanto



à sua obrigatoriedade.

Cerca de 80 a 90% das edificações que não passam por revisão possuem algum problema de desempenho e segurança. A ausência da manutenção é um dos principais fatores que comprometem a estrutura dos imóveis, o que coloca em risco a saúde ou, até mesmo a vida das pessoas que convivem e percorrem nas proximidades do local. (DOM TOTAL apud IBAPE/SP, 2017).

Inúmeros acidentes fatais causados por desabamentos e incêndios transmitidos na grande massa jornalística, servem para enfatizar ainda mais a necessidade da obrigatoriedade da inspeção predial, que auxilia, através das orientações/laudos técnicos, na elaboração de um plano de manutenção a fim de garantir o bom funcionamento dos sistemas construtivos, assim como, também, prolongar as condições de vida útil e segurança da edificação.

Portanto, este trabalho visa contribuir com a discussão do tema no município de Rio Branco/AC, através de uma Inspeção Predial em um edifício de aproximadamente 50 anos de vida útil, que ao longo de sua existência não passou por manutenções periódicas e, assim, ressaltar a importância da boa manutenção e como ela pode auxiliar no desempenho e funcionamento das edificações presentes no município, bem como diminuir o valor imobiliário do imóvel.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Analisar as condições de uso e manutenção de um edifício antigo através da inspeção predial.

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- a) Analisar documentos administrativos, técnicos e de manutenção;
- b) Realizar vistoria para verificar as conformidades do mesmo, a fim de fazer um levantamento de anomalias e falhas existentes na edificação;
- c) Aplicar Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) e, através dela, realizar classificação de prioridade quanto à manutenção predial.



4. METODOLOGIA

A pesquisa refere-se a um estudo de caso em um prédio no município de Rio Branco, no qual foi realizado a Inspeção Predial para o levantamento de dados quanto aos fenômenos existentes, registrando e classificando as anomalias e falhas identificadas na edificação, resultando em um estudo de natureza descritiva e exploratória. O estudo está classificado como qualitativo, tendo em vista que foram julgados os problemas estruturais identificados, ou seja, as patologias encontradas.

Foi tomado como embasamento a norma de Inspeção Predial Nacional e suas normas complementares, sendo estas: ABNT NBR 5674 (2012) Manutenção das Edificações e ABNT NBR 15575 (2013) Norma de Desempenho.

As etapas da pesquisa consistem na identificação do tipo de inspeção a ser realizado, com posterior levantamento de dados do imóvel por intermédio de uma entrevista preliminar com o gestor predial a fim de obter informações como: idade, apartamentos e quantidades de salas comerciais. Além disso, realizou-se o levantamento das documentações técnicas, administrativas e de manutenção para análise de acordo com a norma do IBAPE de Inspeção Predial. O imóvel foi visto-riado para levantamento de anomalias e falhas existentes registrando-as com uma câmera fotográfica, resultando em uma análise das condições de manutenção e a partir disso classificá-las em: ATENDE, NÃO ATENDE ou ATENDE PARCIALMENTE.

4.1 Método de Kepner e Tregoe ou Matriz GUT

Segundo Sotille (2016), este método também pode ser chamado de Método de Priorização de GUT, no qual, as siglas são resultados de: gravidade, urgência e tendência. Ainda de acordo com o autor, o método é um instrumento de qualidade para determinação de prioridades para vários tipos de operações e tem como objetivo priorizá-las seguindo a ordem dos valores obtidos.

A classificação dos reparos deste método segue a ordem decrescente. Esta é o resultado do produto dos pesos entre os três parâmetros componentes da matriz. Através disso, foi elaborado o quadro de ordem de intervenção.

4.2 Local de pesquisa

A inspeção foi realizada no Edifício Luiz Pedro, composto por cinco pavimentos, salas comerciais e apartamentos, localizado na Rua Marechal Deodoro – Centro. A Figura 1 e 2, mostra onde está situado o prédio objeto de estudo e visão da fachada.



da do mesmo, respectivamente.



Figura 1 – Imagem em satélite do Edifício Luiz Pedro.
Fonte: Google Maps (2019)



Figura 2 – Visão da fachada lateral do Edifício Luiz Pedro
Fonte: Arquivo pessoal

5. ESTUDO DE CASO

5.1 Considerações iniciais

Foi utilizada uma edificação de classificação comercial e multifamiliar no município de Rio Branco – Acre, para realização de uma inspeção predial nas áreas comuns do prédio, seguindo o que está de acordo com a ABNT NBR 5674 (2012) que estabelece a responsabilidade do proprietário de seu uso individual, as manutenções necessárias.

5.2. Informações complementares

O imóvel encontra-se em área de risco sujeito aos desastres naturais de desbarrancamento em períodos alagadiços, como já registrado no ano de 2015 em que o calçadão Raimundo Escócio cedeu após dois meses da maior enchente da história do município, devido à deformação do solo após a vazante do rio. A Figura

3 mostra a informação.

Erosão em calçadão ameaça lojistas e edifício Luiz Pedro; Depasa monta operação

Redação da ContilNet
13 de junho de 2015, 20:06

Figura 3- Manchete de jornal sobre erosão ameaçando o prédio
Fonte: ContilNet (2015)

A Figura 4 apresenta uma imagem em satélite retirada da ferramenta SITGEO em que o prédio se situa em áreas consideradas de risco de alagações ou erosões provenientes delas, como já mostrado na informação acima.



Figura 4- Visão em satélite do edifício em área de risco
Fonte: Sistema de Inteligência Territorial Georreferenciado (2019)

5.3 Delimitação

A realização da inspeção se deu somente nas áreas comuns da edificação com a análise dos seguintes sistemas: estruturais, vedação, revestimentos e combate a incêndio e pânico.

No que se refere ao prognóstico das anomalias e falhas, foi feita somente uma análise das patologias na Matriz GUT, com o objetivo de determinar a priorização das intervenções na edificação estudada. Logo, não foram elaborados projetos, orçamentos, memoriais descritivos e especificações técnicas para a adequação das conformidades da edificação, assim como para os reparos a serem realizados.

5.4 Limitações

Além de o prédio ter aproximadamente 50 anos de vida útil e não possuir projetos arquitetônicos e complementares para auxílio na vistoria observou-se no decorrer do estudo, uma recusa do proprietário da edificação em fornecer informações e documentos para o prosseguimento do trabalho, assim como também

restringir o acesso a determinadas áreas.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao acessar a área destinada ao poço de elevador, foi constatado que o mesmo não funciona atualmente, sendo este, utilizado para descarte de lixo produzido pelos moradores do prédio, com forte odor ao chorume resultado do acúmulo de lixo. A Figura 5 apresenta as reais condições.



Figura 5 – Poço de elevador não funcional como ponto de descarte do lixo
Fonte: Arquivo pessoal

Vale ressaltar que o contato de pessoas com o ambiente pode causar problemas à saúde, é necessário que a gestão predial realize o isolamento deste ponto crítico da estrutura. Tal prática é um dos fatores contribuintes para a deterioração do espaço que foi projetado para outros fins, com elevado potencial de crescimento devido pequenos descartes diários.

Ao subir em direção ao 2º pavimento, foi observado que havia perda de seção dos degraus da escada, sendo alguns com maiores deformações e perda de seções. A Figura 6 mostra as condições da estrutura.



Figura 6 - Perda de seção do degrau da escada de acesso ao 2º pavimento
Fonte: Arquivo pessoal

Há caso de preenchimento improvisado de argamassa no degrau deformado, contudo, o reparo realizado para solução do problema não obteve êxito, devido ao não preenchimento completo da seção, além disso, há também degraus apresen-

tando armadura exposta, o que oferece riscos a acidentes principalmente devido à ausência de iluminação artificial nos patamares em situações de passagem no período noturno de pessoas, como ilustra a Figura 7.



Figura 7 – Preenchimento improvisado da seção do degrau
Fonte: Arquivo pessoal

Importante destacar que o hall de entrada, 2º, 3º pavimento e patamares, há ausência de iluminação artificial. Portela [10] explica que uma iluminação deficiente conduz a uma execução ineficiente ou perigosa nas tarefas humanas, como a circulação por exemplo.

A sujeidade nos revestimentos é um dos maiores problemas encontrados na edificação, provocadas pelo descuido coletivo. Tal acúmulo não põe risco à estrutura, mas sim à saúde dos moradores, todavia, é um problema de fácil solução através de limpezas e repinturas, segundo as condições apresentadas na Figura 8.



Figura 8 – Sujidades nos patamares e lances de escada
Fonte: Arquivo pessoal

A imagem à esquerda e direita ilustra um problema comum em todas as áreas de vivência do prédio, com paredes apresentando marcas de graxas e sujeiras acumuladas devido à falta de limpeza, da mesma forma para os pisos, além de papéis de bala.

Em inspeção no 3º pavimento foi observado que a porta de elevador não se encontrava totalmente fechada como verificado nos anteriores e que o elevador encontra-se parado neste, apresentando alto nível de periculosidade devido à presença de crianças que realizam seus lazers no pátio sem o acompanhamento dos pais, o que se torna necessário o bloqueio da mesma conforme a Figura 9.



Figura 9 - Porta do elevador não funcional de fácil abertura
Fonte: Arquivo pessoal

Ademais, foi detectada uma viga perfurada suportando o peso de três caixas d'água, sendo uma de 1000L e duas de 500L cada, resultando em uma carga de duas toneladas. A seta vermelha indica o ponto perfurado da viga para passagem de uma tubulação de água fria. O risco de rompimento dela é considerado grave tendo em vista a sobrecarga, além da perda de seção do concreto que combate os esforços de compressão e devido à falta de informações sobre o processo de perfuração desta, quanto à quebra de barras de aço.



Figura 10 - Viga perfurada com sobrecarga
Fonte: Arquivo pessoal

Esta mesma viga, apresenta fissuras e trincas no sentido paralelo às armaduras, considerando um possível estágio inicial de exposição delas, como ilustra a Figura 11.



Figura 11 - Viga apresentando trinca e fissura
Fonte: Arquivo pessoal

Nota-se também, que a tubulação atravessa a viga em posição transversal a

esta, comprometendo o desempenho para que foi destinada, tendo em vista que há um grau mais avançado de deterioração devido o processo de corrosão e exposição das armaduras, conforme a Figura 12.



Figura 12 - Viga contendo armaduras expostas
Fonte: Arquivo pessoal

Além disso, o reservatório do prédio possui um grau elevado de armaduras expostas na laje, vigas de sustentação e processo inicial nos pilares, segundo a Figura 13, com altura aproximada de 20 m e encontra-se acima de duas lojas ao lado do edifício. O colapso estrutural tende a ser breve se não houver intervenção, devido ao alto grau de exposição das armaduras.



Figura 13 - Armaduras expostas em estrutura do reservatório
Fonte: Arquivo pessoal

Durante o processo de inspeção, vários foram os problemas encontrados devido à ausência da manutenção que contribui em grande parte para a perda de desempenho dos elementos e sistemas estruturais, o que retrata os males de uma edificação mal gerida. O Quadro 1 contém os resultados obtidos a partir da Matriz GUT.

Patologia	Matriz GUT						Anomalia	Falha	O.P	
	Gravidade		Urgência		Tendência					R
1. Porta de fácil abertura do elevador não funcional	Total	10	Total	10	Total	10	1000	Funcional	Gerenciamento	1°
	Perda de vidas humanas		Evento em ocorrência		Evolução imediata					
2. Armadura exposta de elementos estruturais do reservatório	Total	10	Total	10	Alta	8	800	Funcional Endógena	Gerenciamento	2°
	Perda de vidas humanas e do próprio edifício		Evento em ocorrência		Evolução à curto prazo					
3. Viga perfurada suportando 3 caixas d'água	Total	10	Total	10	Alta	8	800	x	Execução Gerenciamento	3°
	Perda de vidas humanas e do próprio edifício		Evento em ocorrência		Evolução à curto prazo					
4. Perca de seção dos degraus da escada de acesso ao 2° pavimento	Total	10	Total	10	Alta	8	800	x	Execução Gerenciamento	4°
	Perda de vidas humanas ou do edifício		Evento em ocorrência		Evolução à curto prazo					
5. Vigas com armaduras expostas	Total	10	Total	10	Médio	6	600	x	Gerenciamento	5°
	Perda de vidas humanas ou do edifício		Evento em ocorrência		Evolução em médio prazo					

Quadro 1 - Ordem de priorização nas reparações dos problemas

Fonte: Autor

6. Infiltração em parede de vedação	Média	6	Média	6	Média	6	216	x	Gerenciamento	6°
	Deterioração do edifício		Evento prognosticado para breve		Evolução à médio prazo					
7. Descolamento e destacamento do piso	Média	6	Total	10	Baixa	3	180	x	Gerenciamento	7°
	Desconforto, deterioração do edifício		Evento em ocorrência		Evolução em longo prazo					



8. Poço de elevador não funcional usado para descarte de lixo	Média	6	Alta	8	Baixa	3	144	Funcional	Gerenciamento	8°
	Desconforto, deterioração do edifício		Evento prestes a ocorrer		Evento em longo prazo					
9. Ausência de iluminação por luminárias e lâmpadas faltantes	Alta	8	Total	10	N	1	80	x	Gerenciamento	9°
	Ferimentos em pessoas, danos ao edifício		Evento em ocorrência		Não vai evoluir					
10. Sujeidade nos patamares e lances de escada	Baixa	3	Baixa	3	Baixa	3	27	Funcional	Gerenciamento	10°
	Pequenos incômodos ou pequenos prejuízos financeiros		Evento prognosticado para adiante		Evolução a longo prazo					

Quadro 1 - Ordem de priorização nas reparações dos problemas patológicos
Fonte: Autor

Os resultados obtidos pela Matriz levaram a uma ordem de prioridades na reparação e manutenção das patologias citadas, porém há resultados de valor igual para cada três problemas. Gomide et al. (2006), afirma que para o desempate dos valores, uma solução seria começar pelo de menor custo, já Branco Filho (2008) acredita que deve ser considerado a importância do sistema estrutural, bem como ouvir a opinião dos usuários, no entanto, verificou-se que algumas anomalias funcionais citadas foram resultados do mau uso dos moradores.

As manutenções a serem realizadas são de caráter corretivo e demandará uma organização financeira por parte da gestão, vale ressaltar que a não intervenção nos problemas listados acarretará em maior perda de desempenho e vida útil dos sistemas construtivos.

Inúmeras falhas de gerenciamento e outras de execução levaram a classificação da qualidade da manutenção em NÃO ATENDE ao exigido pela ABNT NBR 5674 de manutenção das edificações.

7. CONCLUSÃO

A inspeção realizada no Edifício Luiz Pedro, foi um grande desafio devido às condições de desempenho e segurança que apresenta alguns sistemas construtivos. A criticidade no uso é resultado de falhas na gestão e não se torna o único no município de Rio Branco. Necessita-se de uma lei de inspeção predial, tanto no âmbito nacional como municipal para que o brasileiro adote o hábito da manutenção,

além de compreender que manutenção preventiva é sinônimo de economia.

O processo de conscientização dos moradores e administração no Edifício Luiz Pedro não seria uma tarefa fácil, tendo em vista que não há uma cultura de manutenções/reparos mínimos que sejam na edificação, como limpeza, por exemplo, além de que as reparações improvisadas não colaboram para as exigências da ABNT NBR 15575 de Desempenho das edificações quanto à segurança e habitabilidade. O prédio necessita adequar-se as leis atuais, como a Lei nº 1137 que exige projetos e especificações de combate a incêndio e pânico, bem como adequar-se as ABNT NBR 9050 de Acessibilidade e a ABNT NBR 9077 de Saídas de Emergência.

Foi observado que o levantamento de falhas na edificação resultou demasiadamente em falhas de gerenciamento, ressaltando a carência de cuidados da gestão com o prédio e seus elementos e sistemas construtivos, além de anomalias funcionais, devido às negligências dos próprios moradores/usuários, o que enfatiza que há casos em que um laudo técnico bem elaborado não resolve os problemas de desempenho da edificação, é importante que todos estejam envolvidos em parceria a fim de melhorar o bom funcionamento do imóvel.

A análise técnica da edificação objeto de estudo, levou em conta o seu tempo de construção e uso, com base nisso foi observado que a gestão da edificação reflete muito na conservação do mesmo.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 5674 – **Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**, Rio de Janeiro, 2012.

BRANCO FILHO, Gil. **A organização, o planejamento e o controle da manutenção**. Rio de Janeiro, Editora Ciência Moderna., 2008.

BRANCO, Luís; NEVES, Daniel. Estratégia de inspeção predial. **Construindo**, Belo Horizonte, v.1, julho/dezembro. 2009.

EROSÃO em calçada ameaça lojistas e Edifício Luiz Pedro, Depasa monta operação, Contilnet. Rio Branco, 13 jun, 2015.

FALTA de manutenção é o principal fator que compromete as estruturas de prédios. **Dom Total**, 19 de outubro de 2017.

GOOGLE MAPS. Acre. 2020.

GOMIDE, Tito; PUJADAS, Flávia, FAGUNDES NETO, Jerônimo. **Técnicas de inspeção e manutenção predial: Vistorias técnicas, check-up predial, normas comentadas, manutenção x valorização patrimonial e análise de risco**. 1 ed. São Paulo: Pini, 2006.

PARISSENTI, Rodrigo. A importância da obrigatoriedade da inspeção predial para que se tenha edificações mais seguras e com um melhor desempenho. **Revista On-line Ipog Especialize**, ISSN 2179-5568, Porto Alegre, v. 01, dezembro 2016.

PORTELA, Poliana. A influência da luz artificial para saúde humana na arquitetura de interiores residencial brasileira. **Revista On-line Ipog Especialize**, ISSN 2179-5568, Goiânia, v.01, dezembro 2016



PUJADAS, Flávia. **Inspeção Predial**. Boletim Técnico do Ibape. 2019.

SITGEO. **Sistema de Inteligência Territorial Georreferenciado**. 2019.

SOTILLE, Mauro. PMP Dicas Mauro Sotille. **Matriz GUT – Gravidade, Urgência e Tendência**. 2016.



CAPÍTULO 21

ESTUDO DA RUGOSIDADE R_y NO FRESAMENTO DE TOPO RETO DO AÇO INOXIDÁVEL DUPLEX UNS S32205 UTILIZANDO PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTO

STUDY OF R_y ROUGHNESS IN STRAIGHT END MILLING OF DUPLEX
STAINLESS STEEL UNS S32205 USING A EXPERIMENTAL DESIGN

André Dallora dos Reis
Tarcísio Gonçalves de Brito
Carlos Henrique de Oliveira
Emerson José de Paiva
Deise Santos Madeira

Resumo

A indústria metal mecânica está constantemente em busca da qualidade e eficiência dos processos produtivos, destacando-se o processo de usinagem por ser um dos mais utilizados. Dentre esses processos, o fresamento de topo destaca-se por sua gama de aplicações e pela possibilidade de fabricação de geometrias complexas em diferentes materiais. Entre os materiais, o aço inoxidável duplex UNS S32205 possui propriedades mecânicas e resistência à corrosão, apresentando baixa usinabilidade dificultando a usinagem de canto reto. O objetivo deste trabalho é estudar a influência dos parâmetros de corte no fresamento de topo, deste aço, utilizando planejamento de experimentos e análise de variância para avaliar o comportamento da rugosidade R_y , em função da velocidade de corte, avanço por dente e penetração de trabalho. Os resultados mostraram que todos os fatores influenciaram na rugosidade da peça convergindo para R_y em $1,799 \mu\text{m}$.

Palavras chave: Fresamento de Topo, Aço Inoxidável UNS S32205, Projeto de Experimento, Rugosidade de Superfície R_y .

Abstract

The metal mechanical industry is constantly in search of the quality and efficiency of the productive processes, with the machining process standing out for being one of the most used. Between these processes, benchtop milling stands out for its range of applications and the possibility of manufacturing complex geometries in different materials. Among the materials, the duplex UNS S32205 stainless steel has mechanical properties and resistance to corrosion, presenting low usability trouble the straight corner machining. The objective of this work is to study the influence of the cutting parameters in the end milling, this steel, using experiment planning and variance analysis to evaluate the roughness behavior R_y , in function of the cutting speed, steeling. The results shown that all factors have influenced the R_y roughness of the piece converging to in $1,799 \mu\text{m}$.

Key-words: End Milling. Stainless Steel UNS S32205. Design of Experiments. Surface Roughness R_y .

1. INTRODUÇÃO

Os aços inoxidáveis duplex, devido à microestrutura de fase dupla, apresentam uma combinação de propriedades austeníticas e ferríticas (Sambodana et al., 2019). Possuem maior resistência ao recozimento, maior tenacidade e maior robustez à fissuração por corrosão sob tensão em comparação com o aço austenítico. Utilizados em refinarias, indústrias de processamento químico, indústrias de petróleo e gás, indústrias de armazenamento e transporte, plantas de dessalinização, indústria de papel e celulose e indústrias de engenharia civil. O aumento da liga também dificulta usinabilidade entre todos os materiais (SEVARAJET et al., 2018).

O fresamento de topo é uma das operações mais empregadas nas indústrias de manufatura, frequentemente utilizadas em perfis, ranhuras, contornos e bolões, e também utilizadas em equipamentos das indústrias de petróleo e gás, plataformas offshore, componentes mecânicos e peças resistentes à corrosão fabricadas em aços inoxidáveis (KALIDASS e PALANISAMY, 2014). Com o crescimento da indústria do petróleo e gás é necessário o crescimento e desenvolvimento das indústrias que produzem produtos para atender a necessidades do ramo, com isto a pesquisa referente aos processos de usinagem por fresamento estão sendo amplamente discutido entre pesquisadores para obter maior eficiência e menor custo, buscando a melhor configuração da máquina-ferramenta a partir de diferentes metodologias (BRITO et. al., 2012; COSTA et. al., 2017).

Esta pesquisa tem como principal objetivo analisar a influência dos parâmetros de usinagem no acabamento superficial através da rugosidade R_y , para isso é utilizado a metodologia de planejamento de experimento ou DOE – Design of Experimental. O DOE é uma técnica estatística para maximizar o número de informações com um número mínimo de experimentos, estabelecendo leis de causa e efeitos com a finalidade de encontrar parâmetros ótimos em diferentes processos (RICHMIREET et. al., 2018)

2. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Os experimentos foram realizados utilizando um centro de usinagem CNC da marca Eurostec com 15Kw de potência e rotação limite de 10.000 rpm. Para os ensaios utilizou-se a fresa de topo código R390-025^a25-11M, com diâmetro (D_c) de 25 mm, ângulo de posição (K_R) de 90°, haste cilíndrica, passo médio com 3 insertos de fixação mecânica por pinças. Os insertos utilizados são de metal duro com denominação de R390-11 T3 08M-MM GC2030, classe ISO M30 revestido com (Ti, Al) N + TiN pelo processo de decomposição física de vapor (SANDVIK, 2018). O material usinado foi o aço inoxidável duplex UNS S32205, com dimensões de 160 mm de diâmetro, 300 mm de comprimento e dureza média de 250 HB, a composi-



ção química é apresentada conforme Tabela 1.

C	Si	Mn	P	S	N	Al	Cr	Mo	Ni	Cu	W	Co
0,013	0,470	1,220	0,019	0,010	0,190	0,008	22,24	3,140	5,620	0,190	0,020.	0,050

Tabela 1. Composição química do aço inox duplex UNS S32205

Fonte: elaborada pelo autor

Para a coleta dos dados, foi utilizado o arranjo fatorial 2^3 com 3 pontos centrais totalizando 11 experimentos para as variáveis de controle, juntamente com os seus respectivos níveis de operação conforme Tabela 2.

Fator	Nível (-)	Nível (+)
A - Velocidade de corte (v_c) [m/min]	60	70
B - Penetração de trabalho (a_e) [mm]	15	18
C - Avanço por dente (f_z) [mm/dente]	0,08	0,12

Tabela 2. Parâmetros de processos utilizados no processo de fresamento

Fonte: elaborada pelo autor

Ao término do processo de usinagem por fresamento do aço inoxidável duplex, no sentido concordante/discordante, sem fluido de corte, a rugosidade R_y foi medida utilizando o rugosímetro portátil Mitutoyo SJ-201 em três pontos distintos, no centro e em cada extremidade dos corpos de prova, considerando o valor médio das leituras. Após a medição dos experimentos, foram colocados na matriz experimental para uma profundidade corte fixa de 1,00 mm para todos os experimentos conforme tabela 3.

Experimento	V_c [m/min]	A_e [mm]	f_z [mm/dente]	R_y [μm]
1	60	15	0,08	1,79900
2	70	15	0,08	1,89930
3	60	18	0,08	1,98830
4	70	18	0,08	1,99800
5	60	15	0,12	2,33270
6	70	15	0,12	2,55453
7	60	18	00,12	2,95700
8	70	18	0,12	342070
9	65	16,5	0,10	3,56930
10	65	16,5	0,10	3,58750
11	65	16,5	0,10	3,59930

Tabela 3: Matriz experimental e valores de rugosidade R_y

Fonte: elaborada pelo autor

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os resultados experimentais foi possível então estabelecer relações analíticas para a resposta analisada e os parâmetros do processo de fresamento de topo reto. O modelo foi utilizado para representar a relação aproximada entre a resposta de interesse R_Y e as variáveis de controle utilizadas no processo de fresamento, utilizando a equação de regressão conforme equação 1.

$$R_Y = 0,0900 \times V_C + 0,0515 \times A_E + 0,1870 \times f_Z - 0,0650 \times V_C \times A_E - 0,0135 \times V_C \times f_Z + 0,1040 \times A_E \times f_Z + 0,0175 \times V_C \times A_E \times f_Z + C_T \times P_T \quad (1)$$

A análise dos parâmetros de máquinas significativos que afetam a rugosidade superficial R_Y foram realizados utilizando o software MINITAB®, conforme tabela 4. O modelo obtido apresenta a influência nas respostas avaliadas pelo experimento, ou seja, a equação de regressão linear pode ser utilizada para prever os valores de R_Y e apresentou R^2 (adj) de 99,99% e 99,96% respectivamente. Isto significa que a variabilidade da rugosidade é bem explicada pelas variáveis de controle utilizadas no processo de fresamento de topo reto. Todos os fatores apresentaram influência significativa na rugosidade da superfície. Os parâmetros de processo e o modelo matemático são significativos, pois apresentam o P-Value menor que o nível de significância de 5%, o que significa uma baixa variabilidade da rugosidade de acordo com as variáveis de controle do processo utilizada no experimento.

Termo	G.L.	SQ Aju	QM Aju	F-Value	P-Value
Model	8	0,152411	0,019051	3008,11	0,000
Linear	3	0,091442	0,030481	4812,76	0,000
V_c	1	0,016200	0,016200	2557,89	0,000
A_e	1	0,005305	0,005305	837,55	0,001
f_z	1	0,069938	0,069938	11042,84	0,000
2 Way Interactions	3	0,030446	0,010149	1602,45	0,001
$V_c * A_e$	1	0,008450	0,008450	1334,21	0,001
$V_c * f_z$	1	0,000365	0,000365	57,55	0,017
$A_e * f_z$	1	0,021632	0,021632	3415,58	0,000
3 Way Interactions	1	0,000613	0,000613	96,71	0,010
$V_c * A_e * f_z$	1	0,000613	0,000613	96,71	0,010
Curvature	1	0,029909	0,029909	4722,55	0,000
Error	2	0,000013	0,000006		
Total	10	0,152424			
S = 0,025166		$R^2 = 99,99\%$	R^2 (Aju) = 99,96%		

Tabela 4: Análise de variância para rugosidade de superfície R_Y
Fonte: elaborada pelo autor



Para verificar se os resíduos do experimento seguem uma distribuição normal, foi realizado o teste de normalidade de Anderson Darling, conforme figura 1. O P-Value foi 7,1%, portanto, maior que o nível de significância de 5%, o que permite dizer que os resíduos são normalmente distribuídos. Isto mostra que o modelo é ajustado e explica a variabilidade dos parâmetros de corte para a rugosidade R_y .

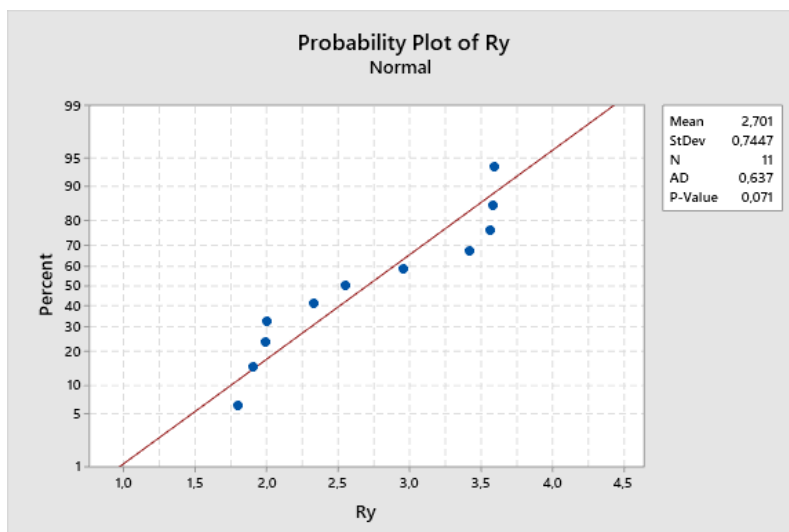


Figura 1: Teste de normalidade de Anderson-Darling
Fonte: autoria própria

O impacto das variáveis controláveis do processo e suas interações para a rugosidade R_y foi avaliado utilizando o Diagrama de Pareto, conforme figura 2. Observa-se que as barras que ultrapassam a linha de Lenth, representada em vermelho, são os parâmetros significativos para o modelo, ou seja, a velocidade de corte, penetração de trabalho e avanço por dente são parâmetros que influenciam na rugosidade superficial (R_y) do modelo analisado.

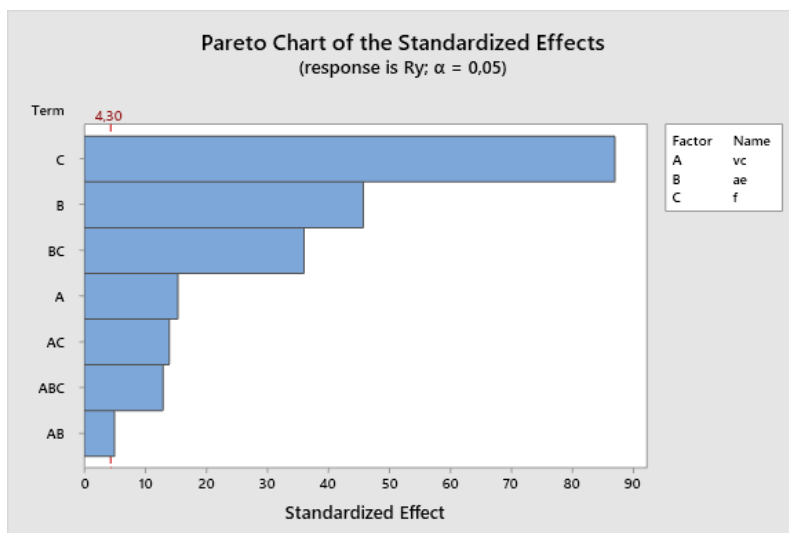


Figura 2: Gráfico de Pareto do efeito padronizado
Fonte: autoria própria

Para reduzir a rugosidade R_y , o valor da velocidade de corte (V_c) deve ser 60 m/min, a penetração de trabalho (A_E) de 15,0 mm e o avanço por dente (f_z) de 0,08 mm/dente, de acordo com a análise dos efeitos principais, conforme a figura 3. Em relação ao processo de fresamento, as velocidades de corte ($V_c = 60$ m/min) permitem menor vibração do sistema ferramenta-peça, consequentemente a

redução do valor de rugosidade, a penetração de trabalho ($A_E = 15,0$ mm) permite que o centro da fresa trabalhe dentro da superfície usinada, mantendo a relação de A_E / D_C igual a 60%, fornecendo assim uma maior estabilidade ao processo de fresamento de topo, e o avanço por dente ($f_z = 0,008$ mm/dente), em função do efeito geométrico da ponta da ferramenta, causa menores irregularidades e colabora para um melhor acabamento superficial do corpo de prova, e por sua vez da peça usinada.

4. CONCLUSÃO

Em relação ao planejamento de experimento, mostrou ser eficiente para a modelagem da rugosidade de superfície R_y , em função dos parâmetros de corte utilizados no fresamento de topo reto do aço inoxidável UNS S32205. O modelo linear apresentou um ajuste de R^2 (adj) de 99,96% e todas os parâmetros variáveis apresentaram influência sobre a qualidade do acabamento superficial da peça, analisado pela rugosidade superficial R_y . A análise dos efeitos principais revelou que ao utilizar as variáveis de entrada dos menores níveis do DOE, o valor da rugosidade R_y é minimizado. Nestas condições de corte, o menor valor encontrado para R_y foi de 1,799 μm .

Referências

- BRITO, T. G. **Otimização do fresamento de topo do aço ABNT 1045 utilizando projeto de parâmetro robusto**. Dissertação de defesa de mestrado pela Universidade Federal de Itajubá, 2012.
- COSTA, D. M. D.; BRITO, T. G.; PAIVA, A. P.; LEME, R. C; BALESTRASSI, P. P. A normal boundary intersection with multivariate mean square error approach for dry end milling process optimization of the AISI 1045 steel. **Journal of Cleaner Production**, v.152, p. 474-496, 2017.
- FERRARESI, Dino. **Fundamentos da usinagem dos materiais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.
- GRUNNER, B. D. **Análise do desgaste e rugosidade no fresamento duro em superfície inclinada, com ferramenta de topo esférica**. Trabalho de Conclusão do Curso (Tecnologia em Fabricação Mecânica) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Jaraguá Do Sul, 2018.
- KALIDASS, S.E PALANISAMY, P., 2014. Experimental Investigation on the Effect of Tool Geometry and Cutting Conditions Using Tool Wear Prediction Model for End Milling Process, **International Journal of Machine Tools and Manufacture**, Vol. 89, p. 95-109.
- RICHMIRE, S., HALL, K. E HAGSHENAS M., 2018. Design of experiment study on hardness variations in friction stir welding of AM60 Mg alloy. **Journal of Magnesium and Alloys**, Vol. 6(3), p. 215-228.
- SAMBEDANA, Soumya; JAGADEESHA, T. Finite Element Modelling of Cutting Forces in Face Milling of Duplex Stainless Steel 2205. **Journal of Physics: Conference Series**, jul. 2019.
- SANDVIK COROMANT. (2014). **Manual Técnico de Usinagem**, Sandviken, Suécia.
- SELVARAJ, D. P, 2018. Optimization of Surface Roughness of Duplex Stainless Steel in Dry Turning Operation Using Taguchi Technique, **Materials Physics and Mechanics**, Vol. 40, p. 63-70. ABDEL-AAL, R.E.; AL-GARNI, Z. Forecasting Monthly Electric Energy Consumption in eastern Saudi Arabia using Univariate Time-Series Analysis. **Energy**, v. 22, n.11, p.1059-1069, 1997.



CAPÍTULO 22

LOGÍSTICA REVERSA: UMA ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA

REVERSE LOGISTICS: AN ANALYSIS OF ECONOMIC VIABILITY

Grazielle Teófilo Valeriano Chaves

Leonardo Ayres Cordeiro

Thaynara Cristina Lelis Moreira

Weverton Gomes Leonel

Resumo

As empresas, cada vez mais nestas últimas décadas, vêm buscando maneiras de ampliar suas possibilidades e oportunidades de maximizar os lucros, diminuindo impactos ambientais. Frente a estes novos anseios a logística reversa vêm adquirindo lugar de destaque nas organizações, tanto na forma de repensar o ciclo de vida do produto, a redução dos custos ou mesmo para adquirir vantagem competitiva no mercado. Este artigo aborda a reutilização de embalagens spiders por meio do processo de logística reversa, em uma siderúrgica de grande porte localizada em Minas Gerais. O principal objetivo deste estudo é verificar e validar a viabilidade econômica do modelo reverso atual em detrimento da aquisição de novas embalagens spiders. Um dos gargalos da empresa era a falta de gerenciamento no controle do retorno destas embalagens. Foram utilizados dados fornecidos pela siderúrgica com intuito de realizar um levantamento de gastos com a reutilização e compra de novas embalagens spiders. Com a análise dos dados, os resultados encontrados indicaram que o processo de reutilização é totalmente viável diante do contexto da empresa, gerando uma economia de aproximadamente 78,34%. Por fim, foram feitas algumas sugestões para melhoria no método, a fim de aumentar o controle e possibilitar efetividade na rastreabilidade.

Palavras-chave: Logística Reversa, Reutilização, Viabilidade Econômica.

1. INTRODUÇÃO

A logística nas últimas décadas vem se tornando ainda mais estratégica nas organizações, o que muito se deve pelo fato da frequente preocupação pela busca de métodos que reduzam os impactos no meio ambiente e proporcionem um retorno financeiro favorável. Ballou (2006), entende a logística como um processo da cadeia de suprimento que planeja, implementa e controla o eficiente e efetivo fluxo e estocagem de bens, serviços e informações relacionadas, do ponto de origem ao ponto de consumo, visando atender aos requisitos dos consumidores.

Diante do exposto, a logística reversa se apresenta como uma solução satisfatória tanto no âmbito ecológico quanto no econômico. De acordo com Christopher (1999), a decisão de gerenciar os fluxos reversos amplia ainda mais as oportunidades de acréscimo de valor de diferentes naturezas que a atividade logística pode agregar ao bem.

Segundo Rogers e Tibben-Lembke (1999), a logística reversa pode ser entendida como um processo de controle do fluxo de produtos acabados, implementação e planejamento, com o objetivo de recapturar valor ou adequar o seu destino. Stock (1998), por sua vez define que a logística reversa trata do retorno de produtos, reciclagem, substituição de materiais, reuso de materiais, disposição de resíduos,



reforma reparação e remanufatura de bens retornados.

Considerando o atual ambiente competitivo nas organizações, se faz necessário a otimização dos processos. Braga Júnior, Costa e Melo (2006), entendem que não é um processo que visa apenas a redução o impacto ambiental, mas também se associado a um gerenciamento financeiro efetivo, assume um papel fundamental para criação de vantagem competitiva. Ainda segundo Megliorini (2012), a alta competitividade presente no mercado, impulsionou a evolução das tecnologias e forçou as empresas a adaptar suas estratégias e atentar-se à gestão de custos.

A empresa em estudo é uma fábrica de arames, localizada em Minas Gerais, sendo do segmento do setor siderúrgico e referência no mercado com vendas nacionais e internacionais. A real situação dos custos que envolviam o processo de retorno de embalagens não era conhecida, não havia comprovação se estava sendo gerado lucro ou prejuízo.

Buscando atender as necessidades da empresa de maximizar os lucros em um modelo que fosse sustentável e rentável, o presente artigo tem como objetivo buscar responder a seguinte pergunta: é viável economicamente realizar o processo de logística reversa, no setor de embalagens da empresa em estudo?

2. A LOGÍSTICA E SEUS DESDOBRAMENTOS

A logística é importante para o sucesso das empresas, sendo que a distribuição rápida e eficiente agrega velocidade nas entregas uma característica imprescindível no processo de escolha do consumidor. Para Laugeni e Martins s (2003, p. 5), “a logística constitui um conjunto de técnicas de gestão da distribuição e transporte dos produtos finais, do transporte e manuseio interno às instalações e do transporte das matérias-primas necessárias ao processo produtivo”.

O processo da logística reversa é essencial e entre seus principais objetivos está a gestão da distribuição do material descartável fazendo ser possível o retorno de bens ou materiais constituintes ao ciclo produtivo acrescentando valor econômico, ecológico e legal. Segundo Leite (2003), estes processos reversos agregam valor ao planejar as redes reversas e as respectivas informações.

Segundo Rogers e Tibben-Lembke, (1999) e Muller, (2005), as principais razões que levam as empresas a adotarem a logística reversa são as descritas a seguir.

- a) Legislação Ambiental que pressiona as organizações a retornarem seus produtos e cuidar do tratamento necessário;
- b) Benefícios econômicos do uso de produtos que retornam ao processo de



produção, ao invés dos altos custos do correto descarte do lixo;

- c) A crescente conscientização ambiental dos consumidores;
- d) Razões competitivas – diferenciação por serviço;
- e) Limpeza do canal de distribuição;
- f) Proteção de margem de lucro;
- g) Recaptura de valor e recuperação de ativos.

A logística reversa se posiciona em destaque e faz com que seja fundamental o seu aprendizado e conhecimento no contexto organizacional, devido ser o processo por meio das quais as empresas podem se tornar ecologicamente mais eficiente por intermédio da reciclagem, reuso e redução da quantidade de materiais usados. (CARTER; ELLRAM, 1998).

2.1 Sustentabilidade

A sustentabilidade é um princípio relevante para uma utilização adequada da logística reversa, a preocupação em relação a preservação dos recursos naturais vem se tornando necessária. De acordo com projeções da ONU (2019) a população mundial deve crescer 2 bilhões de pessoas até 2050, chegando 9,7 bilhões de indivíduos. Conseqüentemente, o consumo de recursos naturais não renováveis tem tendência de aumentar e novos modelos de produção tentem a ser adotados para redução do consumo destes recursos.

O conceito do desenvolvimento sustentável baseia-se na ideia de atender às necessidades do presente, sem comprometer as gerações futuras. Segundo Andrade, Ferreira e Santos (2009), as empresas devem ser responsáveis pela destinação final e adequado dos seus produtos e, ou, embalagens, desta forma evitando que o descarte seja realizado de forma inadequada pelo consumidor e é possível realizar este processo com a logística reversa. De acordo com Leite (2000), as empresas criam novas oportunidades de lucro com a introdução de preocupações ambientais em sua estratégia corporativa e explorando novos processos com impacto ambiental reduzido ou reduzindo o impacto ambiental de outros processos.

A logística reversa permite o reaproveitamento de embalagens evitando que esta seja descartada de forma inadequada e gerando uma fonte de renda para a empresa com a venda ou redução dos custos para aquisição de novas embalagens.



2.2 Influências do ciclo de vida do produto

Levando consideração a sustentabilidade, percebe-se que o processo acelerado do desenvolvimento tecnológico vem acarretando uma obsolescência dos produtos. O aumento significativo da produção industrial dos bens gera uma grande quantidade de resíduos sólidos e produtos inutilizados, é imprescindível a necessidade de criar alternativas para a destinação correta, com o objetivo de minimizar os impactos ambientais.

As legislações ambientais estão cada vez mais dispostas no sentido de tornar as empresas progressivamente responsáveis pelo ciclo de vida de seus produtos. Isto significa ser responsável pelo destino de seus produtos após a entrega aos clientes e pelo impacto ambiental provocado pelos resíduos gerados em todo processo produtivo e, também, após seu consumo (CAMARGO E SOUZA, 2005). Portanto é necessário considerar como será realizado o descarte e o reaproveitamento dos produtos, relacionando o ciclo de vida do produto e a logística reversa.

É necessário estruturar os canais de distribuição reversos pós-consumo e pós-venda. Isto proporciona o aumento do ciclo de vida dos produtos e uma redução significativa dos descartes de produtos e embalagens. Leite (2003), afirma que a logística reversa é a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo dos negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros.

Os produtos industriais podem ser classificados de acordo com as necessidades na indústria ou o tempo, podendo ser descartados, reaproveitados ou reprocessados. O ciclo de vida do produto abrange o tempo desde o início da pesquisa e desenvolvimento (P&D) até o término de suporte ao cliente (HORNGREEN ET AL, 2000). O fim da vida dos produtos, por tanto tempo ignorado pelas empresas, tem sido agora considerado como uma responsabilidade ambiental ou uma oportunidade econômica, ou ambos (PALHARES, 2003; PEREIRA, 2003; WILT E KINCAID, 1997).

O gerenciamento da cadeia logística é necessário, pois as empresas precisam quantificar os custos que envolvem o retorno dos produtos e o valor agregado na reutilização e manutenção de embalagens, adquirindo um avanço no ciclo de vida do produto e conscientização ambiental, para se tornarem competitivas no mercado.



2.3 Custos na logística reversa e criação de vantagem competitiva

Os custos em uma empresa podem ser estabelecidos como a combinação de variados fatores, entre os quais a capacitação tecnológica e produtiva no que se refere a processos, produtos e gestão; o nível de atualização de estrutura operacional e gerencial; e a qualificação de mão de obra. (MEGLIORINI, 2012).

Segundo Leite (2009), existem três tipos de custos ligados às atividades da logística reversa: custos apropriados pela contabilidade de custos, custos relativos à gestão das operações de diversas naturezas (custos de oportunidade, custos "ocultos") e custos relacionados à imagem corporativa da empresa. Verificar e associar os custos no decorrer do processo da logística reversa é primordial, pois é importante apropriá-los de maneira correta para que o levantamento dos custos totais não seja comprometido.

Percebe-se que as empresas que usam embalagens retornáveis ou as reaproveitam como materiais para a produção têm obtidos ganhos que incentivam gradativamente a prática da logística reversa. E o esforço em otimização e desenvolvimentos nos processos de logística reversa atingem retornos que justificam os investimentos feitos. (LACERDA, 2009).

O sistema de custeio necessita ter uma abordagem ampla, com a logística reversa as empresas passam a ser responsáveis pelo retorno do produto. Para Atkinson et al. (2000), este sistema permite aos gerentes administrar os custos do início ao fim. Em um cenário cada vez mais volátil, a valorização da imagem corporativa se apresenta como um diferencial, aliado ao desenvolvimento sustentável.

3. METODOLOGIA

Este estudo é considerado descritivo e tem como principal objetivo analisar a viabilidade econômica do processo de retorno das embalagens no setor de logística reversa, propondo melhorias. Conforme Gil (2010), as pesquisas descritivas têm como finalidade a descrição das características de determinada população.

A pesquisa é baseada em um estudo de caso, com levantamento de dados qualitativos uma vez que foram analisadas informações coletadas no ambiente empresarial. A pesquisa pode ser também classificada como pesquisa documental, pois utiliza relatórios da empresa, formulários, fichas, tabelas, estatísticas, ofícios, memorandos, gráficos, entre outros. (GIL, 2010)

O estudo foi realizado mediante aos dados extraídos da empresa, as informações analisadas são secundárias por se tratar de informações coletadas por terceiros. A base de dados utilizada foi fornecida pela equipe do setor logístico, dados do SAP e portal logístico.



A principal limitação é com relação a falta de exatidão dos dados, pelo motivo da organização não possuir um controle efetivo das quantidades de embalagens devolvidas e não especificar corretamente os modelos retornados nas notas de fiscais de devolução.

4. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

O presente artigo foi elaborado em uma empresa brasileira de siderurgia, localizada no Estado de Minas Gerais, sendo que sua principal atividade é fabricação de arames. Considerada uma organização de grande porte, referência no mercado como a maior produtora mundial de arames é presente em mais de 120 países.

A empresa atua nos segmentos de agronegócios, cercamentos, construção civil, automotivo, solda, aplicações especiais e indústria petrolífera. Possui uma tecnologia competitiva e compromisso com a sustentabilidade.

Atualmente, possui 10 unidades de distribuição e, ou, produção no mercado de arames e outros derivados, localizadas em Minas Gerais, São Paulo e Bahia. É responsável por oferecer soluções inovadoras, a empresa compreende que sua responsabilidade vai além das matérias-primas de alta qualidade.

O setor de logística reversa da empresa, tem como objetivo viabilizar a coleta das devoluções dos materiais e retorno das embalagens para o local de origem, no qual podem ser restaurados, reprocessados ou sucateados de acordo com o seu ciclo produtivo.

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE DADOS

O estudo analisou o processo de retorno de embalagens e o custo de aquisição de novas embalagens com objetivo verificar a viabilidade econômica no método de retorno das embalagens utilizadas.

Os resultados foram obtidos através da estratificação dos dados do sistema ERP fornecidos pela empresa durante todo período do ano de 2018 e até agosto de 2019, ou seja, 20 meses.



5.1 Processo de retorno das embalagens *spider* as unidades de distribuição da empresa

A embalagem *spider*¹ se caracteriza por ser uma estrutura metálica de aço, conforme demonstrado na Figura 1. É utilizada para acondicionar arame fabricados. A empresa trabalha com diversos modelos desta embalagem, que é retornável.

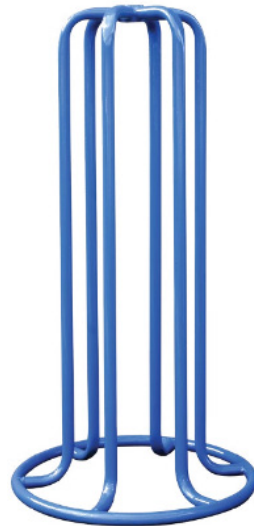


Figura 1 – Ilustração de uma embalagem *Spider*
Fonte: Página de aplicações de arames no processo de enfardar²

Os materiais produzidos são envolvidos nos *spiders* e seguem o fluxo da expedição, transporte e retorno. A definição das dimensões da embalagem depende das especificações impostas pelo cliente.

Todas unidades operacionais recebem uma certa quantidade de embalagens *spider*. A quantidade de embalagens enviadas vai depender principalmente do tipo de material que a unidade dispõe para ser comercializado.

Em relação ao sistema de retorno das embalagens, há duas maneiras recorrentes de ocorrer. A primeira é a coleta solicitada pelo cliente, é realizada quando a quantidade de embalagens *spider* estocadas no cliente for o suficiente para completar, no mínimo, 80% da capacidade de um veículo. A segunda é quando as fábricas precisam das embalagens *spider* para escoar a produção. Neste último caso, o setor de logística reversa é acionado e realiza um levantamento para identificar os clientes que compraram material com a embalagem *spider* e verificar se já há a disponibilidade de devolução.

Na Tabela 1, é possível observar os principais critérios determinantes à viabilidade econômica do retorno das embalagens *spider*. O valor do frete para retorno e o volume transportado em Kg caracteriza-se como fundamental e é calculado com

¹ *Spider* é um termo em inglês que significa aranha.

² Disponível em: <<https://docplayer.com.br/73897711-Aplicacoes-de-arames-no-processo-de-enfardar-celulose.html>>. Acesso em: 04 abr. 2020.

base nas orientações da ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres).

Tabela 1 – Parâmetros para o retorno das embalagens *spider*

ANO	Mês	Peso Retornado (Kg)	Quantidade(un) de embalagens <i>spider</i> retornadas	Valor do Frete de Retorno	Custo do retorno por Kg	Quantidade(un) de embalagens <i>spider</i> enviadas	Taxa de retorno (%)
2018	JANEIRO	316.620	13.098	R\$ 225.960,73	R\$ 713,67	16.738	78%
	FEVEREIRO	316.998	12.655	R\$ 229.690,26	R\$ 724,58	16.000	79%
	MARÇO	415.466	14.741	R\$ 325.479,79	R\$ 783,41	17.552	84%
	ABRIL	520.755	21.247	R\$ 409.744,85	R\$ 786,83	17.623	121%
	MAIO	326.410	12.901	R\$ 276.847,43	R\$ 848,16	11.364	114%
	JUNHO	306.160	13.143	R\$ 278.084,33	R\$ 908,30	19.233	68%
	JULHO	330.940	11.311	R\$ 251.705,40	R\$ 760,58	18.043	63%
	AGOSTO	504.367	19.261	R\$ 419.803,40	R\$ 832,34	17.229	112%
	SETEMBRO	420.194	16.247	R\$ 343.364,16	R\$ 817,16	16.539	98%
	OUTUBRO	373.394	16.149	R\$ 353.131,77	R\$ 945,74	17.072	95%
	NOVEMBRO	432.078	16.514	R\$ 327.842,64	R\$ 758,76	15.379	107%
	DEZEMBRO	347.922	12.129	R\$ 279.492,38	R\$ 803,32	11.564	105%
2019	JANEIRO	349.238	13.242	R\$ 264.641,08	R\$ 757,77	15.035	88%
	FEVEREIRO	290.428	11.451	R\$ 234.881,10	R\$ 808,74	14.613	78%
	MARÇO	269.628	10.972	R\$ 222.479,52	R\$ 825,14	14.745	74%
	ABRIL	382.979	14.985	R\$ 283.411,29	R\$ 740,02	14.397	104%
	MAIO	520.254	20.132	R\$ 684.070,26	R\$ 1.314,88	16.876	119%
	JUNHO	283.128	11.754	R\$ 383.589,57	R\$ 1.354,83	17.531	67%
	JULHO	504.742	20.200	R\$ 634.197,51	R\$ 1.256,48	16.928	119%
	AGOSTO	281.583	11.718	R\$ 436.131,67	R\$ 1.548,86	15.670	75%

Fonte: Elaborado pelos autores

Segundo a norma da ANTT, são aplicados na conta o custo por quilometro (km), o peso transportado, a distância em km e o tipo de veículo utilizado no transporte. O custo por km altera de acordo com a distância que é determinante. Já o peso transportado é desconsiderado em alguns períodos de acordo com orientação do órgão. No estudo, o peso retornado é fornecido em quilo (Kg) e está diretamente ligado a quantidade de embalagens *spider* retornadas.

Nos meses de abril e agosto de 2018 nota-se os maiores valores de frete do período. No ano de 2019 em maio e julho constata-se uma elevação significativa. Estes aumentos ocorreram devido a uma necessidade maior de embalagens *spider* que foram solicitadas pelas unidades.

Gráfico 1 – Combinação entre quantidade de embalagens *spider* retornadas e custo do frete por Kg



Fonte: Elaborado pelos autores

O Gráfico 1, demonstra o custo do frete que remete os gastos relacionados a movimentação da carga de retorno de embalagens *spider*, dos clientes até as unidades, mensurado por Kg. Este custo é calculado mediante a divisão do peso retornado (kg) pelo valor do frete durante o mês.

A média gasta foi de aproximadamente R\$ 800,91/Kg. Percebe-se um crescimento expressivo do custo nos últimos quatro meses do ano de 2019, apesar de julho e agosto as unidades de embalagens *spider* retornadas terem sido inferiores, conforme informações apresentadas na Tabela 1. Nestes últimos quatro meses de 2019 a média do custo praticada ficou em torno de R\$ 1.368,76/Kg.

A tendência quase constante na linha azul, custo por frete, até o mês de abril de 2019 se justifica devido a fórmula do cálculo da ANTT considerar o peso retornado (Kg) como um fator de elevada interferência. Se um transporte não fosse executado com a capacidade máxima do veículo o valor do frete diminuiria.

Em maio 2019, a relevante elevação no custo pode ser explicada devido a alteração na tabela da ANTT que considerou apenas a distância percorrida e o tipo de veículo, gerando assim um custo maior para o processo de retorno das embalagens *spider*. Um transporte realizado sem a capacidade total de carga ocupada não mais intervém no valor pago por frete. Nos meses de julho e agosto foram criados transportes com baixa ocupação da capacidade de carga, devido a necessidade das fábricas para o reabastecimento.

Outro fator contribuinte identificado está relacionado a falta da regularização das notas fiscais de embalagens *spider* no sistema ERP, referente ao mês de faturamento. Isto causou uma numerosa quantidade de transportes faturados e lançamentos de pagamentos para o mês posterior a data de recebimento da nota.

5.2 Custos da logística reversa e reparação das embalagens *spider*

Para efeitos comparativos dos custos logísticos no retorno das embalagens *spider*, destacamos o custo do frete total de retorno mensal, custo de recuperação por unidade (un) de embalagem *spider*, custo total mensal de reparação das embalagens *spider*, custo total mensal para a reutilização das embalagens *spider*. Estes valores foram contrastados com o custo simulado mensal de aquisição de novos *spiders* e apontado o valor da diferença entre reutilizar e adquirir novas embalagens *spider*.

Tabela 2 – Custo envolvidos na logística reversa e reparação dos *spiders*

ANO	Mês	Custo do Frete de Retorno	Custo de Reparação por unidade	Custo total de reparação	Custo total para reutilização	Custo simulado adquirir Novos	Diferença Reutilização por adquirir novos
2018	JANEIRO	R\$ 225.960,73	R\$ 19,30	R\$ 252.791,40	R\$ 478.752,13	R\$ 2.503.508,40	-R\$ 2.024.756,27
	FEVEREIRO	R\$ 229.690,26	R\$ 19,30	R\$ 244.241,50	R\$ 473.931,76	R\$ 2.467.283,76	-R\$ 1.993.352,00
	MARÇO	R\$ 325.479,79	R\$ 19,30	R\$ 284.501,30	R\$ 609.981,09	R\$ 3.075.941,92	-R\$ 2.465.960,83
	ABRIL	R\$ 409.744,85	R\$ 19,30	R\$ 410.067,10	R\$ 819.811,95	R\$ 4.092.317,85	-R\$ 3.272.505,90
	MAIO	R\$ 276.847,43	R\$ 19,30	R\$ 248.989,30	R\$ 525.836,73	R\$ 2.529.447,20	-R\$ 2.003.610,47
	JUNHO	R\$ 278.084,33	R\$ 19,30	R\$ 253.659,90	R\$ 531.744,23	R\$ 2.461.645,70	-R\$ 1.929.901,47
	JULHO	R\$ 251.705,40	R\$ 19,30	R\$ 218.302,30	R\$ 470.007,70	R\$ 2.413.298,30	-R\$ 1.943.290,60
	AGOSTO	R\$ 419.803,40	R\$ 19,30	R\$ 371.737,30	R\$ 791.540,70	R\$ 3.850.899,29	-R\$ 3.059.358,59
	SETEMBRO	R\$ 343.364,16	R\$ 19,30	R\$ 313.567,10	R\$ 656.931,26	R\$ 3.225.366,28	-R\$ 2.568.435,02
	OUTUBRO	R\$ 353.131,77	R\$ 19,30	R\$ 311.677,46	R\$ 664.809,23	R\$ 3.012.477,48	-R\$ 2.347.668,25
	NOVEMBRO	R\$ 327.842,64	R\$ 19,30	R\$ 318.720,20	R\$ 646.562,84	R\$ 3.300.127,86	-R\$ 2.653.565,02
	DEZEMBRO	R\$ 279.492,38	R\$ 19,30	R\$ 234.089,70	R\$ 513.582,08	R\$ 2.557.448,64	-R\$ 2.043.866,56
2019	JANEIRO	R\$ 264.641,08	R\$ 19,30	R\$ 255.568,84	R\$ 520.209,92	R\$ 2.658.354,86	-R\$ 2.138.144,94
	FEVEREIRO	R\$ 234.881,10	R\$ 19,30	R\$ 221.004,30	R\$ 455.885,40	R\$ 2.248.230,86	-R\$ 1.792.345,46
	MARÇO	R\$ 222.479,52	R\$ 19,30	R\$ 211.757,67	R\$ 434.237,19	R\$ 2.116.369,63	-R\$ 1.682.132,44
	ABRIL	R\$ 283.411,29	R\$ 19,30	R\$ 289.212,26	R\$ 572.623,55	R\$ 2.954.841,93	-R\$ 2.382.218,38
	MAIO	R\$ 684.070,26	R\$ 19,30	R\$ 388.554,74	R\$ 1.072.625,00	R\$ 3.994.825,65	-R\$ 2.922.200,65
	JUNHO	R\$ 383.589,57	R\$ 19,30	R\$ 226.852,20	R\$ 610.441,77	R\$ 2.242.236,36	-R\$ 1.631.794,59
	JULHO	R\$ 634.197,51	R\$ 19,30	R\$ 389.860,00	R\$ 1.024.057,51	R\$ 3.932.822,54	-R\$ 2.908.765,03
	AGOSTO	R\$ 436.131,67	R\$ 19,30	R\$ 226.157,40	R\$ 662.289,07	R\$ 2.232.406,71	-R\$ 1.570.117,64
	MÉDIA	R\$ 343.227,46	R\$ 19,30	R\$ 283.565,60	R\$ 626.793,06	R\$ 2.893.492,56	-R\$ 2.266.699,51

Fonte: Elaborado pelos autores

Na Tabela 2, observar-se que o custo médio mensal referente ao frete de retorno das embalagens *spider* é de R\$ 343.227,46, nos intervalos averiguados. De acordo com a análise, o custo médio mensal, que soma o custo do frete de retorno e o custo da reparação, é de R\$ 626.793,06.

O custo para reparação é uma despesa fixa por unidade (un) retornada do cliente e exige uma manutenção para que possa ser utilizada novamente pela fábrica. Esta atividade terceirizada tem um custo de R\$19,30.

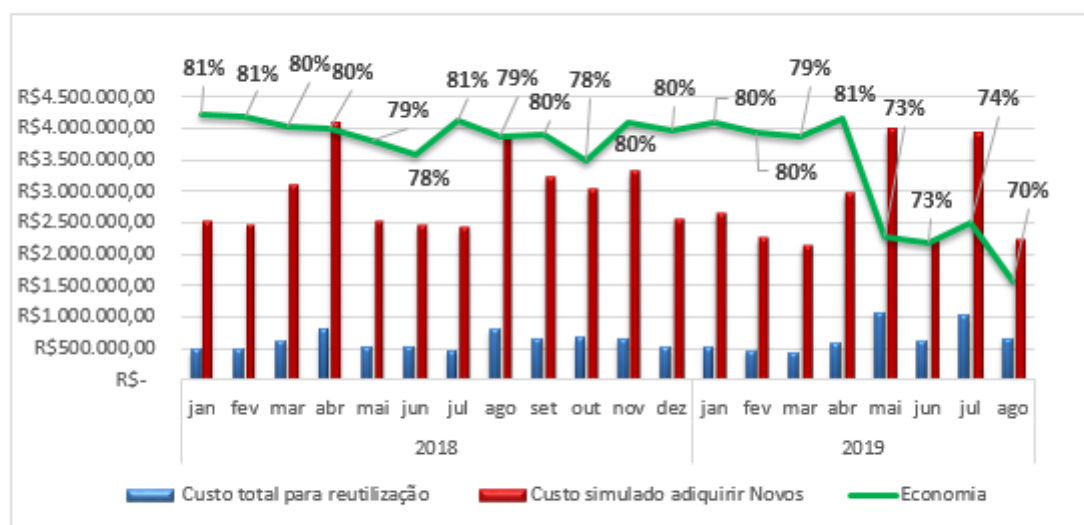
Não há um estudo de quantas vezes uma embalagem *spider* pode ser recuperada. Pressupõem-se que, quando uma embalagem *spider* está em um estado de conservação que impossibilita seu reparo, o cliente não solicita que o mesmo retorne, evitando assim gastos com retornos desnecessários.

É descrito ainda na Tabela 2, o custo simulado mensal para aquisição de novos *spiders*. Comparando o custo total mensal gasto com a reutilização das embalagens *spider* e o custo para aquisição de novas embalagens, é notório a significativa

economia possível de ser realizada com a logística reversa e a reutilização.

Esta economia está demonstrada no Gráfico 2, a seguir.

Gráfico 2 – Combinação entre Custo de reutilização e aquisição de novos



Fonte: Elaborado pelos autores

Observa-se no Gráfico 2 que a economia em todos os meses analisados. Realizando a comparação entre o custo para aquisição de novos *spiders* no intervalo de 20 meses, investimento total no período que seria de R\$ 57.869.851,21, e o custo com o frete e a reparação, que totaliza R\$ 12.535.861,11, observa-se uma possível redução de custos para a empresa, com implementação da logística reversa e reutilização, de R\$ 45.333.990,10, ou seja, o custo é 78,34% menor do que fazer a aquisição de novas embalagens.

6. CONCLUSÃO

Essa pesquisa, mostrou a diferença entre a aquisição de novas embalagens *spiders* e a opção utilizada pela empresa. Com o estudo dos custos envolvidos, percebeu-se a possibilidade de se ter reduções significativas para as unidades da empresa. A adoção desta prática pode implicar tanto no âmbito ecológico, quanto no econômico, podendo ajudar na formação de opiniões relacionadas com a imagem da empresa perante a sociedade.

É importante salientar que a logística reversa e a reutilização precisa ser gerenciada de maneira efetiva, para a obtenção da redução de custos e ganhos expressivos nas unidades da empresa, sendo necessário o constante monitoramento e otimização dos processos.

Pode-se concluir que a logística reversa e reutilização apresentou ser a forma

mais eficiente, levando em consideração que o custo para adquirir novas embalagens chega a ser aproximadamente cinco vezes maior do que esta opção.

No entanto, durante esta pesquisa, foi evidenciado que a empresa não possui um controle das embalagens *spider* que sofrem o processo de restauração e, muito menos, a quantidade de vezes que ocorre este processo. Outro fator não gerenciado, é a relação dos modelos de embalagens *spider* que são despachados para os clientes, sendo que podem ser despachados mais de um modelo, dependendo da produção.

A falta de exatidão dos dados, possui condições para ser revertida. Para melhor computação dos dados sugere-se a implementação de etiquetas RFID³ (“Radio-Frequency IDentification”) nas embalagens *spider*, um método de identificação automática através de sinais de rádio, que recupera e armazena os dados remotamente. Este sistema seria ideal para armazenar as informações necessárias para que a empresa destinasse os *spiders* para reparação no tempo correto, além de possibilitar o controle da devolução de embalagens *spider* pelos clientes. Isto garante um controle efetivo no estoque.

Observou-se também que em alguns períodos, a necessidade de retorno das embalagens *spider*, mesmo considerando a possibilidade de baixa ocupação dos veículos não alterar o valor do frete, eleva os custos de retorno. Sugere-se a implementação de uma modalidade de Cross-docking⁴ reverso, em que veículos de menor porte transportariam as embalagens até um ponto de entroncamento. Neste ponto de entroncamento, as cargas já existentes iriam se agregar a outras cargas, seguindo até o destino final, em um veículo de maior porte com carga otimizada.

Por fim, afirma-se que foi possível responder à pergunta inicialmente apresentada, e na qual o estudo foi embasado. “É viável economicamente realizar o processo de logística reversa, no setor de embalagens da empresa em estudo?”. A melhor opção para a empresa é continuar realizando a logística reversa e reutilização das embalagens *spider*, sendo um processo economicamente viável. Sugere-se, para futuros trabalhos, aprofundar-se nas pesquisas das melhorias anteriormente identificadas, como a implementação do RFID e o Cross-docking, tendo em vista possibilitar um controle eficiente e eficaz, especialmente para as tomadas de decisões na empresa.

3 RFID (do inglês “Radio-Frequency IDentification”) é um método de identificação automática através de sinais de rádio, recuperando e armazenando dados remotamente através de dispositivos denominados etiquetas RFID.

4 Cross-docking é um tipo de sistema de distribuição em que o produto é enviado para uma unidade de distribuição ou para um armazém, realizando uma redistribuição rápida e ágil dos produtos.

Referências

- ANDRADE, E. M.; FERREIRA, A.C.; SANTOS, F. C. A. Tipologia de sistemas de logística reversa baseada nos processos de recuperação de valor. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO. LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 12., 2009. Anais... São Paulo: FGV:EAESP, 2009.
- ATKINSON, Anthony A. et al. Contabilidade gerencial. São Paulo: Atlas, 2000.
- BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial. 5. ed. São Paulo: Bookman, 2006.
- CAMARGO, I.; SOUZA, A. E. Gestão dos resíduos sob a ótica da logística reversa. In: ENCONTRO NACIONAL DE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 8., 2005, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro: ENGEMA, 2005.
- CARTER, C. R.; ELLRAM, L. M. Reverse Logistics: a review of the literature and framework for future investigation. International Journal of Business Logistics, Tampa, v.19, n. 1, p. 85-103, Jan 1998.
- CHRISTOPHER na referencia Christopher (1999), Martin. Marketing e a Logística. São Paulo: Editora Futura, 1999.
- FRANKFORT-NACHMIAS, C.; NACHMIAS, D. (1996). Reseach Methods in the social Sciences, Londo: Ed. Arnold, 1996.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- HORNGREEN, C T, FOSTER, G e DATAR, S M, 2000, CONTABILIDADE DE CUSTOS, 9ª Ed. Rio de Janeiro: LTC Editora.
- JUNIOR, Sergio Silva Braga; COSTA, Priscila Rezende e MERLO, Edgard Monforte. Logística Reversa Como Alternativa de Ganho para o Varejo: Um Estudo de Caso em um Supermercado de Médio Porte. Anais do IX Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais – SIMPOI 2006 – São Paulo: FGV-EAESP, 2006;
- LACERDA, L. Logística Reversa – Uma Visão Sobre os Conceitos Básicos e as Práticas Operacionais 2009 Disponível em: < http://www.paulorodrigues.pro.br/arquivos/Logistica_Reversa_LGC.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2020.
- LEITE, P.R. Canais de Distribuição Reversos. Revista Tecnológica. São Paulo, 2000.
- LEITE, P. R. Logística Reversa: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Prentice Hall, 2003.
- LEITE, P. R. Logística reversa: meio ambiente e competitividade. 2 ed. São Paulo: PearsonPrentice Hall, 2009.
- MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. Administração da Produção. 7. ed. São Paulo: Saraiva, 2003.
- MEGLIORINI, E. Custos: análise e gestão. 3. Ed. São Paulo: Editora Pearson, 2012.
- MOTTA, WladimirHenriques. LOGÍSTICA REVERSA E A RECICLAGEM DE EMBALAGENS NO BRASIL. Excelência em gestão: VII CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO 12 e 13 de agosto de 2011. Disponível em: <http://www.inovarse.org/sites/default/files/T11_0350_2125.pdf>. Acesso: em 02 set. 2019.
- MULLER, Carla Fernanda. Logística Reversa, Meio-ambiente e Produtividade. Estudos realizados - GELOG-UFSC 2005.
- O que é RFID, Quebeck, 2018. Disponível em: <<https://www.quebeckautomacao.com.br/o-que-e-rfid>>. Acesso 30 abr. 2020.
- O que é Logística Reversa, oeco.org.br, 2014. Disponível em <<https://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28020-o-que-e-logistica-reversa/>>. Acesso 16 set. 2019.
- PALHARES, M. F. P. O impacto do marketing “verde” nas decisões sobre embalagens das cervejarias que operam no Brasil. Dissertação [Mestrado em Administração] São Paulo: FEA/USP, 2003.



ROGERS, Dale S. , TIBBEN.LEMBKE, Ronald S.. Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices. Reno, University of Nevada: 1999. Download from Reverse Logistics Executive council, www.rlec.org/book.htm done on 1st, Set 2019

STOCK, J. R. Development and Implementation of Reverse Logistics Programs. Council of Logistics Management, 1998. 247 p.

CAPÍTULO 23

PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO: ESTUDO DE CASO DE UMA EMPRESA DISTRIBUIDORA EM SÃO LUÍS-MA

STRATEGIC PLANNING: CASE STUDY OF A DISTRIBUTING COMPANY
IN SÃO LUÍS-MA

Carlos Victor Costa de Carvalho

Mayanne Camara Serra

Eduardo Mendonça Pinheiro

Resumo

Diante deste imenso cenário de incertezas políticas e econômicas que o país está vivenciando, o planejamento estratégico deixou de ser restrito a grandes empresas e se estendeu para todo e qualquer tipo de negócio, com o objetivo de orientar os esforços da organização para alcançar seus objetivos. O estudo caracteriza-se como uma pesquisa do tipo descritiva, aplicada através de um estudo de caso em uma distribuidora do ramo de papelaria e materiais escolares, com o objetivo de elaborar o seu planejamento estratégico. A coleta de informações se deu através de observações e entrevistas com o proprietário da empresa, com o supervisor e gerente de vendas e gerente geral. Para isso, apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre a metodologia mais recorrente da literatura. Através da análise de SWOT e das cinco forças de Porter, foi possível firmar o diagnóstico atual da empresa e analisando seus ambientes externos e internos, capacidades e limitações, foram desenvolvidas as etapas do planejamento estratégico. O resultado final da pesquisa foi a preparação do planejamento estratégico, com seus planos orçamentários e projeções, mas para o sucesso dos planos de ação e garantir a máxima eficiência dos objetivos, é muito importante a execução, aplicação e o controle eficaz dos planos propostos, através de indicadores de desempenho, acompanhamento de metas e balancete.

Palavras-chaves: Análise de SWOT. Cinco forças de Porter. Indicadores de desempenho. Planejamento estratégico.

Abstract

Before that immense scene of uncertainties of politics and economics that our country is living, the strategical planning stopped being restrict to big companies and extended itself for all and any kind of business with the objective of guide the organization's efforts to reach its objectives. The study characterizes itself as a descriptive research kind, applied through a case study in a distributor company of the line of stationery and school supplies, in order to prepare its strategic planning. The collect of information was through observation and interviews with the company owner, with supervisor and sales manager and general manager. For this, presents itself a bibliographic review about the methodology more recurrent on literature. Through the SWOT analysis and Porter's Five Forces was possible to firm the the actual diagnosis of the company and analysing their ambients externals and internals, capacity and limitations, were developed the stages of the strategic planning. The final result of the research was the preparation of the strategic planning, with their budget planning and projections, but for success of the action plans and to guarantee the maximum efficiency of the objectives is very important the execution, application and efficacious control of proposed plans through performance indicators, accompaniment of targets and trial balance sheet.

Keywords: SWOT analysis. Porter's five forces. Performance Indicators. Strategic Planning.



1. INTRODUÇÃO

Em tempos de globalização, o objetivo de cada empresa é ter seu “lugar ao sol” no mercado, mas diante do imenso acirramento da competição econômica e do conhecimento que gere inteligência competitiva, este objetivo está ficando cada vez mais difícil de se obter e a necessidade de sobrevivência é cada vez maior.

No princípio, o mero conhecimento de mercado e intuitivo do gestor era suficiente para este se manter no campo. Em pleno século XXI, o mercado exige estratégia e o empreendedor é obrigado a buscar instrumentos de gestão para não ser massacrado pela concorrência. Michael Porter (1999) apresenta que se uma empresa não tiver planejamento, ela corre o risco de se transformar em uma folha seca que se move ao vento pela atuação da concorrência. O planejamento estratégico é uma ferramenta de gestão para as organizações na atualidade, através desta o gestor e sua equipe estabelecem parâmetros a seguir, traçam objetivos e metas, norteiam a empresa analisando a concorrência, seus pontos fortes e fracos, as oportunidades que o mercado pode oferecer e as ameaças que podem vir a atrapalhar o plano estratégico da empresa.

O plano estratégico auxilia o empresário a montar toda a estrutura da sua organização, ajuda a identificar e transformar os desafios e ameaças em oportunidades e prepara a sua empresa cuidadosamente para o futuro e possíveis resultados de suas ações. A criação de uma estratégia conglomera as metas da organização, juntamente com políticas e planos de ações que a empresa deve executar para atingir os objetivos e conseqüentemente os resultados planejados e esperados.

De acordo com a estratégia adotada, o gestor definirá e alinhará criteriosamente essa com as diretrizes organizacionais da empresa (missão, visão e valores) e posterior a isso, é fundamental que haja a análise dos ambientes internos e externos em que a empresa está inserida. No ambiente interno são analisadas as forças e fraquezas, pois são elas que facilitam ou dificultam os planos e objetivos desejados. No ambiente externo são analisadas as oportunidades e ameaças, pois são através delas que a empresa desenhará seu futuro, conseguindo uma posição mais embasada sobre as tendências e empecilhos do mercado, norteando, assim, a empresa pelo melhor caminho.

Mediante a este contexto, o presente artigo visa a realização de um estudo de caso na empresa Distribuidora Nova Ilha LTDA, localizada no município de São Luís do estado do Maranhão e que atua no ramo de distribuição de materiais escolares, papelaria, escritório, informática, brinquedos e cosméticos.



2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Planejamento

Para Stoner e Freeman (1999), planejar significa que os administradores pensam antecipadamente em seus objetivos e ações e que seus atos são baseados em algum método, plano ou lógica e não em palpites. O futuro sempre será uma incerteza para todos, não há nenhuma maneira de saber o que irá acontecer daqui a alguns dias ou anos, eventos podem mudar constantemente. Mas se preparar e planejar é um passo que amenizará qualquer tipo de surpresa.

Segundo Mintzberg e Quinn (2001), o planejamento ajuda a transformar as estratégias aprendidas em estratégias realizadas, tomando o primeiro passo que leva finalmente à implementação. O planejamento é uma ferramenta crucial para qualquer organização, pois a partir dela se pode delimitar os objetivos, analisar ameaças futuras, possíveis estratégias secundárias, monitorar e avaliar o cenário da empresa e do mercado externo, podendo ser um fator determinante de sucesso ou fracasso de uma empresa.

Para Chiavenato (2004) o planejamento é a primeira das funções administrativas e é a que determina antecipadamente quais são os objetivos a serem atingidos e como alcançá-los. Segundo Drucker (1997) quando a empresa traça objetivos e metas, e busca alcançá-los, ela tem claramente definido do porquê ela existe, o que e como faz e onde quer chegar. O planejamento é um método que pode ajudar gerentes e diretores a analisarem cuidadosamente problemas e situações futuras, podendo assim prever alternativas e lidar com os problemas.

De acordo com Oliveira (2007) existem três tipos de planejamento, que são o Planejamento Estratégico, Planejamento Tático e o Planejamento Operacional.

2.2 Planejamento Estratégico

Com base nas abordagens de Chiavenato e Sapiro (2003), planejamento estratégico é o processo pelo qual os membros e líderes de uma organização visualizam o futuro e desenvolvem os procedimentos e operações necessários para atingir esse futuro. É através desse planejamento que os gestores nortearão a organização da empresa, se precavendo com as mudanças contínuas que ocorrem no mercado em que atuam, tentando tornar o futuro menos incerto.

Para Oliveira (2013), por meio do planejamento estratégico, uma empresa visa conhecer seus pontos fortes e internos para otimizar a sua utilização. Os gestores



devem analisar e elaborar estratégias competitivas, equiparando sempre a organização com o ambiente interno e externo, analisando a sazonalidade do mercado, a competitividade e a entrada de novos concorrentes, sem esquecer de definir bem sua missão e sua visão e analisando também sempre estratégias alternativas.

Conforme a analogia de Porter (1989) entre uma empresa sem planejamento e uma folha seca, o gestor que de fato não planeja, vive sempre se equiparando com a concorrência, não consegue se sobressair, age com decisões rápidas, sem prévia análise e acaba ficando no mesmo lugar diante do mercado, ou pior, pode ficar ultrapassado diante dos concorrentes que planejam, estabelecem metas, missões, estratégias competitivas e diferencias no mercado.

Para Oliveira (1999) planejamento estratégico é uma metodologia gerencial que permite estabelecer a direção a ser seguida pela empresa, visando o maior grau de interação com o ambiente.

Um objetivo é um alvo futuro a atingir, uma meta a alcançar, um desejo sonhado ou uma expectativa que se pretende realizar em função de um período de tempo (CHIAVENATO; SAPIRO, 2009). Ao definir os objetivos, a empresa necessita traçar planos de ação para alcançá-los e esta é a finalidade da estratégia. A implantação do planejamento estratégico gera mudanças na organização, mas é uma ferramenta necessária à gestão da empresa. É fundamental que o gestor saiba utilizar bem os instrumentos e que seja capaz de lidar com o lado imprevisível do processo de planejamento, sendo capaz de realizar mudanças necessárias de acordo com o cenário flexível do mercado.

Reunindo abordagens de Oliveira (2004) e Rizzatti (2011), pode-se simplificar a explicação acerca do processo de elaboração do planejamento estratégico considerando suas quatro fases que são:

- a) Fase I - Diagnóstico Estratégico: em que abrange o levantamento de informações da empresa; definição da visão; análise interna verificando os pontos fortes e fracos; análise externa, examinando ameaças e oportunidades; e análise dos concorrentes.
- b) Fase II – Missão da empresa: nesta fase se determina a razão de ser da empresa e seu posicionamento competitivo e sua postura estratégica de acordo com suas características;
- c) Fase III – Instrumentos Prescritivos e Quantitativos: em que se prescreve o que é necessário para a empresa alcançar seus propósitos conforme sua missão, em termos de objetivos, desafios, metas, estratégias, políticas definidas em planos de ação, que são importantes para tornar implementável as metas e processos de modo que se tenha grande probabilidade de sucesso (CAMPOS, 2001 apud NASCIMENTO, 2011), pois são definidos os meios, responsabilidades, períodos, custos e outras informações relacionadas ao



que se pretende alcançar. Nesta fase, também devem ser elaboradas projeções econômico-financeiras por meio de planejamento orçamentário em relação ao definido nos planos de ação.

- d) Fase IV – Controle e Avaliação: em que se definem os processos de avaliação de desempenho do obtido em relação ao planejado de acordo com as fases anteriores, com o intuito de monitorar, ajustar ou agir corretivamente.

2.3 Análise de SWOT

A análise de SWOT é uma ferramenta para fazer a análise de cenário (ou análise de ambiente), muito importante para planejar a gestão estratégica de uma organização e nortear o planejamento estratégico. A análise é focada na unidade, no sentido de examinar seus processos, capacidade e infraestruturas (CASTRO et al., 2005). É uma técnica simples para posicionar ou verificar a posição estratégica de uma empresa analisando o seu ambiente em questão, ajudando assim a entender melhor o contexto em que o negócio está inserido. Nessa etapa as mudanças e eventos futuros são analisados na busca de oportunidades e ou ameaças à organização.

O termo SWOT vem do inglês: Forças (*Strengths*), Fraquezas (*Weaknesses*), Oportunidades (*Opportunities*) e Ameaças (*Threats*), no Brasil é conhecida como análise FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças).

Para saber onde a empresa quer chegar, é necessário *a priori* saber exatamente onde ela se encontra no ambiente de mercado, quais são as suas oportunidades que irão lhe ajudar e quais são suas ameaças que poderão lhe atrapalhar. A matriz SWOT faz exatamente essa análise, dividindo a empresa em duas óticas: ambiente interno (forças e fraquezas) e ambiente externo (oportunidades e ameaças).

Oliveira (2007) afirma que a análise interna tem por finalidade colocar em evidência as deficiências e qualidades da empresa que está sendo analisada, ou seja, pontos fortes e fracos da empresa deverão ser determinados diante de sua atual posição produtos versus mercados.

Costa (2006) relata que a análise externa tem por finalidade estudar a relação existente entre a empresa e seu ambiente em termos de oportunidades e ameaças, bem como a sua atual posição produtos *versus* mercados e, prospectiva, quanto a sua posição produtos *versus* mercados desejada no futuro.

O ambiente externo orienta as tomadas de decisões para o planejamento estratégico, tendo em vista que é fora da organização que estão os pontos mais relevantes para o sucesso; oportunidades são as variáveis externas e não controláveis pela empresa, que podem criar condições favoráveis para a empresa, des-



de que a mesma tenha condições e/ou interesse de usufruí-las, não sendo todas as oportunidades ofertadas pelo mercado que a empresa possa utilizá-las; e que ameaças são as variáveis externas não controláveis pela empresa que podem criar condições desfavoráveis para a mesma (COSTA, 2006).

Para Chiavenato e Sapiro (2009), um objetivo é um alvo futuro a atingir, uma meta a alcançar, um desejo sonhado ou uma expectativa que se pretende realizar em função de um período de tempo. Com a missão definida, visão, valores, ambientes, objetivos e metas, pode-se partir para o planejamento estratégico do negócio.

2.4 As 5 Forças de Porter

Atualmente a competitividade é alta em todos os países e em qualquer segmento, assim, para uma empresa se manter no mercado é necessário bastante desempenho e estratégia de mercado. Segundo Porter (2004), o conjunto das suas cinco forças podem determinar a intensidade da concorrência, além da rentabilidade, destacando-se que a força ou as forças mais intensas predominam e se tornam cruciais sob a ótica da formulação de estratégias.

Segundo Porter (1999) todas as empresas devem melhorar de forma contínua a eficácia operacional das suas atividades, mas as diferenças de desempenho sustentáveis quase sempre dependem de uma posição estratégica distinta. Estudar a concorrência, analisar o mercado e fazer o diferenciado é o que mantém a organização à frente de qualquer outra.

De acordo com Porter (1999), as cinco forças são capazes de suscitar reflexões acerca do ambiente interno de uma organização e dessa forma estabelecer estratégias para fazer proveito das oportunidades e se precaver das ameaças de mercado.

Em seu modelo, Porter e Montegomery (1998 apud NAKAGAWA, 2012) considerou que há uma força central (Rivalidade entre as empresas existentes) e outras quatro, que impactam a central de formas diferentes (Ameaça de novos entrantes, ameaça de serviços ou produtos substitutos, poder de negociação dos fornecedores e poder de negociação dos consumidores).

3. METODOLOGIA

Em relação ao procedimento de pesquisa, este trabalho se desenvolve em torno de um estudo de caso na realidade de uma organização denominada da Distribuidora Nova Ilha LTDA. Para compreensão deste procedimento de pesquisa, Gil (1999, p. 73) diz que:



O estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir conhecimentos amplos e detalhados do mesmo, tarefa praticamente impossível mediante os outros tipos de delineamentos considerados.

Para acrescentar, Martins e Lintz (2007, p. 23) afirmam que:

Trata-se de uma técnica de pesquisa cujo objetivo é o estudo de uma unidade que se analisa profunda e intensamente. Considera a unidade social estudada em sua totalidade, seja um indivíduo, uma família, uma instituição, uma empresa, ou uma comunidade com o objetivo de compreendê-los em seus próprios termos.

3.1 Coleta de Dados

É importante destacar que o período de realização do estudo compreendeu os meses de abril e maio do ano de 2016. A coleta de informações se deu através de observações, entrevistas e *brainstorming* com o proprietário da empresa, com supervisor e gerente de vendas e gerente geral, pois estes que administram a empresa. A entrevista foi escolhida porque, conforme Marconi e Lakatos (2006), se refere a um encontro entre pessoas que possibilita que uma delas adquira informações importantes sobre determinada temática por meio de uma conversa de caráter profissional. E quanto ao tipo de entrevista, foram aplicadas as chamadas não-estruturadas por Turrioni e Mello (2012), que as definem como aquela em que o entrevistador é livre para desenvolver a situação por meio de perguntas abertas.

3.1.1 Distribuidora Nova Ilha

A Distribuidora Nova Ilha, objeto deste estudo, é uma empresa real, fundada em 1999, localizada no município de São Luís do Maranhão, tem uma área aproximada de 1.800m² distribuídos entre o escritório e a logística.

Os clientes da Distribuidora Nova Ilha são de diversos seguimentos, onde a maioria trabalha no ramo de papelaria e materiais escolares. A empresa conta com vinte e oito colaboradores, incluindo vendedores externos, supervisores e funcionários administrativos; tem forte predomínio na distribuição de material escolar na capital do Maranhão e alguns interiores do estado. A distribuidora, também, trabalha com produtos de escritório, papelaria em geral, plásticos, cosméticos, brinquedos, informática e higiene pessoal.



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Elaboração do Planejamento Estratégico

Para a construção do Planejamento Estratégico da empresa Distribuidora Nova Ilha LTDA, foram realizadas algumas reuniões com os colaboradores e responsáveis da área da gerência administrativa, logística, supervisor e gerente comerciais e proprietário da empresa, juntamente com o acompanhamento das atividades diárias. Com o levantamento destes dados, iniciou-se a elaboração do plano estratégico.

4.1.2 Fase I – Diagnóstico Estratégico

O diagnóstico estratégico é a primeira fase do planejamento estratégico, tem como objetivo estudar a empresa interna e externamente mostrando sua atual situação diante do mercado, diagnosticando os pontos fortes e fracos juntamente com suas oportunidades e ameaças.

4.1.2.1 Etapa I – Visão

Levando em consideração os elementos do Planejamento Estratégico, a visão organizacional da Distribuidora Nova Ilha ficou definida: “Ser reconhecida pelo mercado em que atua como o principal distribuidor atacadista do estado do Maranhão”.

4.1.2.2 Etapa II – Valores

Os valores que a organização acredita e utiliza como filosofia de trabalho são:

- Satisfação do cliente: sem ele, a distribuidora não existiria. Por isso a importância de prezar pela qualidade dos serviços, respeito, satisfação e credibilidade dos nossos clientes;
- Valorização do Meio ambiente: além de reduzir os custos, temos que ter perspectivas para o futuro da empresa e do mundo;
- Ética e Responsabilidade social: não adianta visar apenas o lucro, é importante fazer parte da sociedade, respeitá-la e crescer com a mesma.



4.1.2.3 Etapa III - Análise de SWOT (análise interna)

A análise interna busca ver como a empresa está em sua parte de estrutura, manter os pontos positivos e trabalhar os negativos para que, no mínimo, não piores. Para uma empresa se destacar diante da concorrência, ela precisa estar bem estruturada internamente.

Pontos Fortes

Após discussão com os gerentes da empresa e apuração dos dados, ficou definido os pontos fortes:

a) Logística de distribuição programada

A empresa trabalha com uma programação fechada de distribuição, dessa forma, consegue-se estabelecer um maior controle nas datas de faturamento, entregas e retornos dos motoristas.

b) Variedade de estoque disponível

Além do segmento predominante, material escolar, a empresa possui um mix de produtos, variedade muito grande na maioria dos segmentos em que a empresa distribui, conseguindo assim, satisfazer melhor seu cliente e criando um hiato entre a empresa e seus concorrentes.

c) Credibilidade

A empresa atua no ramo de distribuição a mais de 15 anos com seriedade e compromisso, o que gerou um elo de fidelidade e credibilidade com muitos clientes.

d) Ótimo sistema de gestão

A empresa adquiriu um dos melhores sistemas de gestão do Brasil, o Winthor, que é um sistema líder no segmento atacadista distribuidor. Quanto ao referido sistema, destaca-se que por meio de uma dinâmica simples, abrangente e segura, agiliza a distribuição e facilita o controle e a gestão dos processos do negócio do atacado distribuidor, desde a compra de mercadorias, o recebimento e armazenagem dos produtos, passando pela venda, separação, expedição, faturamento, acerto de carga, tesouraria, financeiro até as operações fiscais e contábeis da empresa.

e) Consultoria Mensal

Além do suporte qualificativo que o sistema oferece, a empresa ainda possui um consultor mensal, que gerencia e melhora os processos da empresa.



Pontos Fracos

Após as reuniões com os gerentes da empresa e apuração dos dados, ficou definido os pontos fracos:

a) Rotatividade de vendedores externos

A empresa possui uma rotatividade muito grande de vendedores, o que impacta diretamente na imagem da empresa para com o cliente, transparecendo desorganização e outras percepções que podem consequentemente atrapalhar futuras vendas e até mesmo perder clientes.

b) *Marketing* fraco

Outra problemática que acaba impactando nas vendas da distribuidora é a falta de investimento em *marketing*. Caso houvesse, poderia atingir massas de clientes que ainda não conhecem a empresa, ou até mesmo despertar clientes que deixaram de comprar com a mesma.

c) Ausência de planejamento de curto, médio e longo prazo

O planejamento de uma empresa é um ponto crucial para se manter no mercado competitivo, a ausência deste implica uma falha nos planos e previsões futuras da empresa e do mercado, o que pode ocasionar até mesmo a falência do empreendimento.

d) Ausência de roteirização de vendedores externos

Um diferencial altamente qualificativo de uma empresa distribuidora é ter uma roteirização. A Nova Ilha já possui um sistema de gestão que gerencia esse processo, mas falta qualificação humana para tal - o que ainda não foi concretizado na empresa. A roteirização é importante, pois maximiza o aproveitamento dos recursos de transporte, minimiza custos e atende as necessidades de mais clientes abrangendo mais rotas e com menor falha de atendimento.

e) Qualificação de profissionais da área comercial

Uma problemática que acaba ocasionando e ou agravando outras é exatamente a falta de qualificação destes profissionais. A ausência desta acaba agravando outras fraquezas já citadas, como a rotatividade de vendedores, pois as vezes a falha vem diretamente da supervisão. Também a ausência de um plano estratégico no setor de vendas e a ausência de uma roteirização que também depende destes profissionais. Ou seja, é uma fraqueza que merece uma atenção devida, portanto é necessário achar a raiz do problema, que pode sim estar ligada diretamente na incapacidade gerência e até mesmo do proprietário.



4.1.2.4 Etapa IV - Análise de SWOT (análise externa)

As mudanças no ambiente externo à organização podem afetar o seu desempenho positiva ou negativamente, pois podem representar oportunidades ou ameaças ao desenvolvimento do plano estratégico de toda e qualquer organização.

Oportunidades

De acordo com as discussões e opiniões levantadas com o alto escalão da empresa, apresentou-se as seguintes oportunidades:

a) Expansão do mercado

O mercado maranhense é bem amplo, ainda há muitas regiões não atendidas pela empresa e que a concorrência não é tão acirrada, ou seja, há ótimas oportunidades de expansão.

b) Mercado apto a receber novos centros de distribuição

A empresa tem a oportunidade de abrir novos centros de distribuição em áreas estratégicas do Maranhão, mas isso só poderá ocorrer com a exploração e distribuição de produtos em novas regiões do estado, que exigirá novos centros de distribuição para facilitar a entrega e demanda dos clientes.

c) Disponibilidade de produtos sazonais

A distribuidora tem a oportunidade de trabalhar fortemente com produtos sazonais, ou seja, certos produtos para certas datas comemorativas, que alavanca as vendas em períodos críticos do ano.

d) Ofertas de exclusividades de fornecedores que buscam a distribuidora

A empresa por possuir uma credibilidade e perseverança no mercado Maranhense com os clientes, acaba criando credibilidade também com os fornecedores, isso acaba provocando algumas fábricas a procurarem a distribuidora para comprar seus produtos e fazer com que a empresa seja seu distribuidor exclusivo no estado.

e) Baixa concorrência

Visto que, para adentrar e perseverar neste mercado, requer um certo tempo e recurso, a ameaça de novos entrantes ainda é baixa nesse ramo, o que deixa a distribuidora em vantagem em relação às poucas outras distribuidoras no território maranhense.



Ameaças

Uma ameaça é um fator externo que pode afetar a organização, mas não é necessariamente uma notícia ruim. Essa ameaça pode se transformar em uma oportunidade, depende da visão estratégica e da perspicácia do alto escalão da empresa, que descobrirão qual ameaça é uma oportunidade escondida e qual ação deverá ser tomada.

Após levantamento, definiu-se as ameaças da empresa:

a) Novos entrantes

Está é a maior ameaça que qualquer empresa pode ter, pois não se deve desmerecer nenhum concorrente iniciante no mercado, cada cliente conquistado pelo entrante, é um prejuízo para a empresa.

b) Condições de estradas em períodos chuvosos

Esta problemática é bastante discutida para toda empresa que trabalha com distribuição nos interiores do estado, pois é visível a situação precária das estradas estaduais, principalmente em períodos chuvosos. Isso acarreta um gasto muito alto em manutenção de veículos, sem contar com o alto risco de assaltos.

c) Taxas/impostos

Outro problema bastante discutido, pois é um gasto alto para as empresas que na maioria das vezes não observam esse dinheiro sendo aplicado como nenhum benefício para elas, pelo contrário, as taxas e impostos só aumentam.

d) Aumento da inadimplência

Com certeza é uma ameaça forte, pois o aumento desta afeta diretamente toda a instituição e pode causar até mesmo a falência do negócio.

4.1.2.5 Etapa V - Análise das 5 Forças de Porter

Foram analisadas as cinco forças com os colaboradores que gerem a distribuidora:

1. Rivalidade do Mercado

A rivalidade entre os concorrentes existe, assim como na maioria dos negócios, mas ainda não é tão acentuada neste ramo, visto que para que novas distribuidoras



ras entrem no mercado local será demandado um capital de giro alto e um relativo grande tempo de mercado para conquistar clientes. Na análise do comportamento de mercado no Maranhão, a Distribuidora Nova Ilha conta com cinco concorrentes fortes: Distribuidora Chico Preto, Distribuidora Paulista, Distribuidora Viana, Triunfo e Ipiranga, sendo este último o maior concorrente do estado.

2. Ameaça de novos entrantes

Existem várias barreiras para a entrada de novos concorrentes do mesmo patamar que a distribuidora tem de logística, localização, espaço físico, taxas governamentais e federais para o ramo – a conquista dessas características já consolidadas pela distribuidora do estudo pode ser considerada como barreira para novos concorrentes. Mas existe o mercado ilegal, com empresas pequenas, ou até mesmo sem empresa, como vendedores ambulantes, que trabalham com preços absurdamente mais baixos, taxas de impostos diferentes ou ausentes e mercadorias inferiores, que podem atrapalhar a venda de produtos de determinados departamentos.

3. Produtos ou Serviços Substitutos

A pressão dos produtos ou serviços substitutos é sentida de forma moderada. A linha de produtos da Distribuidora Nova Ilha tem uma variedade de até três fornecedores similares substitutos, possibilitando mais conforto para o cliente, dependendo do produto procurado. Em período de baixa venda de produtos escolares, a empresa foca mais no seu segmento secundário (higiene, limpeza e utilidades), que contribui para equilibrar o faturamento mensal.

4. Poder de barganha dos fornecedores

O poder de barganha dos fornecedores é um pouco dividido entre moderado e muito alto, visto que a Nova Ilha atua há bastante tempo no mercado, priorizando seus fornecedores, pagando em dia, mantendo o respeito e cordialidade e, assim, obtém parcerias firmadas com fornecedores de produtos similares e, até mesmo, amizade fora da empresa com os representantes de algumas fábricas, portanto, nestas situações, o poder de negociação do dono da distribuidora é bastante elevado. Mas ressalta-se que existem fornecedores com produtos bem específicos e de fornecimento difícil no mercado, estes acabam tendo um poder de barganha muito alto, já que são praticamente exclusivos na fabricação de tais itens.

5. Poder de barganha dos compradores

O poder de barganha dos clientes é dividido entre baixo e alto. A maioria dos clientes possuem baixo poder de barganha, ou seja, são os clientes menores e já que a distribuidora é uma das únicas no mercado que tem um alto mix de produtos e planos de pagamentos razoáveis, eles acabam comprando na empresa. Em contrapartida, há também os clientes “VIPS” - aqueles responsáveis pelas grandes



compras, possuindo prazos e preços diferenciados, além de bonificações e descontos e acabam tendo um alto poder de barganha.

4.2.2 Fase II – Missão da Propriedade

Para Oliveira (2007) a missão é a razão de ser da empresa. Neste ponto procura-se determinar qual o negócio da empresa, porque ela existe, ou, ainda, em que tipos de atividades a empresa deverá se concentrar no futuro. Diante do atual cenário e da expectativa identificada, a missão da empresa estudada ficou assim definida:

“Nossa missão é satisfazer as necessidades dos nossos clientes do estado do Maranhão distribuindo materiais com a máxima eficiência e rapidez, e sempre buscar prosperidade e melhorias contínuas”.

4.2.3 Fase III – Instrumentos Prescritivos e Quantitativos

Segundo Oliveira (2013), dentro dos instrumentos prescritivos, são estabelecidos os objetivos, desafios, metas, estratégias, políticas, projetos e planos de ação. Já os instrumentos quantitativos referem-se as projeções orçamentárias necessárias para desenvolvimento das ações previstas.

Sendo assim, de acordo com as necessidades citadas pelos gestores esta fase aplicada a Distribuidora Nova Ilha ficou assim dividida:

a) Objetivos

- Distribuir materiais em mais municípios do Maranhão;
- Aumentar o leque de clientes na capital maranhense;
- Diminuir a rotatividade de funcionários;
- Criar um plano para o aumento de qualificação dos funcionários;
- Implementar um programa de avaliação de desempenho.

b) Desafios

- Elaborar um plano estratégico, análise de mercado e plano de *Marketing*;



- Criar uma roteirização para os vendedores externos, com o intuito de otimizar o tempo de atendimento ao cliente e maximizar as visitas;
- Criar plano de participação dos resultados para os funcionários;
- Adquirir certificados e técnicas importantes para os funcionários acompanharem a evolução do mercado, com estratégias variadas e progressão de carreira;
- Medir os resultados dos esforços em relação ao atingimento dos objetivos estratégicos através de indicadores de desempenho.

c) Metas

- Atingir pelo menos 3 municípios ao ano;
- Dobrar o faturamento e a quantidade de clientes em 2 anos;
- Criar programas para motivar a permanência dos funcionários;
- Implementar em até 1 ano, um programa de avaliação de desempenho através de indicadores, para acompanhar o desenvolvimento do funcionário junto ao mercado;
- Implementar até 2017 um programa de avaliação de desempenho, através de indicadores.

d) Políticas

- Ter rentabilidade;
- Identificar e atender as necessidades dos clientes;
- Valorizar e motivar a equipe de trabalho;
- Aplicar melhorias contínuas.

e) Estratégias

- Procurar municípios não atendidos com clientes em potencial;
- Abertura de mercado para atender o varejo;
- Criar planos de benefícios e treinamentos para os funcionários;

- Criar parcerias com sistema S (SENAI, SESI, IEL, SEBRAE) com o propósito de qualificar nossos colaboradores;
- Implementação do Sistema *Balanced ScoreCard* para avaliação de desempenho da empresa.

f) Plano de Ação

No Quadro 1, com seu respectivo objetivo estratégico que é exatamente distribuir materiais em mais municípios do Maranhão, além de conquistar mais clientes em interiores já atendidos pela empresa. Com isto, o mercado para novos entrantes irá se fechar mais ainda, pois a empresa visa satisfazer todo o território maranhense, diversificando os pontos de distribuição e maximizando suas vendas.

Quadro 1 - Distribuir materiais em mais municípios do Maranhão

Plano de ação	
Objetivo 1 – Distribuir materiais em mais municípios do Maranhão	
O quê	Distribuir materiais em mais municípios do Maranhão.
Por quê	Para diversificar os pontos de distribuição e maximizar as vendas.
Como	Elaborando um plano estratégico, fazendo análise de mercado e plano de <i>Marketing</i> .
Quem	Gerente de vendas, supervisor de vendas e Proprietário
Quando	Início: 01/2017
Quanto	3 municípios ao ano

Fonte: Os autores (2016)

O Quadro 2 apresenta o segundo plano de ação que tem como objetivo aumentar o leque de clientes na capital maranhense, visto que a matriz da empresa fica em São Luís, o proprietário quer atingir o máximo de clientes possíveis na capital, e com esta visão, o mesmo pretende abranger, além do atacadista, o cliente varejista.

Quadro 2 - Aumentar o leque de clientes na capital maranhense

Plano de ação	
Objetivo 2 – Aumentar o leque de clientes na capital maranhense	
O quê	Aumentar o leque de clientes na capital maranhense.
Por quê	Para atingir clientes atacadistas e varejistas, com o intuito de maximizar as vendas e quantidade de clientes.
Como	Abrindo o mercado para atender clientes varejistas, comercializando novos produtos e criando uma roteirização para os vendedores externos, com o intuito de otimizar o tempo de atendimento ao cliente e maximizar as visitas.
Quem	Proprietário
Quando	Início: 01/2017
Quanto	Aumentar 100% a quantidade de clientes e faturamento em dois anos

Fonte: Os autores (2016)



O Quadro 3 tem como objetivo estratégico diminuir a rotatividade de funcionários. Este é um problema corriqueiro na empresa, e a alta rotatividade de funcionários, principalmente na área de vendedores, causa um empecilho no plano operacional e estratégico da empresa.

Quadro 3 - Diminuir a rotatividade de funcionários

Plano de ação	
Objetivo 3 – Diminuir a rotatividade de funcionários	
O quê	Diminuir a rotatividade de funcionários.
Por quê	A alta rotatividade de funcionários causa um empecilho no plano operacional e estratégico da empresa, além dos custos para treinamentos e rescisões trabalhistas.
Como	Criar um relatório mais criterioso para a contratação de tais profissionais, e além disso criar um plano de participação dos resultados para os mesmos.
Quem	Proprietário e Setor de RH
Quando	Início: 01/2017
Quanto	Investimento de 0,5% do faturamento anual.

Fonte: Os autores (2016)

O quadro 4 tem como objetivo criar um plano para o aumento de qualificação dos funcionários. Este objetivo tem o intuito de tornar a empresa mais competitiva, fazendo com que ela acompanhe o avanço mercadológico e tecnológico.

Quadro 4 - Criar um plano para o aumento de qualificação dos funcionários

Plano de ação	
Objetivo 4 – Criar um plano para o aumento de qualificação dos funcionários	
O quê	Aumentar a qualificação dos funcionários.
Por quê	Para tornar a empresa mais competitiva, adquirindo certificados e técnicas importantes para os funcionários acompanharem a evolução do mercado, com estratégias variadas e progressão de carreira.
Como	Estabelecendo parcerias com o sistema S, através de contribuição compulsório para disponibilizar treinamentos e cursos.
Quem	Proprietário e Setor de RH
Quando	Início: 01/2017
Quanto	Descontado 1% das guias de recolhimento do INSS.

Fonte: Os autores (2016)

No Quadro 5 e último plano de ação tem como objetivo implementar um programa de avaliação de desempenho, o sistema *Balanced ScoreCard* (BSC). O BSC é uma ferramenta utilizada para controlar e avaliar todo este plano estratégico que foi elaborado, onde ele cria indicadores de desempenho que são instrumentos utilizados para a medição dos resultados, dos esforços em relação ao atingimento dos objetivos estratégicos.

Quadro 5 - Implementar um programa de avaliação de desempenho

Plano de ação	
Objetivo 5 - Implementar um programa de avaliação de desempenho	
O quê	Implementar o Sistema <i>Balanced ScoreCard</i> para avaliação de desempenho da empresa.
Por quê	Para criação de indicadores de desempenho que são instrumentos utilizados para a medição dos resultados, dos esforços em relação ao atingimento dos objetivos estratégicos.
Como	Contratando empresa de consultoria para implantação do BSC e treinamento da equipe de gestão para a elaboração e monitoramento dos indicadores de desempenho.
Quem	Proprietário e Funcionário
Quando	Início: 06/2017
Quanto	Investimento de R\$ 15.000,00 para contratação de empresa especializada.

Fonte: Os autores (2016)

g) Plano Orçamentário

O orçamento empresarial é a expressão do planejamento estratégico em números, e com ele pode-se obter uma visão mais clara e objetiva do papel de cada pessoa da organização, para que essas possam executar e atingir os objetivos globais da empresa.

Abaixo, na Tabela 1, está representado o plano orçamentário da empresa Distribuidora Nova Ilha do ano de 2015, 2016 e projeções para 2017, 2018 e 2019:



Tabela 1 - Plano orçamentário do ano de 2015, 2016 e projeções para 2017, 2018 e 2019

Demonstração do Resultado do Exercício - DRE					
	2015	2016	2017	2018	2019
FATURAMENTO BRUTO					
Dep. Mat Escolar/Papelaria/Escritório	R\$ 6.380.039,19	R\$ 5.802.270,45	R\$ 8.703.405,68	R\$ 13.055.108,51	R\$ 15.666.130,22
Dep. Higiene/Limpeza/Beleza	R\$ 288.868,94	R\$ 672.722,79	R\$ 1.009.084,19	R\$ 1.513.626,28	R\$ 1.816.351,53
Dep. Brinquedos	R\$ 286.973,37	R\$ 106.194,05	R\$ 159.291,08	R\$ 238.936,61	R\$ 286.723,94
Dep. Armarinhos	R\$ 247.507,97	R\$ 207.567,85	R\$ 311.351,78	R\$ 467.027,66	R\$ 560.433,20
Dep. Electro-Informática	R\$ 201.208,44	R\$ 175.383,93	R\$ 263.075,90	R\$ 394.613,84	R\$ 473.536,61
Dep. Utilidades Domésticas	R\$ 187.214,58	R\$ 175.335,22	R\$ 263.002,83	R\$ 394.504,25	R\$ 473.405,09
Dep. Festas	R\$ 81.610,33	R\$ 51.055,64	R\$ 76.583,46	R\$ 114.875,19	R\$ 137.850,23
Dep. Alimentícios	R\$ 17.026,22	R\$ 1.933,03	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Novos Departamentos			R\$ 60.000,00	R\$ 90.000,00	R\$ 108.000,00
(±) Total de vendas	R\$ 7.690.449,04	R\$ 7.192.462,96	R\$ 10.845.794,90	R\$ 16.268.692,34	R\$ 19.522.430,81
(-) Devoluções de clientes	R\$ 199.581,73	R\$ 212.327,82	R\$ 233.560,60	R\$ 256.916,60	R\$ 282.608,30
(=) Faturamento Líquido	R\$ 7.490.867,31	R\$ 6.980.135,14	R\$ 10.612.234,30	R\$ 16.011.775,74	R\$ 19.239.822,51
(+) CMV Devoluções	R\$ 147.838,81	R\$ 155.690,77	R\$ 172.834,84	R\$ 191.119,54	R\$ 209.130,14
(-) CMV	R\$ 5.558.040,02	R\$ 4.984.734,59	R\$ 7.843.620,38	R\$ 11.807.400,60	R\$ 14.224.146,60
(=) SALDO BRUTO	R\$ 2.080.666,10	R\$ 2.151.091,32	R\$ 2.941.448,76	R\$ 4.395.494,68	R\$ 5.224.806,05
DESPESAS					
(-) Total de despesas fixas + variáveis	R\$ 1.720.562,90	R\$ 1.918.300,80	R\$ 2.213.500,05	R\$ 2.450.830,00	R\$ 2.760.335,00
Investimento 0,5% do faturamento anual			R\$ 14.600,50	R\$ 21.977,47	R\$ 26.124,03
Contratação de empresa esp. em BSC			R\$ 15.000,00		
(=) SALDO LÍQUIDO DO PERÍODO	R\$ 360.103,20	R\$ 232.790,52	R\$ 698.348,21	R\$ 1.922.687,21	R\$ 2.438.347,02

Fonte: Os autores (2016)

Analisando os dados anteriores, pode-se observar a inclusão dos novos departamentos nos anos após 2016, como já foi mencionado neste trabalho que iria haver a inclusão de novos produtos, e a exclusão do seguimento alimentício. Pode ser observado também, o aumento de um pouco mais que 100% do faturamento entre o ano de 2016 e 2018, justificado pelo implemento do Plano de ação 2.

Dentro das despesas do ano de 2017 pode ser visto a inclusão do plano de ação 3, investimento de 0,5% do faturamento anual para criar o plano de participação dos resultados para os funcionários. Além deste, há a inclusão do investimento com a contratação da empresa especializada em *Balanced ScoreCard*, para prestar consultoria para implantação do BSC e treinamento da equipe de gestão para a elaboração e monitoramento dos indicadores de desempenho. E por fim, observa-se a evolução significativa do saldo líquido da empresa após a implantação do planejamento estratégico, com o devido controle.

4.2.4 Fase IV – Controle e Avaliação

Na Distribuidora Nova Ilha, é realizado diariamente a avaliação e o controle através de planilhas de acompanhamento de metas, quadro de gestão à vista, onde estes englobam informações sobre uma série de indicadores e incentivam uma competição sadia entre as equipes, através da comparação e desempenho alcançados.

Mensalmente e anualmente é analisado, também, as demonstrações financeiras e contábeis (balancete de 12 meses, DRE, balanço patrimonial), que inclusive, o próprio sistema de gestão que a distribuidora tem pode ajudar nessas análises. Além do sistema, a contabilidade da empresa consegue fornecer esses dados anualmente.

Além dos métodos citados, será implantada a ferramenta BSC (*Balanced Scorecard*), que visa auxiliar a empresa na organização das suas ações no sentido de gerir e cumprir a sua estratégia, por meio de indicadores de performance. Estes vão indicar os pontos que estão sendo apropriados, bem como os que precisam ser revistos para se atingirem os objetivos da organização.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para melhorar o desempenho da distribuidora diante dos seus concorrentes e clientes, é preciso conhecer os pontos fortes e fracos da organização e dos seus concorrentes, além das ameaças e oportunidades que podem ser encontradas no ambiente interno ou externo da empresa, para depois poder investir com mais precisão naquilo que realmente se quer obter.



Conhecendo melhor as diretrizes organizacionais e o mercado atual, é possível elaborar planos de ação que possibilitarão uma melhor comunicação dentro e fora da empresa, aumento da capacidade de tomar decisões rápidas e precisas, uma visão mais clara do ambiente interno e externo, permitindo uma delegação mais precisa de tarefas, fazendo com que a empresa se torne mais competitiva diante dos seus concorrentes.

Para garantir a excelência do planejamento é crucial a execução e o controle eficaz dos planos de ação. Para isso, indicou-se a ferramenta *Balanced Scorecard* (BSC) para transformar os objetivos da empresa em indicadores de desempenho para serem controlados e praticados. Além desta, indicou-se também o controle de metas e a utilização de quadro de gestão a vista, que possibilita demonstrar para toda a equipe, seja através de gráficos, dados, informações gerenciais, a atualização constante dos processos críticos, tendências positivas e negativas e pontos de controle.

Assim, o planejamento estratégico passa a ser uma ferramenta que auxilia e norteia os caminhos da organização para se tornar mais competitiva. O envolvimento de todos os parceiros, assim como a capacitação dos mesmos, e a disponibilidade de recursos não interferir diretamente nos resultados almejados. Daí a importância da integração de todos os setores da empresa em prol do mesmo objetivo, falando a mesma linguagem.

Referências

- CAMPOS, V. F. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. 7ª ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2001.
- CASTRO, A. M. G. et al. Metodologia de planejamento estratégico das unidades do MCT. Brasília, DF: Ministério da Ciência e Tecnologia, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2005.
- CHIAVENATO, I. Introdução a Teoria Geral da Administração. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- CHIAVENATO, I.; SAPIRO, A. Planejamento Estratégico: Fundamentos e Aplicações. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- COSTA, E. A. Gestão Estratégica. São Paulo: Saraiva, 2006.
- DRUCKER, P. F. A organização do futuro. SÃO PAULO: Futura, 1997.
- GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. São Paulo: Atlas, 1999.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. Fundamentos de metodologia científica. 6ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2006.
- MARTINS, G. A.; LINTZ, A. Manual para Elaboração de Monografias e Dissertações. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- MINTZBERG H. QUINN, J. B. O Processo da Estratégia. Porto Alegre: Ed. Bookman, 3ª edição, 2001.
- NAKAGAWA, M. Ferramenta: 5 forças de Porter (clássico). Estratégia e Gestão. Editora Globo, 2011.
- NASCIMENTO, A. F. G. A utilização da metodologia do ciclo PDCA no gerenciamento da melhoria contínua.



2011. 38 f. TCC (MBA em Gestão Estratégica da Manutenção, Produção e Negócios) - Faculdade Pitágoras, São João Del Rei. Disponível em: <www.icap.com.br/biblioteca/175655010212_Monografia_Adriano_Fagner.pdf>. Acesso em: julho de 2016.

OLIVEIRA, D. P. R. Excelência na administração estratégica: competitividade para administrar o futuro das empresas. 4ª ed. São Paulo: SP. Atlas. 1999.

_____. Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e práticas. 14ª ed. São Paulo: Atlas, 2004.

_____. Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e práticas. 17ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

_____. Planejamento Estratégico. 31ª ed. São Paulo: Atlas, 2013.

PORTER, M. E. Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1989.

_____. Competição: Estratégias Competitivas Essenciais. 13ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1999.

_____. Estratégia Competitiva. 7ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

PORTER, M.; MONTEGOMERY, C. A busca da vantagem competitiva. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

RIZZATTI, G. Etapas do processo da elaboração e implementação do planejamento estratégico em universidades. In: XI Colóquio Internacional Sobre Gestão Universitária na América do Sul. II Congresso Internacional IGLU. Florianópolis, 7 a 9 dez/2011.

STONER, J. A., FREEMAN, R. E. Administração. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção: Estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá, UNIFEI, 2012.



CAPÍTULO 24

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS LOGÍSTICAS DE 3 STARTUPS BRASILEIRAS

LOGISTIC TECHNOLOGICAL INNOVATIONS OF 3 BRAZILIAN STARTUPS

Diego do Prado Coelho

Eliacy Cavalcanti Lélis

Resumo

Na busca por eficiência muitas companhias no Brasil encontram na terceirização dos serviços logísticos um facilitador, entendendo que, em momentos instáveis, a flexibilidade dessa ferramenta pode vir a ser bastante útil economicamente. Essa tendência tem criado oportunidades para um modelo de negócio que cresce gradativamente no país: as Startups. Este trabalho tem como objetivo geral identificar as contribuições de três startups que realizam serviços terceirizados com operadores logísticos com foco na inovação tecnológica da logística no Brasil. Esse estudo apresenta, por meio de pesquisa bibliográfica, uma análise do mercado de terceirização de operadores logísticos no Brasil e das soluções empregadas por três startups desse setor, com o objetivo de apresentar a atuação dessas Startups no setor logístico brasileiro como elemento de diferenciação competitiva no mercado.

Palavras-chaves: startup; inovação tecnológica; logística.

Abstract

In the search for efficiency, many companies in Brazil find a facilitator in the outsourcing of logistics services, understanding that, in unstable moments, the flexibility of this tool can prove to be quite economically useful. This trend has created opportunities for a business model that is gradually growing in the country: Startups. This work has as general objective to identify the contributions of three startups that perform outsourced services with logistics operators with a focus on technological innovation in logistics in Brazil. This study presents, through bibliographic research, an analysis of the outsourcing market for logistics operators in Brazil and the solutions employed by three startups in this sector, with the objective of presenting the performance of these Startups in the Brazilian logistics sector as an element of competitive differentiation in the market.

Keywords: startup; technologic innovation; logistics.



1. INTRODUÇÃO

A logística no Brasil é um fator de extrema importância para a economia e ajuda a mover o país. Segundo pesquisa do Instituto de Logística e Supply Chain os custos logísticos corresponde à 12,3% do PIB do Brasil e esses gastos representam, ainda, 7,6% da receita líquida das companhias, considerando transporte, estoque e armazenagem (MARTINS, 2020).

A logística é uma atividade integrada que se responsabiliza em suprir e distribuir produtos de maneira organizada, que implica no melhor planejamento, coordenação e execução dos processos, controlando estoque, desde a aquisição até o consumo final, englobando toda a movimentação interna e externa de materiais (NASCIMENTO, 2011). Entende-se que, o exponencial avanço da tecnologia e as recentes crises em diversos setores, a busca por inovação em todos os meios se faz necessária; seja para diminuir custos e despesas ou para entender melhor seu cliente, as empresas de logística e transporte buscam cada vez mais inovar em seu fluxo de trabalho, desde utilizando algumas tecnologias do tipo: Electronic Data Interchange (EDI), o Warehouse Management System (WMS) ou Vendor Managed Inventor (VMI) até a busca por um melhor entendimento de seus clientes.

Muito embora a busca por inovação no setor logístico seja hoje uma necessidade, investir na pesquisa e produção de novos meios para se atingir os resultados esperados nesse cenário podem sair caro demais para pequenas e médias empresas que atuem nos setores de distribuição, estratégia e outros relacionados à logística no país. Para resolver os *gaps* de melhoria e satisfação do serviço esperado, muitas empresas se juntam com *startups* na missão de encontrar as melhores e mais viáveis soluções para seus problemas e desafios. Entender falhas nesse mercado e solucionar problemas, é a grande missão dessas empresas, que vêm se fortalecendo e desenvolvendo nos últimos anos e o presente artigo, visa analisar as atuais soluções logísticas e identificar as presentes e novas tecnologias como forma de sanar possíveis falhas e, de certa forma, o aumento da competitividade para as empresas desse nicho.

Portanto, este trabalho busca responder a seguinte pergunta de pesquisa: como as startups podem contribuir para a inovação tecnológica para otimizar processos logísticos no Brasil?

Este trabalho tem como objetivo geral identificar as contribuições de três *startup's* que realizam serviços terceirizados com operadores logísticos com foco na inovação tecnológica da logística no Brasil.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a elaboração desse artigo foi a pesquisa teórica. Segundo Tachizawa e Mendes (2006) a forma básica da pesquisa teórica é a bibliográfica. Fundamenta-se no levantamento do maior número de material sobre o assunto. Então analisá-los e ordená-lo, de forma a possibilitar um maior conhecimento deste ou possibilidades para discuti-lo.

Sobre a metodologia, diz Demo (2008, p. 20): “dedicada a reconstruir teoria, conceitos, ideias, ideologias, polêmicas, tendo em vista, em termos imediatos, aprimorar fundamentos teóricos”. Organizar e analisar o material encontrado definindo os mais relevantes e pertinentes. A elaboração de uma conclusão neutra que vá de encontro ao objetivo principal do trabalho.

Conforme Andrade (1997), uma pesquisa bibliográfica pode ser desenvolvida como um trabalho em si mesmo ou constituir-se numa etapa de elaboração de monografias, dissertações etc. Assim sendo, é apresentado um panorama mais completo do papel das Startups na terceirização dos serviços logístico, objetivando um estudo específico desse cenário a partir de todo material teórico apresentado. Para delimitar o contexto do estudo, foram selecionadas 3 empresas startups de destaque no setor logístico para ilustração e discussão da temática.

3. OTIMIZAÇÃO LOGÍSTICA E STARTUP

O Brasil é um país em desenvolvimento que possui muitas lacunas no tocante a qualidade dos nossos modais de transporte utilizados nas operações logísticas. Atualmente, o modal mais utilizado no país é o rodoviário, atingindo praticamente todos os pontos do território nacional, pois desde a década de 50 com a implantação da indústria automobilística e a pavimentação das rodovias, esse modo se expandiu de tal forma que hoje é o mais procurado. (RIBEIRO e FERREIRA, 2002)

A logística brasileira apresenta diversos gaps, lacunas em seu desenvolvimento e forma de trabalho; lacunas essas perceptíveis no dia-a-dia das operações logísticas em geral. No âmbito da avaliação da cadeia de suprimentos como um todo, muitas organizações não obtiveram êxito na maximização do potencial de suas cadeias de suprimento, porque falharam em desenvolver indicadores ou sistemas necessários para integrar e maximizar sua eficiência (GUNASEKARAN et al., 2004). Um levantamento do Infra2038 apontou que em 2017 foi investido apenas 1,4% do PIB (Produto Interno Bruto) em infraestrutura, o que representa a taxa mais baixa da história do País. Segundo Felipe Galheigo (2018, s.p), para o Jornal Estadão - Política, “Além da infraestrutura defasada que o Brasil oferece, a ausência de conexões dos diferentes modais também impacta diretamente o segmento. [...]



A greve dos caminhoneiros foi um bom exemplo de que qualquer falha na malha rodoviária pode ser fatal. Este é um gap que precisamos suprir imediatamente.”

A preocupação com a otimização dos serviços logísticos nas empresas e a diminuição de custos aplicados nessa área, gera potencial vantagem competitiva para muitas empresas. Conforme Pettersson e Segersted (2013), conhecendo seus custos logísticos as empresas podem manter o foco na redução deles, visando aumentar a rentabilidade e o conhecimento de seus negócios.

Sabendo a importância da logística e os impactos, positivos ou negativos, atribuídos à gestão adequada do serviço, muitas empresas buscam por oportunidades que garantam assertividade e maior competitividade no mercado. O avanço tecnológico dos últimos anos, permitiu a muitas empresas executar com eficiência processos que, antes, eram geradores de entraves na cadeia logística e prejuízo financeiro. Enormes mudanças ocorreram como resultado da tecnologia da informação disponível. Durante a década de 1990, o mundo do comércio sofreu impacto irreversível por conta dos adventos dos computadores, da internet e de uma série de possibilidades acessíveis de transmissão de informações. (BOWERSOX, CLOSS, COOPER, JOHN C. BOWERSOX, 2013, p.3)

A Everlog, em matéria publicada em 2019, define Startup como empresas com modelo de negócio escalável, com base em inovação e tecnologia, buscando criar soluções que resolvem dores do mercado. Startups referidas como unicórnios são aquelas que conseguiram atingir um valor de mercado de 1 bilhão de dólares em até cinco anos de existência. Startups de logística seguem o mesmo molde, com soluções voltadas para o cenário logístico das indústrias. Existem startups de entrega, gestão de fretes, tracking, rastreamento, entre outros. No Brasil esse modelo de negócio começou a se popularizar em meados de 2008, inspirado pelas tendências americanas localizadas no Vale do Silício, na Califórnia. (EVERLOG, 2019; SOARES, 2020).

Atuando de e forma disruptiva, com processos de inovação mais rápidos, as startups podem figurar como parceiros de muitas empresas, possibilitando a estas, terceirizar parte ou todo o processo envolvido em sua logística, melhorando seu desempenho. Além de otimizar os serviços logístico, optando por uma empresa especialista nesse setor “a terceirização desvia da empresa contratante os investimentos em recrutamento e treinamento de pessoal, dos gastos para a aquisição e manutenção dos ativos e sistemas, e da gestão de tudo isso”. (GOI, 2014, s.p).

Atualmente, mais de 350 startups relacionadas à gestão da cadeia de suprimentos estão listadas no Angellist, página on-line criada com objetivo de estreitar a comunicação entre investidores e empreendedores. Para Paula Monteiro (2020), em matéria para ILOS, esse número expressivo pode ser explicado pelas inúmeras oportunidades de melhoria existentes no mercado de logística e supply chain management: trata-se de um setor que é cada vez mais pressionado, seja para reduzir custos em razão da redução das margens, ou para ser mais veloz, atendendo as



necessidades cada vez mais urgentes dos clientes.

Uma startup logística precisa contar com um forte time de desenvolvimento para entender as necessidades do setor e desenhar soluções eficientes que atendam essas demandas. Não é de surpreender que empresas tenham utilizado a prática de terceirização do trabalho para outras empresas especialistas no desempenho de funções específicas (BOWERSOX, CLOSS, COOPER, JOHN C. BOWERSOX, 2013; MUNARO, 2018).

O principal diferencial de uma startup em relação às demais empresas prestadoras de serviços logísticos é a velocidade de crescimento e de desenvolvimento de novas tecnologias. O mercado muda, as preferências do cliente mudam e os produtos, também, analisa SOARES (2018, s.p.).

Sobre inovação nos modelos logísticos, Oliveira (2018, s.p.) comenta que “é importante pensar em diversificar a modalidade de transporte, usando não apenas veículos motorizados, mas também bicicletas e até entregas a pé”. Oliveira explica que logística é um setor que tem muita cautela com inovação pois “muitas empresas têm medo de arriscar o nível de qualidade da empresa e até informações da empresa, mas criar colaboração é fundamental”, completa.

4. RESULTADOS DA PESQUISA

Nesse cenário de grande busca por otimização de custos, processos e gestão surgem as startups, que podem ser entendidas como “instituições [...] projetadas para criar novos produtos e serviços sob condições de extrema incerteza” (RIES, 2011, s.p.). Ou seja, são organizações que visam constante aperfeiçoamento de seus serviços/produtos por meio do ciclo de construir, medir e aprender. Surgiram então, startups especializadas em diferentes setores da logística no Brasil, visando levar inovação e otimização de recursos para armazenar, estocar e distribuir. Os problemas e as tendências logísticas encontradas no país são um prato cheio para que startups da área criem estratégias e modelos de negócio que solucionem as lacunas existentes e tragam inovação para o setor. O perfil criativo, acelerado e otimizado das startups tem atraído grandes empresas logísticas como a Tegma, que em 2017 criou uma unidade para acelerar startups, a TegUp. “Queremos provocar uma transformação na área logística do Brasil com um projeto ambicioso”, afirmou Pedro Neves, diretor de Inovação, Tecnologia e Processos da Tegma e líder da TegUp, em entrevista a *Época NEGÓCIOS Online*. A Tegma é um exemplo de grande empresa que, quando decidiu inovar, preferiu buscar startups no mercado a criar um departamento interno de inovação (FAUSTINO, 2018).

Após uma pesquisa com aproximadamente 13 milhões de funcionários em nove setores da indústria, o World Economic Forum chegou à seguinte conclusão: dentro de 5 ou 10 anos, algumas empresas poderão ficar obsoletas por não



terem funções associadas à inovação. Sobre a aliança entre grandes empresas e *startups*, Letícia Soares diz que:

associar-se a startups é a chance de ter acesso a uma ferramenta disruptiva preparada para identificar novos processos capazes de conectar empresas, estancar recursos mal administrados, orçamentos inflados e cronogramas perdidos. Geralmente empresas consolidadas no mercado têm mais dificuldades em enxergar as startups como parceiras. Mas a verdade é que tê-las por perto pode ser a oportunidade para encontrar novas soluções para velhos problemas de eficiência, por exemplo. (SOARES, 2018, s.p.)

Para citar algumas startups que cumprem com as expectativas do setor quanto à inovação, trazemos a Cobli, JettaCargo e a Send4, todas as 3 empresas resolvem de forma inteligente e otimizada problemas de logística encontrados na rotina de grandes empresas. No quadro 1 é possível ver um comparativo sobre as empresas e os problemas que resolvem.

QUADRO 1 - Startups do Setor Logístico e suas áreas de atuação.

EMPRESA	COBLI	JETTACARGO	SEND4
PRODUTO	Inteligência de gestão de frotas	Software desenvolvido para otimização de espaço nos fretes	Reduz o valor do frete para compradores que optam em retirar o produto
PLATAFORMAS	<ul style="list-style-type: none"> • Windows • Android • Apple 	<ul style="list-style-type: none"> • Windows 	<ul style="list-style-type: none"> • Windows
CARACTERISTICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Rastreador veicular; • Roteirizador de rotas; • Gestão de frota; • Controle de combustível; • Bloqueador veicular; • Manutenção de frota. 	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento de cargas; • Otimização de espaços para cargas; • Visualização em 3d; • Relatórios; • Integração com ERPS; • Software 100% web. 	<ul style="list-style-type: none"> • Automatização da solicitação; • Permita que o consumidor devolva o produto em lojas e pontos próximos a sua casa; • Fidelização com uma troca mais simples.
PROBLEMA RESOLVIDO	Sistema capaz de fornecer informações precisas de todos os veículos conectados, sejam veículos de pequeno porte como motos, veículos de passeio e até caminhões.	Otimiza o espaço de carga dentro do caminhão, reduzindo custos e a necessidade de frotas maiores.	Após uma compra na internet ser efetuada, ao invés de pagar o frete cheio, a Send4 oferece a opção de o comprador retirar o produto em um de seus parceiros.

EMPRESA	COBLI	JETTACARGO	SEND4
DIFERENCIAIS	O sistema permite saber: velocidade do veículo, modo de condução dos motoristas, uso do ar-condicionado com o veículo parado, entre outros. É possível também planejar, otimizar e enviar a melhor rota para o motorista.	O sistema trabalha através de algoritmos indicadores que fornecem com exatidão a melhor forma de alocar a carga no veículo, permitindo até a visualização em 3D do veículo.	A Send4 facilita para clientes que mesmo com CEP restrito conseguirem comprar online com mais agilidade. Para os e-commerces a startup reduz custos logísticos em decorrência da redução também de ocorrências sem sucesso na entrega, além de facilitar trocas e devoluções.

Fonte: Adaptado de Cobli, JettaCargo, Send4 (2020)

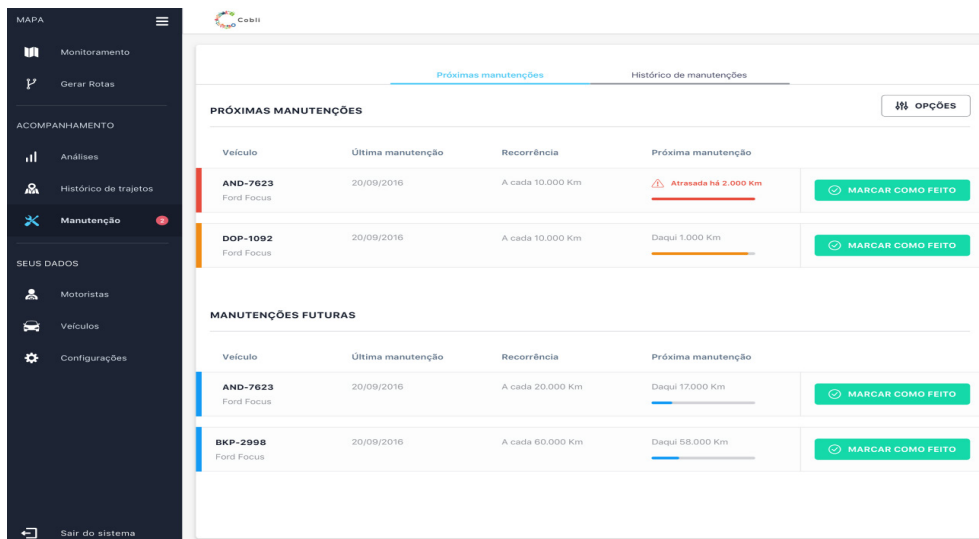
Como é possível observar a partir do quadro acima, as startups que se propõem a buscar soluções para alguns dos problemas anteriormente apresentados, em geral, fazem isso de forma disruptiva, com soluções que extrapolem os padrões atuais do mercado. Nesse sentido, é importante ressaltar as startups provedoras de serviços logísticos por atuarem para diversos clientes, e por necessitarem atualizar continuamente sua infraestrutura, suas tecnologias e seus recursos humanos, têm flexibilidade para oferecer e viabilizar soluções logísticas modernas e customizadas segundo as necessidades específicas de seus clientes, aproveitando a experiência acumulada na operação de um determinado cliente em outros com necessidades e características similares.

Em suma, pode-se considerar que a terceirização de serviços logísticos pode ser extremamente importante para empresas que necessitam profissionalizar seu setor logístico, uma vez que não possuem experiência na área. Cabe ao dono do negócio entender as necessidades do empreendimento e avaliar o custo-benefício de cada uma das soluções oferecidas pelas startups do setor logístico no Brasil, visando sempre a otimização dos custos e o crescimento da competitividade da sua empresa no mercado.

A Cobli foi fundada em 2016, ela conta um programa (Figura 1), que fornece informações de todos os veículos conectados, de pequeno à grande porte. Através de um aparelho instalado no carro, todas as informações referentes ao funcionamento do veículo, tais como uso de periféricos, velocidade etc, são transmitidas via satélite e entregues diretamente ao gestor da frota através de um computador conectado à internet.

FIGURA 1- Sistema Cobli

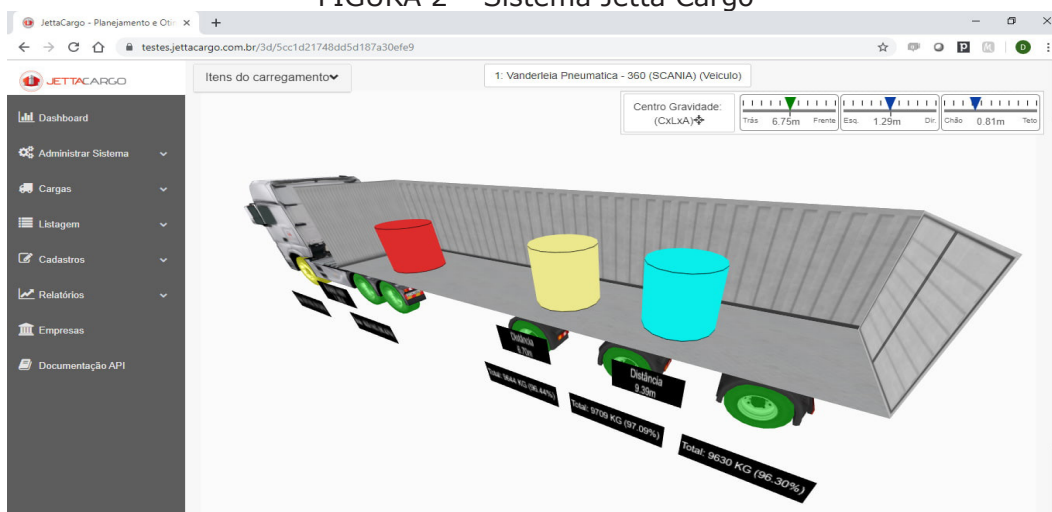




Fonte: Cobli (2020)

A Jetta Cargo conta com um software (figura 2), desenvolvido com a finalidade de otimizar a disposição de carga dentro de paletes, caminhões e contêineres, dentre outros. Através de algoritmos que apontam com precisão o melhor modo de adequar a carga. Com estas informações, o sistema calcula a posição ideal para cada mercadoria, considerando diversas variáveis, tais como: fragilidade do produto, limite de empilhamento, distribuição de peso entre eixos e permite ainda que o usuário visualize em um modelo 3D o resultado.

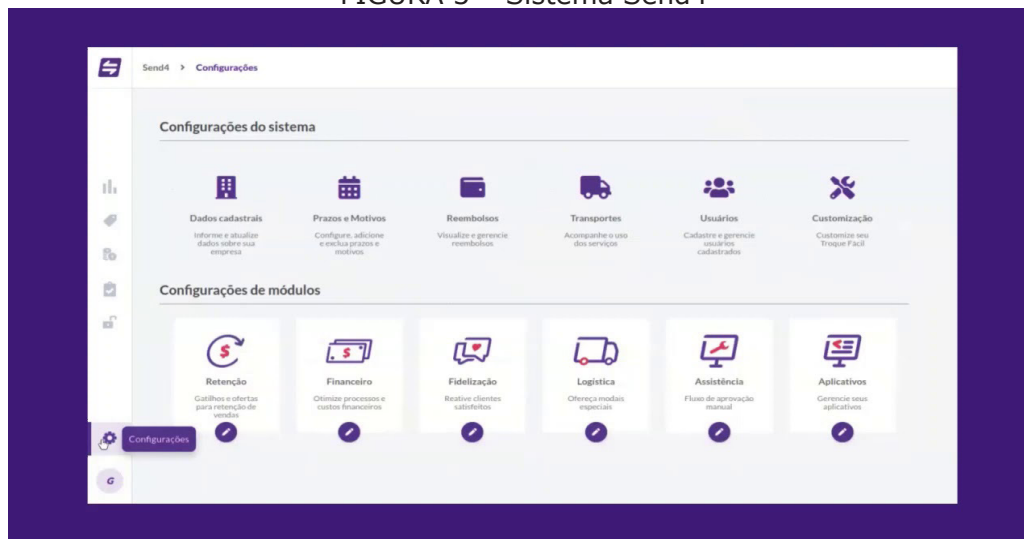
FIGURA 2 – Sistema Jetta Cargo



Fonte: Jetta Cargo (2020)

A Send4 foi fundada em 2016 e fornece um aplicativo, vide figura 3, aonde o seu principal objetivo é amenizar o valor do frete para consumidores que se dispuserem a buscar o produto.

FIGURA 3 – Sistema Send4



Fonte: Troquefacil (2020)

Após a realização de uma compra na internet, se o comprador decidir retirar o produto em um local parceiro da Send4 é disponibilizado um desconto, ao invés do valor cheio do frete. A Send4 facilita a rotina de consumidores finais e e-commerce. O objetivo é aproximar os universos online e offline e fazer com que a logística reversa se torne uma experiência positiva para o consumidor e para o e-commerce.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise dos elementos apresentados se pode enxergar um cenário onde a logística do país enfrenta diversos problemas e gaps que precisam ser resolvidos para que, no futuro, o Brasil possa avançar não só no setor logístico, mas como um todo, em direção a uma melhor organização de seus setores produtivos, importadores, exportadores, entre outros.

Como apresentado neste artigo, uma solução possível para as lacunas citadas pode ser é aliar as grandes e consolidadas empresas de logística do país às novas entrantes do mercado, em especial as startups, que não só têm um modelo diferenciado de organização empresarial como também propõem soluções diferentes das existentes, com foco em otimizar as soluções apesar das adversidades econômicas que possam existir.

Embora algumas empresas tenham ainda algum receio de se aliar às startups em busca de inovação no mercado logístico, grandes *players* do setor já se mostram abertos a não só se abrir a esses novos modelos de empresa e soluções como também abrir portas e preparar o caminho para que as *startups* do setor logístico possam trabalhar de forma eficiente para preencher as lacunas encontradas no país. Um desses casos é a Tegma, que criou a TegUp, setor da empresa que busca impulsionar a entrada das *startups* que buscam novas soluções para a área.

Com os exemplos de empresas e ações anteriormente citadas, é possível ver que o incentivo às novas ideias e modelos de solução são o futuro do setor no país, sendo, ainda que com cautela, recomendável ver com bons olhos as *startups* que querem entrar para o mercado atual. Muito embora a logística possa por vezes parecer um setor onde a inovação é difícil de acontecer, podemos esperar dessas novas empresas ares de mudança, ficando nas mãos tanto das empresas já consolidadas quanto das novas *startups* entrantes na área o futuro da logística do Brasil.

Referências

ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução à Metodologia do trabalho científico**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1997.

BOWERSOX, CLOSS, COOPER, JOHN C. BOWERSOX, **Gestão Logística da Cadeia de Suprimentos**. 4. ed. AMGH, 2013. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=cli2AwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR4&dq=gest%C3%A3o+logistica&ots=PKrdQbW7tK&sig=Y2k6qadgHW0KvtAg4NkrJTbZf-c#v=onepage&q&f=false>>. Acesso em: 27 de jun. de 2020.

COBLI. **Página principal**. Disponível em < <https://www.cobli.co/>> Acesso em 20 mai. 2020.

DEMO, P. Social Research. **Serviço Social & Realidade** (Franca), v. 17, n. 1, p. 11- 38, 2008.

EVERLOG. **Entenda o que são startup de logística**. Disponível em: <<https://everlogbrasil.com.br/startups-de-logistica/>>. Acesso em: 27 de jun. de 2020.

FAUSTINO, Rafael. Tegma investe em startups para o setor de logística. 2018. **Época Negócios**. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2018/07/tegma-investe-em-startups-para-o-setor-de-logistica.html>>. Acesso em: 20 de mai. de 2020.

FIGUEIREDO, Bernardo. **Problemas de logística extrapolam, segundo presidente da EPL**. Disponível em :<<https://www.logweb.com.br/problemas-de-logistica-extrapolam-segundo-presidente-da-epl/>>. Acesso em: 21 de jun. de 2020.

GALHEIGO, Felipe. Quais são os principais desafios da logística no Brasil?. **Estadão**, São Paulo, 11 ago. 2018. Política, p. -. Disponível em: <<https://politica.estadao.com.br/blogs/fausto-macedo/quais-sao-os-principais-desafios-da-logistica-no-brasil/>>. Acesso em: 21 de mai. de 2020.

GOI, Roldo. **O valor da terceirização logística**. Disponível em: <<https://www.tecnologistica.com.br/portal/artigos/67513/o-valor-da-terceirizacao-logistica/>>. Acesso em: 12 de jul. de 2020.

GUNASEKARAN, Angappa. **Medidas de desempenho e métrica de decisões na terceirização**: uma revisão para pesquisa e aplicações. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/281319782_Gunasekaran_et_al>. Acesso em: 20 de mai. de 2020.

INFRA 2038. **Quanto Precisamos Investir Até 2038?**. 2018.. Disponível em: <https://docs.wixstatic.com/ugd/63fe2f_dc1de8a653bc4883abbde785de8efd02.pdf>. Acesso em: 21 de mai. de 2020.

JETTA CARGO. **Página principal**. Disponível em < <https://www.jettasoft.com.br/>> Acesso em 20 mai. 2020.

MARTINS, Danylo. Entrega rápida, **Valor Econômico**. Disponível em: <<http://www.ilos.com.br/web/entrega-rapida/>>. Acesso em: 20 de mai. de 2020.

MONTEIRO, Fernanda. **A febre das startups de logística**. Disponível em: <<https://www.ilos.com.br/web/a-febre-das-startups-de-logistica/>>. Acesso em: 27 de jun. de 2020.

MUNARO, Juliana. **O que as startups estão fazendo para melhorar a logística brasileira**. 2018. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/pme/pequenas-empresas-grandes-negocios/noticia/2018/06/o-que-startups-estao-fazendo-para-melhorar-logistica-brasileira.html>>. Acesso em: 18 de mai. de 2020.



NASCIMENTO, Jailton. **O que é Logística**. Disponível em: < <https://administradores.com.br/artigos/o-que-e-logistica>>. Acesso em: 20 de jun. de 2020.

NOVAES, Antônio Carlos Galvão. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. Rio de Janeiro, Editora Campus Ltda., 2001.

OLIVEIRA, Paulo. **O que as startups estão fazendo para melhorar a logística brasileira**. 2018. Disponível em: <<https://ecommercelogistica.blogspot.com/2018/07/o-que-as-startups-estao-fazendo-para.html>>. Acesso em: 21 de jun. de 2020.

PETERSSON, A. I.; SEGERSTEDT, A. Measuring supply chain cost. **International Journal of Production Economics**, v. 143, n. 2, p.357-363, 2013.

RIBEIRO, Priscilla Cristina Cabral; FERREIRA, Karine Araújo. Logística e transportes: uma discussão sobre os modais de transporte e o panorama brasileiro. **XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2002.

RIES, Eric. **A startup enxuta**: como os empreendedores atuais utilizam a inovação contínua para criar empresas extremamente bem-sucedidas. 2012.

SEND4. **Página principal**. Disponível em <https://www.troquefacil.com.br/institucional/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=search&utm_content=branding&utm_term=%2Bsend4%20startup&utm_campaign=Search+%7C+Branding&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=1490255315&hsa_cam=10497638607&hsa_grp=107496418961&hsa_ad=446897469341&hsa_src=g&hsa_tgt=kwd-923844013371&hsa_kw=%2Bsend4%20startup&hsa_mt=b&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gclid=CjwKCAjwjLD4BRAiEiwAg5NBFoc_ah1COWwN4iGJ1-uSpqNQM99gDYhzESxD5v5Zqzng_BS-NdR_ohoCTbIQAvD_BwE> Acesso em 20 mai. 2020.

SOARES, Letícia. **7 startups de logística para conhecer melhor**. 2018. Disponível em: <<https://blog.truckpad.com.br/dicas-de-logistica/startups-de-logistica/>>. Acesso em: 22 de mai. de 2020.

SOARES, Fábio Rubens. **Veja 5 desafios enfrentados em logística pelas empresas**. Disponível em <<https://www.terra.com.br/economia/veja-5-desafios-enfrentados-em-logistica-pelas-empresas,7418c655e-276b310VgnCLD200000bbcceb0aRCRD.html>> Acesso em: 20 de mai. de 2020.

TACHIZAWA, T. e MENDES, G. **Como fazer monografia na prática**. 12 ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

TRUCKPAD – **7 startups de logística para conhecer melhor**. Disponível em: <<https://www.truckpad.com.br/blog/startups-de-logistica/>>. Acesso em: 27 de jun. de 2020.



CAPÍTULO 25

PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO: UM ESTUDO DE MELHORIA EM UMA EMPRESA DO SETOR MOVELEIRO EM IRANDUBA - AM

MAINTENANCE PLANNING AND CONTROL: A STUDY OF IMPROVEMENT
A MOBILE SECTOR COMPANY IN IRANDUBA - AM

Adriene de Freitas Lima

Resumo

O setor moveleiro no Amazonas tem se destacado nos últimos anos, exclusivamente na qualidade de seus produtos, na conservação de equipamentos e maquinários tem apresentado deficiência, assim gerando atrasos nos pedidos dos clientes. Empresas de pequeno e médio porte, se caracterizam por não apresentarem um plano de manutenção eficiente para os seus equipamentos, assim tendo em vista custos não planejados com manutenção. A presente pesquisa tem por objetivo propor melhorias ao planejamento e controle de manutenção em uma empresa do setor moveleiro em Iranduba – AM. Observou-se, através, de uma pesquisa científica sobre a manutenção realizado por meio de entrevistas e observações ao responsável de manutenção, que a empresa não possui um Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) implementado. Sendo que, é uma parte essencial da manutenção, pois é responsável por planejar e controlar as ações mantenedoras dentro de qualquer empresa. A referida empresa não documenta o seu desempenho no mercado, tampouco os seus gastos com manutenção em seus equipamentos. O resultado constatou que a empresa não possui uma visão de melhoramento, apresentando apenas custos com matéria-prima para a produção.

Palavras chave: Setor moveleiro, PCM, Manutenção.

Abstract

The furniture sector in the Amazon has stood out in recent years, exclusively in the quality of its products, in the conservation of equipment and machinery has presented deficiency, thus generating delays in customer orders. Small and medium-sized companies are characterized by not presenting an efficient maintenance plan for their equipment, thus in view of unplanned maintenance costs. This research aims to propose improvements to maintenance planning and control in a furniture company in Iranduba - AM. It was observed, through a scientific research on the maintenance carried out through interviews and observations to the maintenance officer, that the company does not have a Maintenance Planning and Control (PCM) implemented. Being that, it is an essential part of maintenance, because it is responsible for planning and controlling the maintenance actions within any company. This company does not document its performance in the market, nor its expenses with maintenance on its equipment. The result found that the company does not have a vision of improvement, presenting only raw material costs for production.

Key words: Furniture sector, PCM, Maintenance.



1. INTRODUÇÃO

De acordo com a ABNT (1994) manutenção é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou re-colocar um item em estado no qual possa desempenhar uma função requerida.

Segundo Rosa et al. (2018) a manutenção é fundamental para uma empresa porque é ela que irá manter a capacidade produtiva funcionando da melhor maneira requerida, quando não há busca da gestão dentro de uma companhia, essa tem grandes chances de ser composta por intervenções corretivas em equipamentos, em que na maioria das situações é extremamente danoso para os custos envolvidos.

Souza et al. (2018) afirma que a manutenção não atua apenas em máquinas e equipamentos que estão em operações; atua também na concepção de um projeto, uma vez que as disposições de peças devem obedecer a critérios para facilitar futuras operações de manutenção. É importante saber o motivo da manutenção se preocupar tanto em examinar de forma sistemática de suas instalações, sendo eles: os benefícios para a segurança dos colaboradores, o aumento da confiabilidade e na qualidade, os custos com operações mais baixos, o tempo de vida útil dos equipamentos se tornam maiores e a depreciação das instalações é menor (SLACK et al., 1999).

Segundo Gurski e Rodrigues (2008) a área de manutenção, nas indústrias de um modo geral, é pouco desenvolvida, não fazendo uso de práticas essenciais de planejamento e programação de serviços, e também de ações da área sempre assumam o status de urgência, impondo à produção grandes perdas de produtividade com impactos na lucratividade da organização.

Fortes (2007) aborda que, no geral, a indústria moveleira é composta por empresas de pequeno e médio porte, formando um mercado segmentado, e caracterizado pelo uso intensivo de mão de obra, baixo dinamismo e pouca inovações tecnológicas. Segundo Roese (2003) pequenas empresas formam aglomerações locais e, aos altos custos de maquinários modernos, usam uma baixa intensidade tecnológica.

No setor moveleiro, as empresas de pequeno porte de Manaus e do interior possuem características de serem empresas familiares, assim trabalhando em pequena escala na produção artesanal e com maquinários adaptados, por causa da dificuldade de acesso a recursos financeiros (MÁXIMO, 2013).

Máximo (2013, p. 34) ressalta nas características de educação de médias e pequenas empresas, que "devido ao baixo nível de educação dos proprietários e funcionários que não conseguem lidar com aspectos importantes de uma empre-



sa como o planejamento de produção, armazenagem e logística para desenvolver mobiliários com maior valor agregado e com menos desperdício, assim sendo relevante treinamento de técnicas para auxiliar o desenvolvimento das empresas”.

As indústrias moveleiras, de modo geral, devem investir em design próprio para que tenham retorno imediato, pois está relacionado a produção e a qualidade do produto, assim influenciando à aparência, a trabalhabilidade e a disponibilidade da maneira; no processamento que dá liberdade e flexibilidade a configuração dos desenhos nos móveis, as pequenas e médias empresas tendem à produção de móveis em baixa escala, com insumos menos processados, e tendo na maioria a madeira maciça em prancha ou tábua, assim exigindo uma maior quantidade de processamento dentro da própria empresa (MÁXIMO, 2013).

Hermosilla et al. (2018) alega que algumas empresas do setor moveleiro não apresentam o planejamento de manutenção. Na verdade, a manutenção só ocorre quando um equipamento quebra, caracterizando uma manutenção corretiva, mas que do ponto de vista da gestão da manutenção, esse plano de reparo não permite a empresa saber o que está ocorrendo com os recursos de produção, pois não é acompanhado por nenhum tipo de controle, o que também não permite avaliar os motivos da quebra. Os procedimentos de reparo baseando-se apenas na troca simples de peças danificadas, não havendo acompanhamento ou ciência dos colaboradores (ordem de manutenção), sem a procura dos motivos que levavam o equipamento à quebra, criam uma má cultura na empresa, de que seus funcionários desconhecem a gravidade destes eventos e assim continuam a operar os equipamentos até sua parada completa.

Políticas de manutenção bem definidas de acordo com Takahashi (1993) conferem às organizações resultados positivos em qualidade, entrega, diminuição de custos e redução de processos, atividade estas que são essenciais para a melhoria da produtividade das empresas, e que priorizados por uma nova gerência.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo a NBR 5462 (1994), a manutenção pode ser definida como “a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item no qual possa desempenhar uma função requerida” (REIS, 2018, p.3). De acordo com Xenos (1998, p. 18), as atividades de manutenção evita degradação dos equipamentos e instalações, paradas, e fabricação de má qualidade. Rosa et. al. (2018), afirma que a manutenção é fundamental para uma empresa, pois mantém a capacidade produtiva funcionando da melhor maneira requerida, portanto, quando não há nenhuma gestão de manutenção dentro de uma empresa, gera grandes chances de intervenções corretivas em equipamentos e, situações envolvendo altos custos e prejuízos financeiros à empresa.



2.1. Tipos de Manutenção

Lafraia (2001) a manutenção pode ser classificada basicamente como corretiva e preventiva: (1) a corretiva inclui todas as ações para retornar um sistema do estado falho para o estado operacional ou disponível, tendo uma intervenção necessária imediatamente para evitar graves consequências aos instrumentos de produção, à segurança do trabalhador ou ao meio ambiente (VIANA, 2002); e (2) a manutenção preventiva de ocorrência de falhas.

Destaca-se ainda que a manutenção corretiva é um método de fatores econômicos, pois os custos de manutenção é mais barata em relação a prevenção de falhas dos equipamentos, o mesmo defende a atividade de manutenção preventiva em qualquer empresa, pois o método diminui a ocorrência de falhas, assim, aumentando a disponibilidade dos equipamentos e reduzindo paradas inesperadas (XENOS, 2018; REIS, 2018).

Já a manutenção preventiva pode ser definida por etapas em um plano de manutenção programado, determinando as inspeções que devem ser realizadas em períodos já definidos, com o objetivo de evitar manutenções corretivas (MOURO; AURAS, 2007).

Yang et al. (2019), afirmam que a manutenção preventiva reduz os custos operacionais de maneira eficaz, gerando um plano elaborado com benefícios mútuos para uma organização, e assim, mantendo as atividades operacionais em pleno funcionamento, evitando custos desnecessários e falhas nas ações dos sistema de manufatura da empresa.

A manutenção preventiva 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, existem duas principais técnicas para esse tipo de manutenção, a termografia e a análise de vibração (PEREIRA, 2009).

A manutenção detectiva identifica as falhas e garante a confiabilidade de equipamentos e maquinários, ajudando a manter os mesmos em operação, garantindo a viabilidade a longo prazo, e auxiliando o pessoal de operação e manutenção na detecção de falhas ou não perceptíveis (SOUZA, 2008; KARDEC; NASCIF, 2009).

A aplicação da manutenção detectiva dar a importância ao nível de automação dentro das indústrias ou processo crítico e não suporta falhas, aumentando a confiabilidade do processo:

“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. Por isso, esse circuito é testado/acionado de tempos em tempos, para verificar sua funcionalidade” (FERREIRA, 2009, p. 23 *apud* COSTA, 2013, p. 25).



A estratégia inicial para a implantação da manutenção preventiva é a implantação de controle da manutenção corretiva, a sensibilidade ao processo e implantar os controles da manutenção corretiva existente, assim efetuando ações corretivas quando necessárias nos equipamentos, permeando assegurar-se nos princípios básicos da manutenção preventiva, com acompanhamento aos recursos de produção juntamente com os cooperadores, operacionalizando os controles e assim desenvolver o programa de parada programada, para avaliação de rotina, para gerar eficiência e redução dos custos de manutenção de parada não programadas e aumentando a produtividade da empresa. Desenvolvendo avaliação de rotina, para gerar eficiência e redução dos custos de manutenção de parada programada e aumentando a produtividade da empresa (HERMOSILLA et al., 2018).

2.2. Planejamento, controle e programação da manutenção

O planejamento, controle e programação da manutenção otimiza o desempenho das instalações produtivas, evitando falhas, minimizando a perda de produção de uma organização. Tendo o objetivo de minimizar a perda de tempo produtivo à falha do equipamento, estender a vida útil do maquinário e outras instalações, minimizando desgaste, como a perda devida a paradas de produção, assim garantindo a prontidão operacional de todos os momentos, a eficiência do equipamento na utilidade de manutenção e pessoal, assegurando a inspeção regular e manutenção de instalações (ALVES et al., 2013).

Para Viana (2002) a manutenção industrial e o Planejamento e Controle da Manutenção (PCM), trabalham em conjunto para aprimorar, estruturar o planejamento da manutenção, tornando-a mais eficiente, assim, a indústria estabelece financeiramente a permanência e a disposição de seus artigos no mercado, com excelente qualidade e valor competitivo. De acordo com Filho (2008), o PCM é um aglomerado de ações para planejar, designar e controlar os resultados das realizações das operações de manutenção, aplicando medidas de correção de acordo com os valores predispostos, alcançando os intuitos e a missão da indústria.

O PCM é de extrema relevância para o gerenciamento da gestão da manutenção, em máquinas e dispositivos relacionados à linha produtiva, o PCM contribui alinhando os setores proporcionando à indústria o alcance de seus objetivos (SOARES, 2019).

A manutenção é de suma importância para a produção, contribuindo decisivamente para os objetivos e metas que a empresa traça para o seu negócio, assim tendo o propósito com o planejamento da organização, para assim gerar lucro. O gerenciamento da manutenção permite interligar os objetivos e metas da empresa, para alcançar o nível de perfeição necessário, de acordo com objetivos de manutenção na criticidade e no processo desejado:



“Neste sentido, a função manutenção deve promover os cinco elementos básicos de competitividade propostos por Slack (1993), para poder contribuir de forma significativa para o desempenho da empresa. A gestão da função manutenção com base na qualidade, velocidade, confiabilidade e custos é, sem dúvida, desempenho, à luz de ser relacionado com a função produção”. (SOUZA, 2008, p. 69, *apud* COSTA, 2013, p. 48).

O Planejamento e Controle da Manutenção é um conjunto estratégico de ações para preparar, programar, controlar e verificar o resultado da execução das atividades da função manutenção contra valores pré-estabelecidos e adotar medidas de correções de desvios para a consecução das metas e objetivos da produção, conseqüentemente da missão da empresa (SOUZA, 2008, p. 141).

2.3. Gestão da Manutenção

Figueiredo (2019), afirma que é importante entender os processos de fabricação de produto e as possíveis falhas que podem ocorrer, tais falhas podem ser diagnosticadas internamente, para que não seja detectado pelo cliente. Na utilização de metodologias e ferramentas adotados nos procedimentos na resolução na formação de equipes de manutenção, com objetivo fundamental da gestão da manutenção para visar o melhor desempenho, analisar dados e encontrar a melhor maneira de resolver, eliminar as falhas dos equipamentos no menor tempo possível (FIGUEIREDO, 2019).

A manutenção é utilizada como ferramenta estratégica, quando bem aplicada, estruturada, assegura a disponibilidade e produtividade dos equipamentos e das instalações, aperfeiçoando os meios de produção e prestação de serviços, para suceder, os recursos produtivos devem ser liberados e aptos à utilização no momento demandado (QUEIROZ, 2015).

De acordo com Costa (2013), a gestão da manutenção traz mudanças aos setores tecnológicos e de produção, exigindo a produtividade e qualidade do produto e/ou serviço, assim a manutenção tem se responsabilizado pelos fatores de confiabilidade e disponibilidade do desempenho operacional da organização.

Nunes e Valladares (2008, p. 4); Souza (2008, p. 66), mencionam a função manutenção, que garante o desempenho da mesma no atendimento dos stakeholders. A importância desempenhada pela função manutenção nos dias atuais:

“Em linhas gerais, pode-se afirmar que toda evolução tecnológica dos equipamentos, processos e técnicas de manutenção, a necessidade de controles cada vez mais eficientes e de ferramentas de apoio à decisão, o desenvolvimento de estudos relativos ao desgaste e controle das falhas e suas conseqüências, a dependência de equipes treinadas e motivadas para enfrentar estes desafios, o desenvolvimento de novas técnicas, e, conseqüentemente, os custos de manutenção em termos absolutos e proporcionalmente às des-

pesas globais, transformaram a gestão da manutenção em um segundo estratégico para o sucesso empresarial”.

“(...) a gestão deve estar relacionada a todo conjunto de ações, decisões e definições sobre tudo o que realizar, possuir, utilizar, coordenar e controlar para gerir os recursos fornecidos para a função manutenção e fornecer assim os serviços que são aguardados pela função manutenção”.

3. METODOLOGIA

3.1. Classificação da pesquisa

Quanto à natureza, a pesquisa abrange por aplicada, tendo em vista o objetivo do estudo a necessidade de resolver problemas, Vergara (2010) e Gil (2010) afirmam que a pesquisa aplicada busca resolver problemas da sociedade, Yates (1971) o estudo sistemático, cujo problemas reais e/ou concretos necessitam ser solucionados.

Este estudo, em termos de abordagem do seu problema, caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, que consiste obter dados descritivos entre o real e o sujeito, e compreender os fenômenos segundo as perspectivas dos sujeitos (GODOY, 1995), tendo como objetivo uma empresa do setor moveleiro, localizada no município de Iranduba/AM.

Com relação aos seus objetivos, revela-se como uma análise exploratório, pois se preocupou com a resolução de problemas organizacionais mediante a aplicação de ferramentas da gestão da manutenção na área operacional da empresa.

Quanto aos procedimentos técnicos, esta pesquisa é rotulada como estudo de caso, obtendo conhecimento do objetivo pesquisado, investigando o fenômeno contemporâneo dentro de um contexto real (SANTOS; GOHR, 2012), utilizando técnicas de coletas dados como: entrevista semiestruturada, observação passiva e “armada”, e utilização de documentos disponíveis como dados secundários quando possível, que seleciona para realizar sua investigação a uma empresa situada no Lago do Limão na cidade de Iranduba/AM que atua no setor moveleiro.

A amostragem pesquisada foi de caráter qualitativo, analisando uma empresa do setor moveleiro de pequeno porte, que apresenta funções básicas de manutenção. Nesta pesquisa foram utilizadas entrevistas estratégicas e operacionais (gerente e/ou supervisores), através do Google Forms (aplicativo de gerenciamento de pesquisas lançado pelo Google) a partir de um roteiro no qual se identificam informações fundamentais e complementares aos formulários aplicados na empresa estudada.



3.2. Caracterização da empresa

A empresa é localizada no ramal do Lago do Limão situada na cidade de Iranduba e atua no setor moveleiro há mais de 30 anos. Sua equipe é formada por 2 (dois) colaboradores e 1 (um) gerente. Os produtos mais fabricados são as janelas de madeira rústica, por exemplo. E quando há alta demanda de móveis sob encomenda, são contratados mais colaboradores, porém temporários, para que não haja atraso na entrega de seus produtos.

A mesma é uma empresa familiar, e os cargos estão divididos entre a proprietária, o filho, como gerente, e sobrinhos na linha de produção. A empresa não possui nenhum plano de manutenção e, tem apenas conhecimentos básicos de manutenção sobre seus maquinários e equipamentos.

O gerente da empresa é o mantenedor do processo, já que o mesmo acumula as funções de gestão, compras, manutenção (de equipamentos, materiais de reposição, matéria-prima e pelos demais ocorrências). Cada funcionário é responsável pelo maquinário e utensílio que utiliza, entretanto não possuem conhecimentos profundos por estes.

4. RESULTADOS/DISCUSSÃO

Em seu processo produtivo há utilização de cinco maquinários artesanais, que são dispostos em um layout dividido em três setores: (1) o primeiro setor está a linha de produção, (2) o segundo o armazém, onde a produção fica armazenada e também fazem o acabamento (a finalização do produto produzido) e (3) o terceiro setor é a loja que funciona como expositor dos móveis (amostras de modelos de móveis para encomendas).



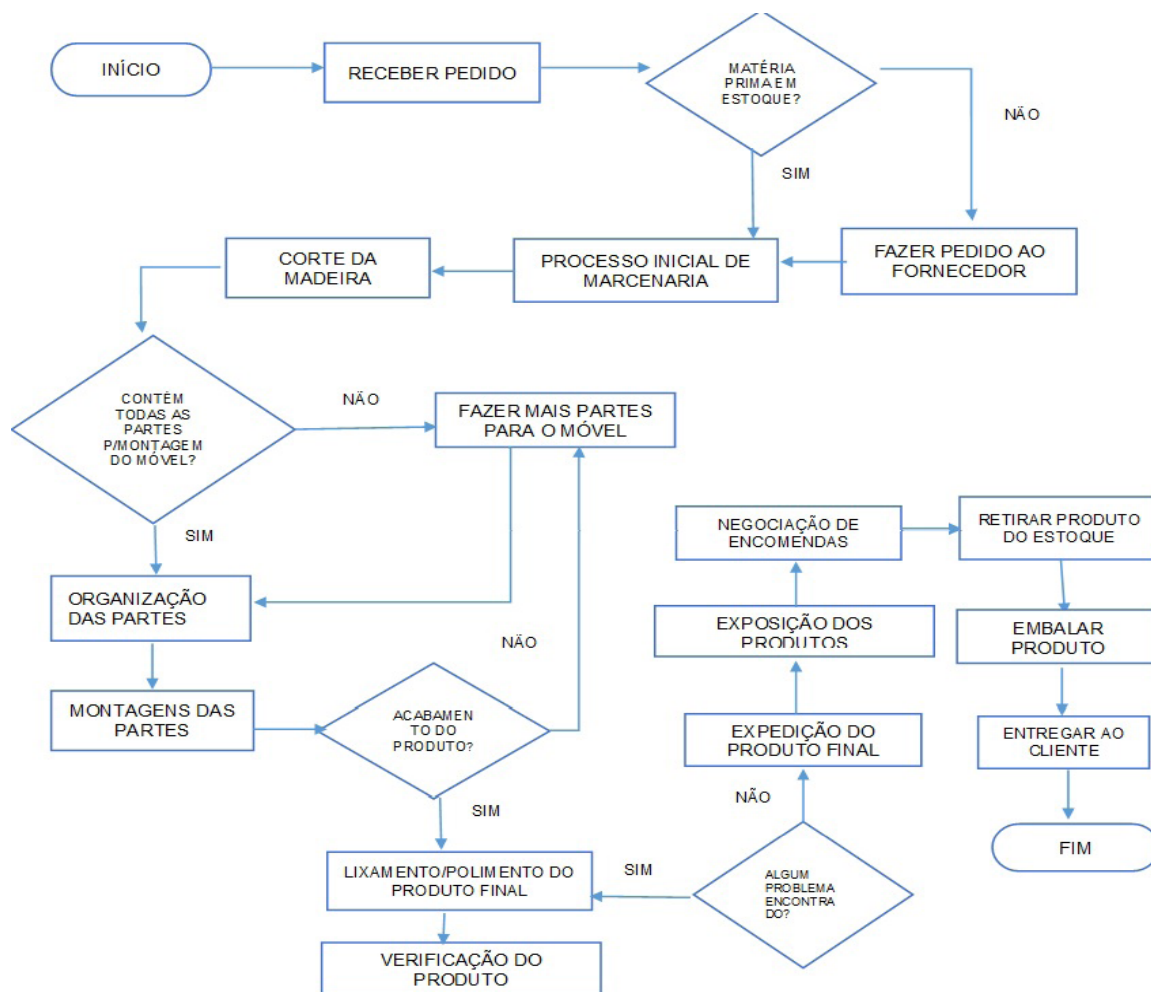


Figura 1 - Fluxograma do processo de produção de móveis
 Fonte: Próprio autor (2020)

Conforme observado na Figura 1, o processo inicia-se a partir do levantamento de todo o material necessário para a montagem do móvel, como o processo inicial de marcenaria. Em seguida, a madeira é cortada e organizada em partes relacionadas, para que a montagem do móvel se realize. Após a conclusão da montagem, os colaboradores realizam o acabamento, removendo as partes grossas e avariadas através do lixamento, e com auxílio de mais ferramentas específicas. Uma verificação é realizada no móvel para a identificação de possíveis avarias que ainda possa haver. Nenhum problema encontrado, o móvel é posto à venda na loja ou encaminhado para o cliente que realizou a encomenda.

4.1. Tipos de manutenção adotados

A empresa realiza a manutenção corretiva na maioria dos equipamentos, no qual os funcionários da empresa fazem os primeiros reparos necessários e solicita ao gerente de produção a visita de um técnico.

A manutenção preventiva é usada quando há alta demanda de encomendas dos produtos, para o concerto dos equipamentos, a empresa contata uma empresa

especialista na manutenção de peças internas dos equipamentos, além de ter em estoque peças de reposição para a alta produção, assim, prevenindo-se de prejuízos durante a produção.

4.2. Plano de ação

De acordo com Penedo et al. (2020), a NBR ISO 9001-2015 menciona a implantação do ciclo PDCA na manutenção juntamente com as ferramentas da qualidade, tendo o objetivo a redução de falhas, eliminar os defeitos presentes na manutenção, assim tendo disponibilidade dos equipamentos e confiabilidade nos processos, sem desperdício de tempo, a aplicação do PDCA na gestão da manutenção gera eficácia e melhoria contínua dos processos de manutenção.

Como mencionado anteriormente, a empresa está no mercado moveleiro há mais de 30 anos, tendo credibilidade em sua região por fornecer produtos de qualidade aos seus clientes, como uma empresa familiar de pequeno porte, se estruturou com o decorrer dos anos, comprando novos equipamentos e maquinários para linha de produção, e também, criando um local para estocagem de matéria-prima e de produtos finalizados. Porém, atualmente a empresa está enfrentando uma deficiência administrativa, não acompanhando os gastos com produtos de produção, os estados atuais dos maquinários e a organização dos layouts, tanto da linha de produção, quanto do armazém e entre outros. E, tampouco faturando com seus produtos, devido à falta de planejamento estratégico.

Na elaboração do plano de ação, destaca-se na tabela 1, o método de solução através do PDCA na manutenção, apresentando as dificuldades na empresa, de acordo com o que foi observado durante a coleta de dados.

Tabela 1 - Plano de ação nos setores da empresa

PDCA	FASE	PROBLEMA
P	Identificação do problema	1 - Contrato com novos fornecedores 2 - Planejamento de compras/despesas 3 - Elaborar um layout otimizado para o armazém 4 - Aprimorar o inventário dos equipamentos de manutenção 5 - Treinamento adequado para os equipamentos 6 - Elaborar um sistema estratégico/organizacional

Observações	<p>1.1 – Por empresa atender todos os tramites legais, a mesma busca por preços acessíveis na compra de matéria prima. Porém, seu fornecedor não atende aos requisitos básicos legais, pois mesmo a matéria prima sendo de boa qualidade, para chegar até a empresa, o fornecedor tem passar pela fiscalização ambiental, e para evitar, acaba atrasando a entrega de seus produtos.</p> <p>2.1 – avaliar a viabilidade técnica/financeira e a possibilidade do planejamento de compras/despesas.</p> <p>3.1 – o armazém mantém em estoque matéria prima e produtos finalizados, porém o mesmo tem o aglomerado de materiais não utilizados, a falta de organização do armazém, deixa o seu layout aparentemente pequeno, assim dificultado a identificação de produtos finalizados.</p> <p>4.1 – a falta de inventário de manutenção deixa a empresa à mercê de imprevistos com relação aos equipamentos de manutenção, assim afetando a produção de seus produtos.</p> <p>5.1 – a falta de conhecimento dos funcionários com relação a manutenção dos equipamentos e maquinários, assim não tendo a exigência por parte da empresa em relação a um treinamento mais adequado para manutenção.</p> <p>6.1 – o sistema estratégico/organizacional ajudará a empresa ver claramente as vantagens e desvantagens que ela poderá enfrentar, e assim sobressaindo ao realizar o diferencial com relação às empresas concorrentes do mesmo ramo.</p>
Análise	<p>1.2 – o que causa atraso na entrega dos seus produtos, é a demora da entrega da matéria prima à empresa, pois seus fornecedores não tem o selo da fiscalização ambiental, assim para entregar matéria prima, seus fornecedores encontram outros meios para entregar seus produtos a empresa.</p> <p>2.2 – a empresa não tem um controle econômico com relação as compras/despesas, assim, como por exemplo, quando há necessidade de manutenção em um maquinário e não foi observado sua necessidade, o planejamento mensal para compra de matéria prima acaba sendo reajustado devido a necessidade da compra da peça de reposição.</p> <p>3.2 – a falta de organização no armazém, é bastante evidente, pois armazena a matéria prima e os produtos finalizados, além desses itens, armazena peças de reposição e as demais ferramentas para produção, e como nada está catalogado e/ou tagueado, isso dificulta na procura do que está no armazém.</p> <p>4.2 – na empresa, o seu inventário contém os itens essenciais, porém esse inventário não é consultado nos diversos níveis da empresa, assim tendo desperdícios, pois a política da empresa não é levada à sério.</p> <p>5.2 – os funcionários, assim que são contratados recebem o treinamento das funções básicas do maquinário e/ou equipamento que irão operar, porém quando há uma falha ou pane no maquinário, não tem o conhecimento essencial para a manutenção do maquinário e/ou equipamento.</p> <p>6.2 – a empresa apresenta ter conhecimentos básicos de administração, mas na parte estratégica/organizacional apresenta falhas, na organização de pessoal, na divulgação de seus produtos e entre outros, e deixando sua administração à mercê de uma crise.</p>

	Plano de Ação	<p>1.3 – já se sabe o que causa atraso dos fornecedores, devido à falta de licenciamento dos seus produtos, o plano de ação é conhecer o perfil dos fornecedores, se está tudo legalizado, documentação em ordem, além de manter a busca por matéria prima de qualidade e com preço acessível para a empresa.</p> <p>2.3 – já se sabe que a empresa não tem o controle econômico das compras/despesas, pois devido à falta de planejamento a empresa acaba tendo gastos desnecessários, o plano de ação é organizar em tabelas os materiais mensalmente essenciais, como a matéria prima e outros produtos para a produção, fazer um planejamento para a compra desses materiais, para despesas essenciais de acordo com a política e exigência da empresa.</p> <p>3.3 - o armazém é o local onde os produtos finalizados e outros materiais ficam armazenados, mesmo tendo um espaço amplo para a armazenagem, a falta de organização, não deixa a empresa ciente dos produtos ali em estoque, o plano de ação é organizar o armazém de maneira que seus produtos fiquem catalogados, organizados de tal maneira para evitar acidentes, e assim deixar tabelado os itens que estão no armazém.</p> <p>4.3 – por a empresa ter um inventário básico, a própria não consulta a lista dos itens disponíveis, assim tendo produtos em excesso no estoque, o plano de ação é aprimorar o inventário existente deixando-o enxuto e eficiente, catalogando os itens da lista, para assim consultá-lo mensalmente para evitar desperdício, e assim ter o controle do que está no inventário.</p> <p>5.3 – como os funcionários tem o conhecimento básico de como manusear a máquina que opera, o plano de ação é realizar um treinamento teórico/prático sobre manutenção corretiva nos maquinários, e assim fazer um plano para realizar a manutenção preventiva.</p> <p>6.3 – como a administração da empresa está apresentando algumas deficiências, o plano de ação é criar uma plataforma digital para divulgação de seus produtos, analisar suas vantagens e desvantagens e trabalhar em cima disso para ganhar mais credibilidade e confiança de seus clientes, montar um mapa mental para divisão das tarefas de pessoal, e realizar a cada 2 meses uma auditoria interna para analisar o desenvolvimento da empresa.</p>
D	Execução	<p>1.4 – com a verificação dos perfis dos fornecedores, analisar o tempo de entrega dos seus produtos e para assim evitar atrasos da entrega do produto final.</p> <p>2.4 – colocar em ação o planejamento de compras/despesas, deixar tudo documentado as compras/despesas e analisar esses documentos a cada 15 dias para verificar se está de acordo com o planejado.</p> <p>3.4 – colocar em nichos, pequenas ferramentas e produtos para acabamento e não esquecendo de identifica-los para evitar desordem, como cada item no armazém ficará catalogado, criar um documento de todos os itens do armazém e somente o pessoal autorizado poderá acessá-lo. Organizar o armazém para que tenha espaço suficiente para locomoção de pessoas e de peças grandes, assim evitando acidente no armazém.</p> <p>4.4 – colocar em ação o aprimoramento do inventário, assim o deixando enxuto e eficiente para a consultoria da empresa, e analisá-lo em cada 15 dias para manter o controle dos itens.</p> <p>5.4 – os funcionários irão a cada 15 dias fazer um treinamento teórico/prático de manutenção, assim realizando de forma preventiva, anotando a data e o tempo gasto na manutenção do equipamento.</p> <p>6.4 – colocar em ação o plano estratégico para a divulgação dos produtos da empresa, assim como a organização de documentos e divisão de pessoal nas suas atividades, e executar a cada 2 meses uma auditoria interna da empresa.</p>

C	Verificação	Nessa fase verifica-se se cada tópico está sendo realizado de acordo com o tempo de execução, e se também, o treinamento está sendo executado a cada 15 dias, de acordo com o plano.
	Esse plano de ação foi efetivo?	Se o treinamento está sendo executado de forma eficaz a cada 15 dias, assim apenas executando a manutenção caso for necessário, sem a necessidade de treinamento. E também, se cada tópico está seguindo o plano de ação. Conclui-se que se obteve sucesso nesse plano. Caso não esteja sendo executado de acordo com o programado, iremos voltar na fase P, e será analisado quais características específicas estejam faltando e onde pode-se revolvê-la, e assim rodar o ciclo PDCA novamente.
A	Padronização	Caso o plano de ação tenha gerado um resultado positivo, padroniza-se o plano de execução de cada tópico, assim executando alguns tópicos a cada 15 dias e auditoria interna a cada 2 meses, ou seja, será feito a manutenção preventiva a cada 15 dias ou de acordo com o programado pela empresa. A auditoria passará ser feita a cada 6 meses, se o resultado for positivo das ações de acordo com plano.

Fonte: Próprio autor (2020)

5. CONCLUSÃO

A manutenção está presente no dia a dia das empresa, sejam elas de pequeno à médio porte, a manutenção não é somente a correção e prevenção na falha dos equipamentos, mas é também a parte estratégica para que uma empresa, independente do ramo, venha ter sucesso no mercado. Para a melhoria contínua, a gestão da manutenção trabalha em conjunto com as demais ferramentas da qualidade e da administração, assim aprimorando a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, sem desperdício de tempo, e tornando cada mais eficaz os processos de manutenção.

A empresa atua claramente apenas com a manutenção corretiva, apresenta uma deficiência de manutenção preventiva, pois como não documenta e não atenta-se a tais falhas em seus equipamentos, assim tendo gastos na compra de novos equipamentos.

Ao analisar o detalhamento dos equipamentos comprados, a empresa atenta-se com relação a perspectiva da manutenção, já que priorizam na compra de equipamentos artesanais, pois são de fácil manutenção, a segurança do equipamento, para que não haja falhas na parte elétrica, e os componentes do equipamento.

Observou-se como problema existente, o departamento e controle econômico de manutenção, e a deficiência na administração da empresa, pois segundo o gerente a manutenção dos maquinários é realizada por uma empresa terceirizada e não há um planejamento específico para a manutenção dos maquinários, por isso a empresa não cria um departamento e não tem um pessoal específico para a manutenção da empresa. De acordo com o gerente, por a empresa ser pequena, de pequeno porte, não investem na expansão da mesma, no trabalho com outros tipos



de maquinários e matéria-prima, apenas tendo gastos e planejamentos na compra de matéria-prima não certificada e, na compra de algumas peças de reposição. Há somente gastos com orçamentos essenciais para a empresa, assim não possuindo uma visão estratégica, operacional, apenas crescer sem ter outros tipos de gastos, apenas tendo gastos com a matéria-prima para a produção.

Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NRB 5462**: confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

ALVES, L. L.; ROMEIRO FILHO, E.; BARROS, A. C.; SANTOS JÚNIOR, J. V. Implementação de ferramentas de controle da produção em pequenas empresas: estudo de caso em uma fábrica moveleira. In: XXXIII ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16, Salvador – BA, 2013. **Anais do XXXIII ENEGEP 2013**.

COSTA, M. A. (2013). Gestão Estratégica da Manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Engenharia de Produção). Juiz de Fora: UFJF.

FERREIRA, L. L. (2009). Implementação da Central de Ativos para melhor desempenho do setor de manutenção: um estudo de caso Votorantim Metais. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Engenharia de Produção). UFJF: Juiz de Fora.

FIGUEIREDO, D. L. Gestão da Manutenção: Metodologias e Ferramentas para análises de Falhas. In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2019, Ponta Grossa. **CONBREPRO, 2019**, 1-12 p.

FILHO, G. B. (2008). A organização, o planejamento e o controle da manutenção. Rio de Janeiro: **Editora Ciência Moderna**.

FORTES, L. P. K. Mercado varejista de móveis de madeira tropical em Rio Branco, Acre, 2005-6. 2007. 64f. **Monografia**. (Graduação em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, 2007.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5. Ed. São Paulo: **Atlas**, 2010. 184 p.

GODOY, A. S. *Introdução à Pesquisa Qualitativa e suas Possibilidade*, **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar. /abr. 1995.

GOHR, C. F.; SANTOS, L. C. Planejamento Sistemático de Layout: adaptação e aplicação em operação de serviços, **Revista Gestão Industrial**, v. 08, n. 01, p. 01-21, 2012.

GURSKI, C. A.; RODRIGUES, M. Planejando Estrategicamente a Manutenção. **XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Rio de Janeiro, 2008.

HERMOSILLA, J. L. G.; POLI, D. B.; MACHADO, R. E.; VALENTE, C. M. O. A manutenção preventiva e a gestão dos recursos de transformação: um estudo de caso com equipamentos de uma empresa agrícola. In: **VIII CONBREPRO**, Ponta Grossa, nov. 2018.

KARDEC, A.; & NASCIF, J. (2009). *Manutenção: função estratégica* (3ª Ed.). Rio de Janeiro: **Qualitymark**.

LAFRAIA, J. R. B. Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade, **QUALITYMARK**: Petrobras, 3ª Ed., Rio de Janeiro, 2001.

MÁXIMO, F. H. D. Proposta de diretrizes para projeto de móveis em madeira maciça comercializados na cidade de Manaus. 2013. 125f. **Dissertação** (Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013.

MOURO, 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>. Acesso: 2 de maio de 2018.

NUNES, E. L.; VALLADARES, A. **Gestão da Manutenção com Estratégia na Instalação de unidades Geradoras de Energia Elétrica**. Disponível em: <http://docplay.com.br/7805434-Gestao-da-manutencao-e-do-conhecimento-como-estrategia-na-instalacao-de-unidades-geradoras-de-energia-eletrica.html> Acesso em: 06 jul. 2020.

PENEDO, L. S. *et. al.* Utilização das ferramentas da qualidade nos processos de manutenção, visando o desperdício de tempo e a produtividade. **Revista Teccen**. 2020 jan./jun.; 13 (1): 16-24.

PEREIRA, M. J. (2009). Engenharia de Manutenção – Teoria e Prática. Rio de Janeiro: **Editora Ciência Moderna**.

QUEIROZ, L. M. A. Planejamento e controle da manutenção aplicados ao processo de manufatura no ramo alimentício. *In: XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2015, Fortaleza. Perspectivas Globais para Engenharia de Produção. Fortaleza: ENEGEP, 2015. p. 1-14.*

REIS, Y. Criação de um roteiro para implementação de manutenção preventiva aos moldes do TPM. *In: XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2018, Maceió. A Engenharia de Produção e suas contribuições para o desenvolvimento do Brasil. Maceió: ENEGEP, 2018. 8f.*

ROESE, M. Problemas globais, respostas locais: a indústria de móveis de madeira à luz dos enfoques de cadeias produtivas e sistemas regionais de inovação. 260p. **Tese** (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, 2003.

ROSA, S. C. F.; LEITÃO, J. O. M.; SILVA, A. L. E.; THIER, F. Análise da Gestão da Manutenção em uma empresa de transformação de polímeros. **VIII CONBREPRO**, Ponta Grossa, dez. 2018.

SLACK, N.; CHAMBER, S.; HARDLAND, C.; HARRISON, A. e JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. 2.ed. São Paulo: **Atlas**, 2002. *Administração da Produção*, 2.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SOARES, A. M. (2019). Planejamento e controle da manutenção como alavanca de resultados: implantação em uma indústria de carcinicultura. 138f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Produção). Natal: UFRGN.

SOUZA, A. L. B.; SANTOS, J. S.; SILVA, J. C.; BRAGA, D.; NETO, J. I. H. T. Gestão da Manutenção no setor de produção de açúcar em uma indústria sucroalcooleira. *In: XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, Maceió, 16 a 19 de out. de 2018.

SOUZA, J. B. (2008). Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP): Uma abordagem Analítica. 169 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Produção). Ponta Grossa: UTPF.

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. TPM/MPT: Manutenção Produtiva Total. Ed. São Paulo: **Série Qualidade e Produtividade do IMAM**, 1993.

VERGARA, S. C. *Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração*. 12. Ed. São Paulo: **Atlas**, 2010. 94 p.

VIANA, H. R. G. PCM: Planejamento e Controle da Manutenção, **QUALITYMARK**, Ed., Rio de Janeiro, 2002.

XENOS, H. G. P. *Gerenciando a Manutenção Produtiva*. Belo Horizonte, **Editora de Desenvolvimento Gerencial**, 1998.

YANG, L. *et. al.* A two-phase preventive maintenance polity considering imperfect repair na postponed replacement. **European Journal of Operacional Research**, v. 274, n. 3, p. 966-977, 2019.

YATES, F. (1971). O uso de computadores para análise estatística: uma revisão dos objetivos e realizações. **Boletim: Instituto Internacional de Estatística**. 44 (1), pp. 39-53.



CAPÍTULO 26

UMA ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES NO SIMPEP SOBRE INDICADORES DA MANUFATURA ENXUTA E A INDÚSTRIA 4.0 NO SEGMENTO TÊXTIL

AN ANALYSIS OF PUBLICATIONS IN SIMPEP ON LEAN
MANUFACTURING INDICATORS AND INDUSTRY 4.0 IN THE TEXTILE
SEGMENT

Rafael Fernando Petri

Ana Julia Dal Forno

Antônio Augusto Ulson De Souza

Liane Mählmann Kipper

Resumo

A quarta revolução industrial está mudando o mundo físico nas organizações por meio da transformação digital. Este novo cenário tecnológico com a abordagem lean manufacturing tem muitos benefícios. Entretanto, há a necessidade de mensurar os mesmos. Esse artigo teve como objetivo identificar se há indicadores para avaliar o grau de maturidade da indústria 4.0 em empresas que já implementaram a manufatura enxuta. Para isso, foi realizada uma busca de artigos nos anais do Simpep durante o período de 2015 até 2019, utilizando-se o método SSF (Systematic Search Flow). Os resultados apontaram que há um equilíbrio dos trabalhos práticos e teóricos e que ainda não há uma forma de mensurar e comparar qual o grau de maturidade das empresas do Brasil quanto à quarta revolução industrial. Foi observado também uma carência no setor têxtil referente às tecnologias da indústria 4.0 e as tecnologias mais aplicadas são a integração dos sistemas e a computação na nuvem. Assim, mais pesquisas são necessárias para mensurar o grau de maturidade nas indústrias brasileiras.

Palavras chaves: Indústria 4.0; Indicadores; Manufatura Enxuta; Revisão De Literatura.

Abstract

The fourth industrial revolution is changing the physical world in organizations through digital transformation. This new technological scenery with the lean manufacturing approach has many benefits. However, there is the need to measure the same. This article has as a purpose to identify if there are indicators to evaluate the maturity degree of industry 4.0 in companies that have implemented the lean manufacturing. For that, a search for articles was carried out in Simpep's anals during the period from 2015 to 2019, using the SSF (Systematic Search Flow) method. The results have pointed there is a balance of practical and theoretical works and that there is still no way to measure and compare what the maturity degree of companies in Brazil as to the fourth industrial revolution. It shows also a lack in the textile sector regarding industry technologies 4.0. It was completed that the most applied are system integration and cloud computing. Therefore, more research is necessary to measure the maturity degree in the Brazilian industries.

Key-words: Industry 4.0; Indicators; Lean Manufacturing; Literature Review.



1. INTRODUÇÃO

Diante dos desafios relacionados às indústrias a permanecerem competitivas no mercado, há a necessidade de constantes mudanças, desde suas relações com seus consumidores, passando pelo processo produtivo chegando até a cadeia de fornecimento.

Esses desafios iniciaram desde quando a produção de bens passou de manufatura artesanal para manufatura mecanizada na revolução industrial em meados do século XVIII. Desde então, as indústrias vêm passando por algumas revoluções conforme apresentado na Figura 1.

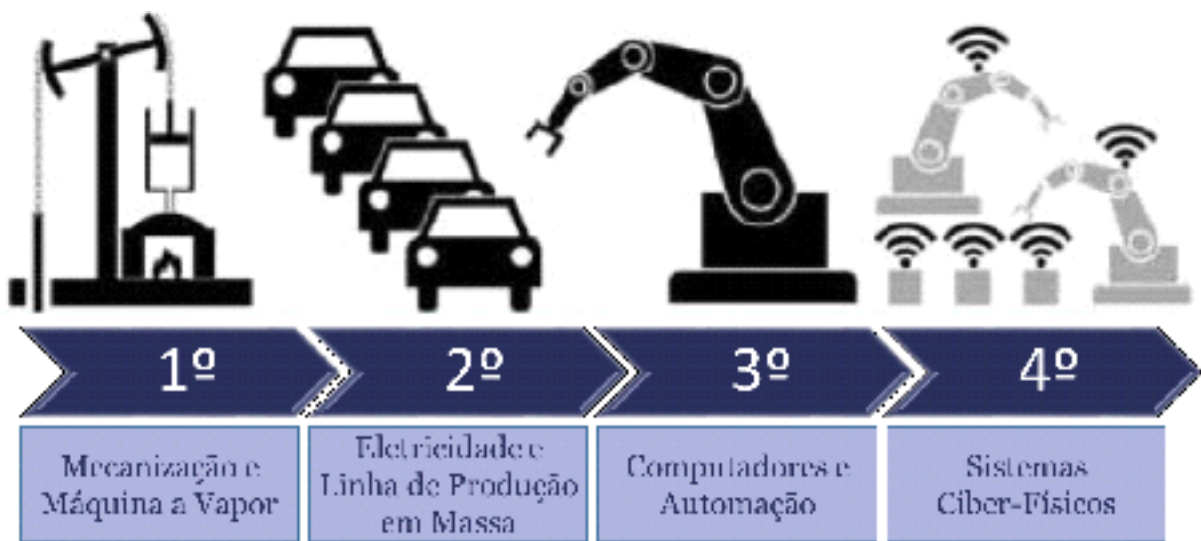


Figura 1 – Evolução da Indústria
Fonte : Adaptado de Franco e Oian (2019)

Essas revoluções são fruto das evoluções tecnológicas e mudanças no processo de gerenciamento da cadeia produtiva, tal como a implantação da manufatura enxuta em sinergia com a indústria 4.0.

Esses avanços tecnológicos estão presentes em todas as áreas da economia, trazendo alterações econômicas e sociais nos próximos anos. Uma infinidade de dispositivos conectados entre si coletam dados do ambiente e dos usuários, associado às tecnologias de *big data*, computação em nuvem e novas tecnologias de tratamento de dados que alteram, a forma como consumidores e fornecedores realizam negócios. As tradicionais segmentações entre indústria e serviços e as divisões dos setores industriais estão sendo modificadas (CNI ,2016).

Dentre as muitas oportunidades de implementação da digitalização, a indústria têxtil tem função de relevância na produtividade industrial brasileira. Para isso, se faz necessário mensurar os benefícios alcançados por meio de indicadores. Neste sentido, o objetivo de deste artigo é buscar qual a contribuição da Indústria 4.0 nos indicadores *Lean* dentro da indústria têxtil.

Esse artigo está estruturado da seguinte forma: a introdução que apresentou o objetivo e contextualizou o tema. Na seção 2 há o referencial teórico sobre indústria 4.0, manufatura enxuta, indicadores e a indústria têxtil. A Seção 3 descreve o método proposto, com a descrição e discussão dos resultados apresentados na seção 4 e 5. A Seção 6 fecha o artigo, apresentando conclusões e oportunidades de pesquisa futura. Por fim, as referências são listadas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A partir de 2011, denominada de indústria 4.0, tem despertado interesse de governantes, empresários, universidades e pesquisadores como um novo campo de pesquisa, com diversas possibilidades e diversas áreas da ciência, como engenharias, administração e computação. Este novo tema traz uma série de tecnologias diversas como sendo a base para a Indústria 4.0 e seus ganhos de produtividade. Este novo tema enfatiza um novo modelo de se produzir bem e serviços agrupando máquinas, ferramentas e processos conectados à internet. Dessa forma, a integração entre si proporciona a forma de operar e tomar decisões de forma autônoma. (TESSARINI Jr.; SALTORATO, 2018)

Esse novo contexto da indústria vem transformando a forma de planejar e executar a transformação das matérias primas em produto acabado. A Indústria 4.0, reunindo aspectos tecnológicos tem gerado uma nova estrutura, podendo ser chamada de "Fábricas Inteligentes", capazes de aumentar a produção e economizar custos. Numa visão ampla, a indústria 4.0 passa a ser um conjunto de tecnologias que em sinergia, podem proporcionar diversos benefícios na área industrial. (CARVALHO; FILHO, 2018)

Das tecnologias voltadas à indústria 4.0, Barreto et al. (2019) e Franco; Oian (2019) condensaram da seguinte forma:

- a) big data - grandes volumes de dados com análise em tempo real utilizados para tomada de decisão;
- b) big data analytics - por meio da análise de dados, visa descobrir padrões escondidos, correlações desconhecidas e outras informações úteis relevantes.
- c) robotização - robôs autônomos nas linhas de produção para desempenhar atividades complexas;
- d) simulação - auxilia na tomada de decisão em que máquinas, produtos e humanos do mundo físico são postos num mundo virtual;
- e) IoT (Internet of Things) - objetos físicos conectados à internet possibilitando o acesso remoto de dados e o controle de objetos a distância em tempo



real;

- f) IoD (Internet of Data) – transmissão e armazenamento de grandes quantidades de dados com métodos de análise interpretação de dados em massa;
- g) IoS (Internet of Services) - base comercial e técnica formando uma rede de negócios para prestadores e consumidores de serviços de serviços;
- h) segurança cibernética - métodos para detectar e impedir invasores de sistemas de gerenciamento e linhas de produção com crescente conectividade;
- i) computação em nuvem - aplicações e serviços viabilizados por data center no compartilhamento de dados em ambientes internos e externos, seguros, confiáveis, de alta qualidade, baixo custo e sob demanda;
- j) manufatura aditiva - adiciona material camada por camada para produzir um objeto permitindo a produção de pequenos lotes customizados;
- k) realidade aumentada - realidade física representada virtualmente em imagens reais em tempo real com fornecimento de informações em tempo real;
- l) realidade virtual - interface em ambiente virtual capaz de enganar os sentidos de um usuário, induzindo efeitos visuais, sonoros e até táteis, permitindo a imersão completa em um ambiente simulado;
- m) sistemas ciber-físicos (CPS) - máquinas do processo produtivo integrada a computadores monitoram e controlam os processos físicos, desde a matéria-prima ao consumidor final, com retroalimentação de informações e dados em tempo real;
- n) manutenção preditiva - método que monitora as condições reais desgaste ou processo de degradação de máquinas diminuindo o tempo de paradas por manutenção;
- o) smart factory - fusão dos processos técnicos e administrativos por meio da automação, gerando flexibilização e otimização em tempo real.
- p) smart product - produto desenvolvido de maneira a se auto organizar ao longo do seu ciclo de vida com maior interação proativa.

Como cerne da Indústria 4.0 há duas tecnologias chaves, o Sistema Ciber-Físico e a Internet das Coisas. Essas tecnologias estão gerando um mundo interconectado que vão atender com eficiência aos requisitos do cliente por meio de uma replicação virtual do sistema físico, permitindo trabalhar em tempo real um grandes conjuntos de dados. Entretanto, a implantação da indústria 4.0 não é por

si só, uma garantia de sucesso. A exemplo disso, iniciativas lean / six sigma se mostraram bem-sucedidas para se tornarem bem sucedidas. (DAVIES et al., 2017)

A produção Lean, ou Sistema Toyota de Produção, representa fazer mais com menos tempo, espaço, esforço humano, maquinário, material, e ao mesmo tempo dar aos clientes o que eles consideram como valor. É a eliminação dos desperdícios, ou seja, qualquer atividade que o cliente não está disposto a pagar. Existem oito diferentes tipos de desperdício: movimento; espera; transporte; correção; excesso de processamento; estoque; conhecimentos sem ligação (DENNIS, 2008).

A eliminação do desperdício pode ser combatida pelo pensamento enxuto que consiste em: a) especificar o valor definido pelo cliente final; b) adequar na melhor sequência as operações que criam valor; c) realizar as operações de forma contínua; d) produzir somente quando alguém solicita e e) realizá-las de forma cada vez mais eficaz (WOMACK; JONES ,2004).

A Toyota tem alto desempenho como resultado direto da excelência operacional. Essa arma estratégica é baseada em parte, nos métodos de melhoria da qualidade e ferramentas, tais como: Just in time, kaizen, fluxo unitário de peças, autonomia (jidoka) e nivelamento de produção (heijunka). Essas técnicas são aliadas a uma filosofia baseada na compreensão das pessoas, habilidade de cultivar liderança e equipes, cultura para criar estratégias, construir relacionamentos com seus fornecedores e manter uma organização de aprendizagem, originaram a manufatura enxuta (LIKER,2005).

As indústrias ao redor do mundo trabalham para implantar manufatura enxuta, mas nem todas conseguem obter perfeitamente todos os seus benefícios. Os sistemas integrados de informação e comunicação podem suprir as deficiências das práticas convencionais, melhorando assim, a produtividade e eliminando os desperdícios. Neste sentido, as indústrias podem ter os benefícios combinados da integração em tempo real de toda a fábrica com a geração diminuída de resíduos. SANDERS et al. (2016)

Para suprir às demandas em constante mudança, as indústrias necessitam avaliar o desempenho das atividades operacionais de manufatura para o cumprimento dos objetivos estratégicos. Neste sentido, são definidos como um conjunto de medidas quantificáveis que refletem os fatores críticos de sucesso de uma empresa, conhecidos como indicadores chave de desempenho (KPIs). A rápida evolução da tecnologia facilitou a coleta de dados, por meio das identificações por radiofrequência, sensores e rede sem fio, controladores lógicos de programas, bem como laptops, tablets e smartphones, para o controle no nível de gerenciamento de operações de fabricação da indústria. (KANG et al., 2016)

Dentre os segmentos da indústria brasileira, o têxtil é de suma importância para o Brasil, pois se destaca há mais de 200 anos no desenvolvimento econômico e social. A cadeia têxtil brasileira corresponde desde a plantação de algodão e



produção de fibras sintéticas, passando por fiações, tecelagens, beneficiadoras, confecções, comércio atacadista e varejista. Diante do cenário cada vez mais competitivo, é necessário que a indústria melhore sua posição frente ao mercado (MAYUMI et al., 2015);(CALDEIRA et al. (2014).

A indústria têxtil necessita vencer os novos desafios de reduzir o custo de produção, melhorar a produtividade da fabricação e promover o crescimento industrial para melhorar competitividade da empresa. A inovação tecnológica é um fator crucial no desenvolvimento e transformação da indústria têxtil. (CHEN; XING, 2015)

3. METODOLOGIA

O procedimento metodológico para a revisão bibliográfica utilizado foi o Fluxo de Pesquisa Sistemático ou SSF (Systematic Search Flow) de Ferenhof e Fernandes (2016) e o diagrama do SSF pode ser visto na Figura 2.

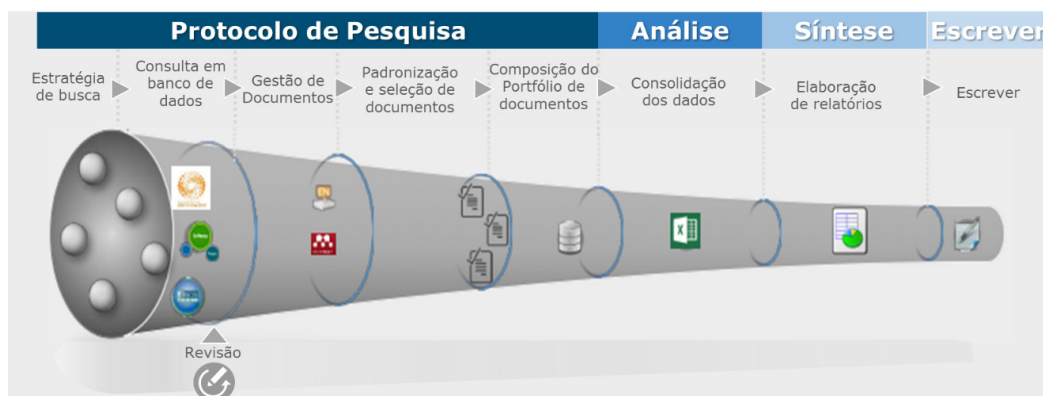


Figura 2 – Fluxo de Pesquisa Sistemático.
Fonte: Ferenhof e Fernandes (2016)

Esse sistema compreende quatro fases e oito atividades:

- fase 1: Baseado no tema a ser pesquisado, define a abordagem a ser utilizada na pesquisa, que seguem: atividade 1 - consiste na estratégia de busca como o assunto irá ser buscado; atividade 2 - consulta a banco de dados onde seleciona as bases em que serão feitas as buscas; atividade 3 - organizar as bibliografias utilizando algum software para auxiliar a organização; atividade 4 - Padronização da seleção dos documentos realizando a leitura dos títulos, palavras chaves e resumos; atividade 5 - Composição do portfólio dos artigos em que são lidos os artigos e descartados aqueles sem aderência a tema.
- fase 2: atividade 6 - Consolidação dos dados através da análise e a junção dos artigos selecionados pós triagem.
- fase 3: atividade 7 - Elaboração da síntese dos dados apresentando um resumo com as partes importantes do artigo relacionados ao tema.

d) fase 4: atividade 8 - Escrever a respeito da contribuição dos dados pesquisados e quais resultados eles apresentaram.

3.1 Resultados da Busca

Conforme o modelo SSF, na primeira fase foi definida as palavras chaves: "indústria 4.0", "manufatura avançada", "4ª revolução industrial" e "KPI". Para a base de dados foi escolhido o evento nacional Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP), nos seus respectivos anais publicados entre 2015 e 2019. Como resultado, foram encontrados 74 artigos e planilhados com critérios de título e o resumo do artigo. Após a leitura dos resumos, foram selecionados 12 artigos para serem analisados, em seguida foram armazenados no software Mendeley e realizada a leitura completa dos artigos. Do total de dez artigos, dois deles não tinham aderência ao tema proposto, conforme pode ser visto na Figura 3.

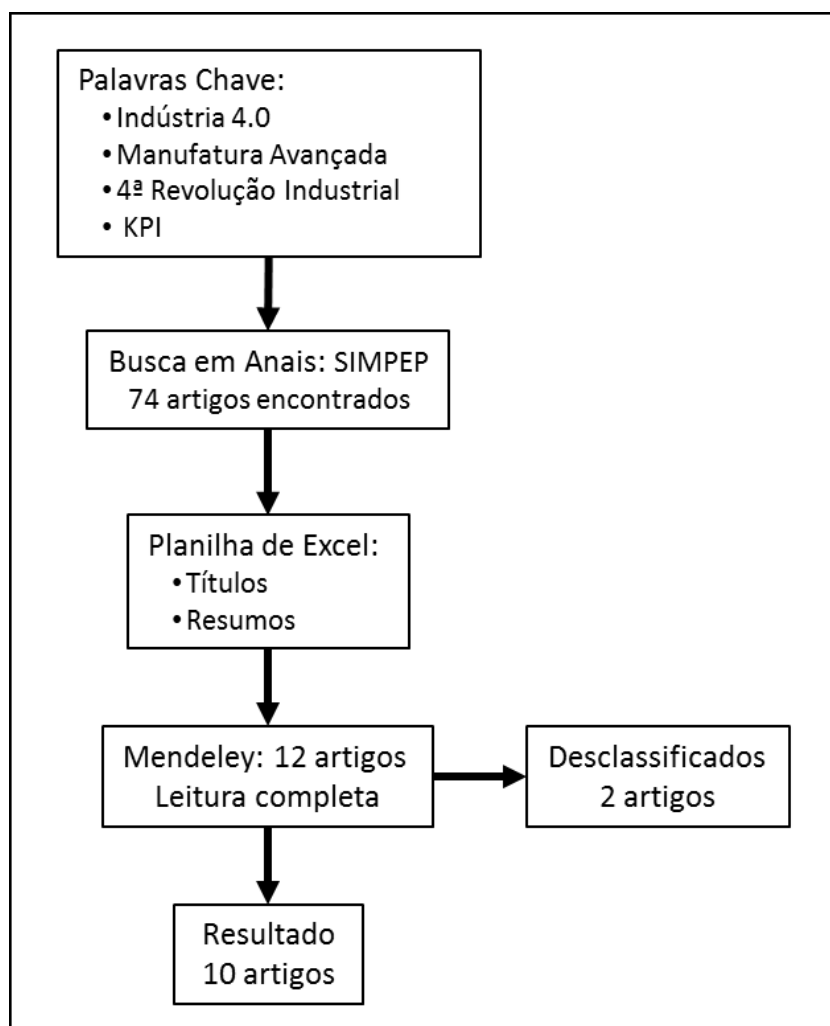


Figura 3 – Fase 1: Protocolo de Procura.

Na segunda fase, após a triagem, os artigos foram agrupados de acordo com a perspectiva de artigos relacionados com Lean Manufacturing, natureza teórica ou empírica. Os termos de busca "indústria têxtil" ou "têxtil" não foram utilizados para, a partir da análise dos casos empíricos, descobrir os segmentos de mercado

de atuação das indústrias, que são discutidas nos artigos. Os artigos de natureza teórica correspondem os artigos classificados no quesito metodologia de pesquisa bibliométrica, conforme pode ser visto na Figura 4.

Autores	Título	Lean
Sordan et al. (2019)	Digital shop floor management: uma revisão da literatura.	Sim
Oian et al. (2019)	A contribuição da indústria 4.0 para o Lean Manufacturing	
Souza; Forcellini (2019)	Integração entre a abordagem Lean e a indústria 4.0: uma revisão sistemática da literatura.	
Silva et al. (2019)	Lean Manufacturing e indústria 4.0: uma revisão sistemática da literatura.	
Claudino; Calado (2018)	Lean integrado à indústria 4.0: uma revisão da literatura	

Figura 4 – Fase 2: Análise e agrupamento dos artigos de natureza teórica.

Os artigos de natureza empírica correspondem os artigos classificados no quesito metodologia como: survey, pesquisa-ação e simulação conforme mostrados na Figura 5.

Autores	Título	Lean
Rabelo et al. (2019)	Desenvolvimento de processos inteligentes sob a ótica do conceito indústria 4.0: um case de aplicação a uma fornecedora global	Sim
Junior (2019)	Simulação indústria 4.0: prevendo riscos e otimizando gastos	
Ramos et al. (2019)	Filosofia Lean e a indústria 4.0: aderência de comunicação e tecnologia aos setes desperdícios	
Katayama et al. (2019)	Metodologia para implantação de ferramentas da indústria 4.0 nas pequenas empresas	Não
Mendes; Baptistella (2019)	Uma proposta de implementação de tecnologias da indústria 4.0 em uma indústria de vedantes.	

Figura 5 – Fase 2: Análise e agrupamento dos artigos de natureza empírica.

4. DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS

Na terceira fase foi realizada a síntese das informações provenientes dos artigos selecionados de acordo com o tema conforme apresentado na Figura 6.

Autores	Síntese
Sordan et al. (2019)	O trabalho apresentou de maneira bem clara as práticas do gerenciamento do chão de fábrica com a ótica Lean e a interação com a Indústria 4.0. As interações identificadas foram: medição de desempenho, trabalho padronizado, controle de processos, solução de problemas e eliminação de desperdícios, apresentando os atuais sistemas de produção em Sistema Ciber-Físicos com o propósito de otimizar as atividades de planejamento, controle e melhoria da produção.
Oian et al. (2019)	Os autores buscaram identificar numa revisão bibliográfica uma interface entre os conceitos e benefícios que a tecnologia associada a Indústria 4.0 trouxeram ao Lean Manufacturing. O artigo aborda as principais práticas Lean e também os princípios, ferramentas e técnicas da Indústria 4.0, e posteriormente faz um quadro bem interessante da correlação entre si. Desta forma concluem que os Sistemas Ciber-Físicos exibem maior contribuição para o Lean.
Souza; Forcellini (2019)	O artigo evidenciou que o Lean e a Indústria 4.0 tem uma sinergia muito forte, pois o Lean pode facilitar a implementação da Indústria 4.0, visto que, o Lean otimiza os processos produtivos evitando automatizar processos ineficientes, além de que as máquinas por si só não podem sugerir melhorias. Em contrapartida, os Sistemas Ciber-Físicos na utilização de dados em tempo real, por meio do Mapeamento do Fluxo de Valor Virtual, podem ser utilizados para otimizar os sistemas produtivos.
Silva et al. (2019)	O trabalho trouxe um debate sobre a integração entre o Lean Manufacturing e a Indústria 4.0, pois para atender os objetivos exigidos pelas organizações, necessita-se de algo inovador para auxiliar o Lean sendo a adoção de tecnologias. Embora haja a diminuição da interação humana, há necessidade da especialização dos trabalhadores para lidar com o gerenciamento dos dados.
Claudino; Calado (2018)	Segundo os autores, a integração das abordagens Lean e Indústria 4.0, trazem benefícios tanto para aperfeiçoar os processos Lean, quanto para direcionar melhor a aplicação da Indústria 4.0, mostrando uma análise mais profunda da aplicação de algumas tecnologias nas ferramentas Lean como o uso de RFID, MES e ACADA na aplicação do quadro Heijunka, milkrun, kanban, andon e poka yoke. Em contrapartida, o SMED, a padronização e a redução dos 7 desperdícios beneficiam a implantação da Indústria 4.0.



Ramos et al. (2019)	O artigo apresentou a implantação de um sistema para a redução e a eliminação de desperdícios no fluxo de valor de informações e tempo de atendimento de chamados de manutenção com e visualização de dashboard em tempo real. Mostrou a utilização de um sistema Ciber-Físico com o Big Data para as tomadas de decisão assertivas, reduzindo consideravelmente o tempo de inatividade relacionada a manutenção. Entretanto, o curto de monitoramento não propicia a sustentabilidade dos resultados alcançados, além de que o sistema focou somente em manutenção. Assim, mostra a necessidade da análise mais profunda para obter todos os benefícios da Indústria 4.0.
Junior (2019)	O artigo demonstrou a utilização do software de simulação numa indústria de linha branca em uma nova linha de montagem. Os dados antes extraídos e analisados com o Excel agora substituídos pela simulação trouxeram ganhos em redução de estoque, diminuição da curva de aprendizagem do novo processo, redução operações, e ajudou na determinação da especificação de robôs trazendo significativa redução de custo no montante de 360.000 reais ano. Entretanto não ficou claro a obtenção dos dados e a metodologia utilizada.
Ramos et al. (2019)	O trabalho apresentou os resultados alcançados cinco anos após a implementação do Lean numa indústria alimentícia, apresentando a quantidade de projetos concluídos, crescimento em economias, aumento de belts formados e redução de paradas não planejadas. Fez correlação com a literatura em que a tecnologia da informação pode ajudar na redução dos desperdícios, e assim, associação com a Indústria 4.0. No entanto, não demonstrou quais nem como as tecnologias da Indústria 4.0 foram implementadas no processo produtivo.
Katayama et al. (2019)	Este artigo abordou uma metodologia em 3 empresas de pequeno e médio porte para implantação das ferramentas da indústria 4.0, no qual consiste em mapear os processos fabris, aplicar o Lean Manufacturing, atualização tecnológica no processo produtivo e monitoramento de indicadores de desempenho por meio do uso da tecnologia no fluxo de informação. Os resultados foram a melhoria substancial no nível organizacional dos sistemas produtivos, aprimoramento do processo de desenvolvimento contínuo e o aumento de sua produtividade. Embora a metodologia descrita seria para pequenas e médias empresas, não se percebe diferença para a aplicação em grandes empresas.
Mendes; Baptistella (2019)	O artigo apresentou o uso de ferramentas da Indústria 4.0 para auxiliar na diminuição do fluxo de papel no setor de Planejamento e Controle de Produção (PCP) em uma indústria de vedantes. A empresa não precisou mais fazer a impressão das Ordens de Produção, pois elas seriam virtuais, economizando papel e tinta. Entretanto, o artigo não demonstrou um acompanhamento da mudança para mostrar quais foram os impactos gerados na empresa com a mudança, ou seja, quais outros benefícios podem ser trazidos além da diminuição do papel e tinta, pois a mesma ainda não havia sido totalmente implantada.

Figura 6 – Síntese das principais contribuições dos artigos selecionados

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na quarta fase é apresentado a contribuição dos artigos selecionados na abordagem da indústria 4.0 em relação a Lean Manufacturing, e verificar o nível que indicadores estão interligados nessa abordagem. Na figura 7 é possível notar que há um equilíbrio dos artigos que são de natureza teórica e dos trabalhos que estão sendo publicados de casos práticos. Pelo fato de a Indústria 4.0 ser relativamente recente, os dados demonstram que ainda há espaço para mais pesquisas em casos práticos que demonstrem as reais vantagens da implementação da Indústria 4.0.

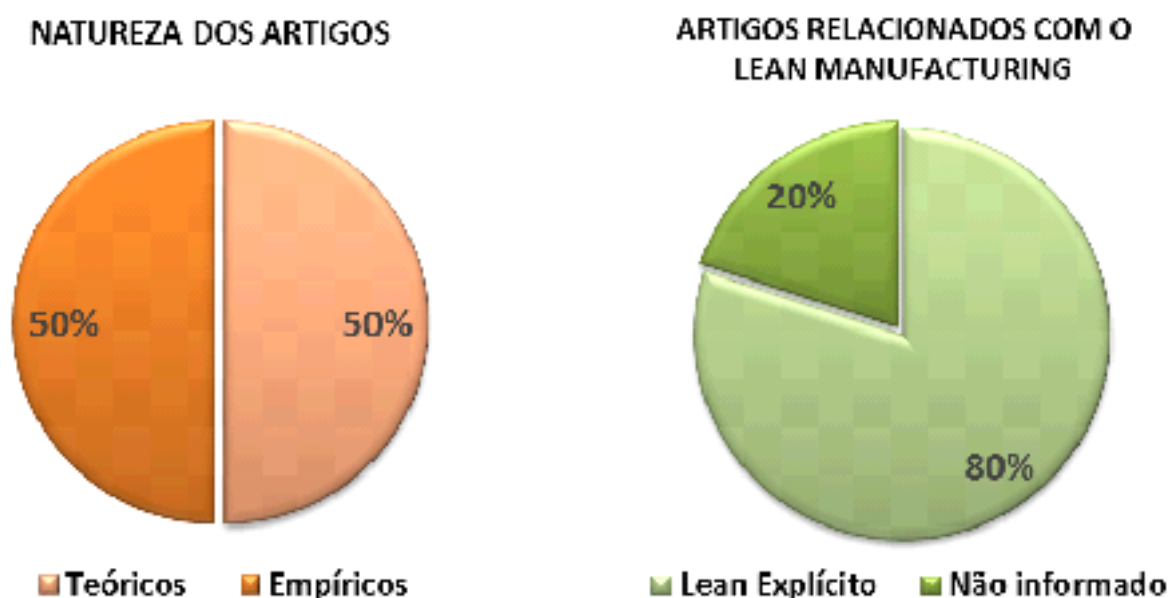


Figura 7 – Natureza dos artigos e associação ao Lean Manufacturing

É possível também observar na Figura 7 que a maioria dos artigos referenciados como Indústria 4.0 estão relacionados com o Lean Manufacturing, essa abordagem conjunta tem crescido a cada dia dentro das indústrias em sistemas de produção que buscam ser mais competitivos. Embora as indústrias tenham alcançado melhores resultados nos seus processos produtivos, numa abordagem mais crítica, Silva et al. (2019) apresentam que o Lean Manufacturing por si só não consegue atingir os objetivos das organizações. Assim, a busca por algo inovador que alinhem os aspectos tecnológicos, humano e organizacionais se dá por meio da adoção da indústria 4.0.

Do total de artigos selecionados, somente Ramos et al. (2019) aborda indicadores, e que existe uma relação direta da Indústria 4.0 e a mensuração de performance dos processos. O Lean busca combater os sete desperdícios e os indicadores são essenciais neste processo já que são responsáveis pelo fluxo de informações.

Percebeu-se que das tecnologias abordadas da Indústria 4.0, as mais aplicadas são integração de sistemas e computação em nuvem, também abordado por Davies et al. (2017) como o pilar central da indústria 4.0.

Na pesquisa foi possível observar nos casos empíricos os segmentos de mercado de atuação das indústrias, conforme Figura 8. Dos segmentos identificados, nenhum trata da indústria têxtil, sendo que é o segmento no Brasil que ocupa o 2º lugar em empregabilidade e o 4º maior produtor de malha no mundo (ABIT, 2019). Neste sentido, o cenário mostra o vasto campo a ser explorado quanto aos benefícios trazidos pelo uso dos indicadores concomitantes à Indústria 4.0.

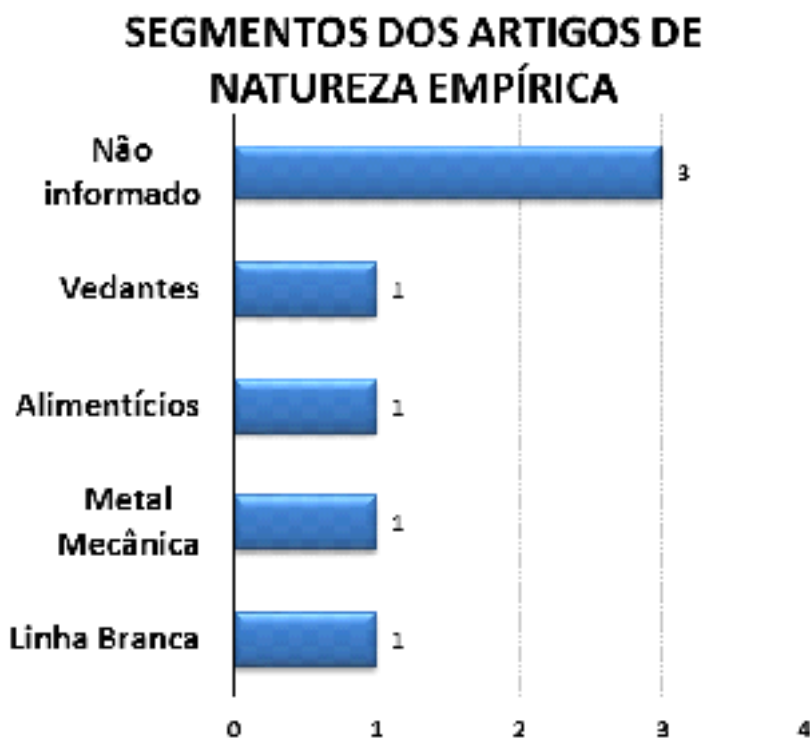


Figura 8 – Segmento de mercado de atuação das indústrias.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos dados pesquisados, percebeu-se que existe enormes contribuições relatadas sobre a Indústria 4.0 com o Lean Manufacturing para que se possa alcançar melhores níveis no desempenho operacional. Embora o Lean seja uma abordagem consolidada, há possibilidades de maiores ganhos com a implementação das tecnologias voltadas ao sistema de informação.

A abordagem da Indústria 4.0 é bastante recente e ainda não tem uma definição clara e comum bem estabelecida, sendo bastante confusa para pesquisadores quanto para os praticantes (HOFMANN; RÜSCH, 2017). Existe muitas dúvidas de quais tecnologias efetivamente podem ser associadas a Indústria 4.0 e paralelamente relacionadas ao Lean. Percebeu-se que alguns autores têm abordado o termo da indústria 4.0 em casos que não fica evidente os aspectos da 4ª revolução industrial, parecendo assim, usar o termo como um modismo da atualidade.

Esta falta de uma definição clara das tecnologias, aliada a baixa disponibilidade de artigos que tratam de casos práticos, em que se possa visualizar os ganhos re-

ais e os benefícios pouco claros com investimentos excessivos (GEISSBAUER et al., 2014), dificulta o estímulo da adoção das tecnologias da Indústria 4.0. A indústria têxtil é um exemplo do seu grau de importância versus o baixo nível de trabalhos práticos encontrados.

Assim, existe um longo caminho para as empresas brasileiras trilharem para se adaptar às novas tendências de mercado. O presente artigo não esgota todos os cenários possíveis, pelo contrário, há a necessidade de se compreender melhor como os indicadores mostrarão de maneira mais rápida e precisa, os resultados de performance dos processos produtivos diante das práticas Lean por meio das tecnologias da indústria 4.0. Desta forma, sugere-se mais pesquisas de casos práticos da potencialização dos indicadores Lean com a implementação da Indústria 4.0 como trabalhos futuros.

Referências

ABIT. Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. Disponível em: <<https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>>. Acesso em: 3/7/2020.

BARRETO, B. P.; PONTES, J.; TREINTA, F. T. **A Educação 4.0 aplicada à Engenharia de Produção e as principais temáticas de pesquisa: uma análise de conteúdo a partir da revisão de literatura.** XXXVIII Encontro nacional de engenharia de producao, 2019.

CALDEIRA, A.; SILVA, A. C. B.; BORBA, C. M.; PETRUZ, C.; ANICETO, E. G. **Inovação e nanotecnologia como estratégias para a competitividade na cadeia produtiva têxtil.** XVII SemeAd - Seminários em Administração, , n. March, 2014.

CARVALHO, E. DOS S. DE S.; FILHO, N. F. D. **Proposal for a mobile learning system focusing on the characteristics and applications practical of industry 4.0.** RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao, v. 2018, n. 27, p. 36–51, 2018.

CHEN, Z.; XING, M. **Upgrading of textile manufacturing based on Industry 4.0.** , , n. Icadme, p. 2143–2146, 2015.

CLAUDINO, L. R. P.; CALADO, R. D. **Lean integrado à indústria 4.0: uma revisão da literatura.** XXV Simpósio de Engenharia de Produção , 2018.

CNI. **Desafios para indústria 4.0 no Brasil.** Confederação Nacional da Indústria, , n. INDUSTRIA 4.0, p. 34, 2016.

DAVIES, R.; COOLE, T.; SMITH, A. **Review of Socio-technical Considerations to Ensure Successful Implementation of Industry 4.0.** Procedia Manufacturing, v. 11, n. June, p. 1288–1295, 2017. The Author(s). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.256>>. .

DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada.** São Paulo: Artmed Editora, 2008.

FERENHOF, H. A.; FERNANDES, R. F. **Demystifying the Literature Review As a Basis Forscientific Writing: Ssf Method.** Revista ACB, v. 21, n. 3, p. 550–563, 2016.

FRANCO, Z. M.; OIAN, C. A. **Sinergia entre Lean Manufacturing e Indústria 4.0 no contexto de século XXI.** IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 2019.

GEISSBAUER, R.; SCHRAUF, S.; KOCH, V.; KUGE, S. **Industry 4.0 - Opportunities and challenges of the industrial internet.** strategy& Formerly Booz & Company, PwC, v. 13, p. 1–51, 2014.

HOFMANN, E.; RÜSCH, M. **Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics.**



Computers in Industry, v. 89, p. 23–34, 2017. Elsevier B.V. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2017.04.002>>. .

JUNIOR, I. P. DA S. **Simulação indústria 4.0: prevenindo riscos e otimizando gastos.** XXVI Simpósio de Engenharia de Produção, 2019.

KANG, N.; ZHAO, C.; LI, J.; HORST, J. A. **A Hierarchical structure of key performance indicators for operation management and continuous improvement in production systems.** International Journal of Production Research, v. 54, n. 21, p. 6333–6350, 2016.

KATAYAMA, M. T.; COELHO, J. C. M.; SEGUCHI, H. J. M.; OLIVEIRA, C. L. C. DE; UECHI, C. A. S. **Metodologia para implantação de ferramentas da indústria 4.0 nas pequenas empresas.** XXVI Simpósio de Engenharia de Produção, 2019.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo.** São Paulo: Artmed Editora, 2005.

MAYUMI, R.; FUJITA, L.; JORENTE, M. J. ModaPalavra e-periódico " **A Indústria Têxtil no Brasil: uma perspectiva histórica e cultural**" " The Brazilian Textile Industry: a cultural and historical perspective " , v. 8, n. 15, p. 91–105, 2015.

MENDES, L. F.; BAPTISTELLA, M. M. T. **Uma proposta de implementação de tecnologias da indústria 4.0 em uma indústria de vedantes.** XXVI Simpósio de Engenharia de Produção, 2019.

OIAN, C. A.; SILVA, A. L. DA; CÉSAR, F. I. G.; MAKIYA, I. K. **A contribuição da indústria 4.0 para o lean manufacturing.** XXVI Simpósio de Engenharia de Produção, 2019.

RABELO, D. D.; PALADINI, E. P.; FARIA, T. C. **Desenvolvimento de processos inteligentes sob a ótica do conceito indústria 4.0: um case de aplicação a uma fornecedora global.** XXVI Simpósio de Engenharia de Produção, 2019.

RAMOS, J. D. C.; OLIVEIRA, L. J. DE; BUENO, F. C.; KAWAKAME, M. D. S. **Filosofia lean e a indústria 4.0: aderência de comunicação e tecnologia aos setes desperdícios.** XXVI Simpósio de Engenharia de Produção, 2019.

SANDERS, A.; ELANGESWARAN, C.; WULFSBERG, J. **Industry 4.0 implies lean manufacturing: Research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing.** Journal of Industrial Engineering and Management, v. 9, n. 3, p. 811–833, 2016.

SILVA, L. A. S. DA; RODRIGUES, T. A.; TAMMELA, I. **Lean manufacturing e indústria 4.0: uma revisão sistemática da literatura.** XXVI Simpósio de Engenharia de Produção, 2019.

SORDAN, J. E.; OPRIME, P. C.; PIMENTA, M. L. **Digital shop floor management: uma revisão da literatura.** XXVI Simpósio de Engenharia de Produção, 2019.

SOUZA, R. O. DE; FORCELLINI, F. A. **Integração entre a abordagem lean e a indústria 4.0: uma revisão sistemática da literatura.** XXVI Simpósio de Engenharia de Produção, 2019.

TESSARINI JR., G.; SALTORATO, P. **Impactos da indústria 4.0: Uma revisão sistemática da literatura.** Revista Produção Online, v. 18, n. 2, p. 743–769, 2018. Disponível em: <<https://producaoonline.org.br/rpo/article/download/2967/1678%0A>>. .

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas Lean: elimine o desperdício e crie riqueza.** 13ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2004.



CAPÍTULO 27

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA MASP NA MELHORIA DE PROCESSOS EM UM CORRESPONDENTE BANCÁRIO

APPLICATION OF THE MASP METHODOLOGY IN PROCESS
IMPROVEMENT IN A BANK CORRESPONDENT

Helen Bruna dos Santos Corrêa
Taynara Regiane França Martins

Resumo

Este trabalho avaliou o uso da Metodologia de Análise e Solução de Problemas - MASP na investigação de falhas em um Produto de um correspondente bancário. A pesquisa foi de cunho aplicada com análise qualitativa e quantitativa, e é um estudo de caso. Com a aplicação das ferramentas da qualidade, foi possível visualizar as falhas existentes no processo que foram tratadas pela metodologia MASP, através de suas 8 etapas de implementação. O produto estudado foi a portabilidade de crédito que corresponde a transferência de crédito de uma Instituição Financeira para outra, o instrumento de coleta de dados utilizado foi a aplicação de um questionário aos especialistas da área para organizar e direcionar os planos de ação que buscou a solução das causas, melhorando a organização do produto e otimização do processo. Os resultados apresentados foram satisfatórios, pois houve melhoria no processo.

Palavras-Chaves: Processo Portabilidade, Ferramentas da Qualidade, MASP.

Abstract

This work evaluated the use of the Problem Analysis and Solution Methodology - MASP in the investigation of failures in a product of a banking correspondent. The research was applied with qualitative and quantitative analysis, and is a case study. With the application of quality tools, it was possible to visualize the existing failures in the process that were treated by the MASP methodology, through its 8 stages of implementation. The product studied was credit portability, which corresponds to the transfer of credit from one Financial Institution to another, the data collection instrument used was the application of a questionnaire to specialists in the area to organize and direct the action plans that sought the solution causes, improving product organization and process optimization. The results presented were satisfactory, as there was an improvement in the process.

Keywords: Portability Process, Quality Tools, MASP.



1. INTRODUÇÃO

As organizações estão focadas em obter resultados e melhorias contínuas em seus serviços e produtos, pois os clientes buscam cada vez mais qualidade na prestação de serviços. Por isso, é necessário que as empresas apostem ainda mais em ferramentas de qualidade para permanecerem competitivas no mercado. Pois, estas ferramentas ajudam as organizações a padronizarem seus processos contribuindo no aumento da eficiência e eficácia.

É cada vez mais frequente para a melhoria dos negócios nas organizações a utilização de várias metodologias, e para utilização dessas ferramentas é necessário também que as pessoas envolvidas sejam capazes de utilizá-las de forma correta e extrair o melhor resultado possível. Abordagem da melhoria contínua leva ao desenvolvimento de métodos e técnicas que auxiliam no levantamento dessas causas raízes para implementação e avaliação dos resultados. Para que o mercado se mantenha organizado, é necessário adotar essas ferramentas de qualidade e fazer investimentos em capacitação de seus colaboradores. A qualidade dos serviços é uma hipótese essencial para a sobrevivência das organizações e o atendimento é o produto chave na prestação dos serviços.

O estudo em questão tem como objetivo principal aplicação da metodologia MASP através das suas 8 etapas no produto portabilidade de crédito de um correspondente bancário situada na cidade de São Luís-MA, com a utilização das ferramentas da qualidade que são técnicas de tratamento das informações necessárias para a coleta das principais causas que estavam interferindo na execução do processo, com intuito de aprofundar a discussão sobre a qualidade de serviços no setor bancário, a disposição das informações relacionadas ao processo em estudo são fundamentais para a implantação do método.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Gestão da Qualidade

O conceito de qualidade tem evoluído ao longo do tempo, hoje os clientes estão mais interessados quanto à utilidade dos produtos e os bens que estão adquirindo, eles buscam produtos de elevada qualidade técnica a preços competitivos, exigindo excelência nos serviços. E as empresas precisam atingir a total satisfação desses clientes das suas necessidades e expectativas (LOBO, 2019).

Segundo Ishida e Oliveira (2019) o termo qualidade é dinâmico e sua evolução é constante, entende-se qualidade desde que o ser humano iniciou suas relações comerciais, sendo aplicada em distintas dimensões com intuito de garantir



melhoria contínua das organizações. Assim, pode-se perceber que o conceito de qualidade evoluiu juntamente com a evolução do ser humano, pois o mercado encontra-se mais exigente e competitivo em relação a melhores produtos e serviços, juntamente com a implantação de melhores sistemas de qualidade, de diminuir falhas e aumentar a produtividade.

2.2. Ferramentas da Qualidade

De acordo com Mariani (2005) para o gerenciamento de processos e a tomada de decisões com maior precisão, é necessário ter dados e fatos reais, ou seja, informações geradas no processo buscando e interpretando corretamente as informações disponíveis como forma de eliminar o empirismo. E para propiciar a coleta dessas informações e dados disponíveis dentro das organizações, existem técnicas eficazes e importantes denominadas de ferramentas da qualidade.

Para suprir necessidades, muitas ferramentas da qualidade estão sendo usadas nos mais diversos tipos de seguimentos, e tais ferramentas estão ajudando a otimizar os processos, a corrigir e a implantar melhorias, inovar até muitas vezes o que faltava para poder sobressair aos demais (QUEIROZ, 2018). As principais ferramentas da qualidade estão apresentadas e descritas no Quadro 1.

Quadro 1: Ferramentas da Qualidade

FERRAMENTAS	DESCRIÇÃO
Folha de Verificação	Formulário ou planilha para coleta de dados a serem verificados, cujo objetivo é facilitar a coleta de dados pertinentes a um problema e definir quais ferramentas utilizar na melhoria do processo.
Diagrama de Pareto	É um gráfico de barras que ordena as frequências das ocorrências, da maior para a menor, baseada no princípio 80/20 e tem por objetivo mostrar através de gráficos de barras verticais a classificação dos problemas, o que permite definir qual fator necessita de prioridade.
Diagrama de causa e efeito	Método que também é conhecido como diagrama de causa e efeito, demonstra a relação entre as causas e os efeitos de um processo. A busca pelas principais causas é baseada nos 6M (medição, materiais, mão de obra, máquina, método e meio ambiente).
Histograma	Diagrama de barras que permite a visualização de determinados fenômenos que podem ocorrer em determinada frequência, permite verificar o comportamento de um processo em relação à especificação.
Fluxograma	O fluxograma é utilizado para descrever e mapear as etapas de um processo ou serviço, sua construção por símbolos ordenando em uma sequência lógica de forma planejada.
Gráfico de controle	Gráfico com limite de controle que permite o monitoramento e qualidade dos processos é possível analisar se tudo está conforme com o padrão médio esperado.
Brainstorming	Brainstorming ou tempestade de ideias é utilizada para formar ideias pelos membros de uma equipe na busca de soluções de um determinado problema, e aumento da quantidade de opções a serem analisadas.
5W2H	O 5W2H é um método para identificação das variáveis de um processo, suas causas e o objetivo a ser alcançado.

Fonte: Autoras (2020) adaptado de Santos e Gonçalves (2016)

2.3. Portabilidade de Crédito

O setor bancário apresenta uma característica de prestação de serviços, segundo Dias e Macedo (2008), é um setor de fundamental importância, levando em conta o seu papel na economia. Porém, nenhuma indústria de prestação de serviços parece mais interessada em estabelecer relações com seus clientes do que as de serviço bancário. Sendo assim, os bancos são obrigados a se reestruturar, ofertando a seus clientes bens e serviços que agreguem valor e mantenha-os na empresa pela credibilidade de seus produtos.

A portabilidade de crédito regulamentada pelo Conselho Nacional através da



Resolução 4.292/2013 do Banco Central do Brasil, tem como objetivo a transferência de uma dívida de uma instituição financeira para outra, assim, o consumidor poderá analisar entre os bancos as melhores vantagens. Um exemplo é quando as taxas de juros de um determinado banco estão maiores do que a concorrência. Com essa opção, é possível transferir a dívida para outro banco e, dessa forma, reduzir a taxa de juros e até melhorar as condições de pagamento da sua dívida atual. (PEDERSOLI, 2014).

Paladini et al. (2012) define o que é um serviço dentro dos pacotes de valores oferecidos pelas empresas quando cita que “serviço é uma organização e uma mobilização, o mais eficiente possível de recursos para interpretar, compreender e gerar a mudança nas condições de atividades do destinatário dos serviços”. Ressalta também que um serviço pode ser definido com uma mudança na condição de uma pessoa ou de um bem pertencente a um agente econômico, como resultado da atividade de um outro agente econômico, por acordo prévio, ou seja, solicitação da pessoa ou agente econômico anterior.

2.4. Método de Análise e Solução de Problemas (MASP)

O MASP é uma ferramenta para solução de problemas e é criado de forma sistemática, composta por passos e subpassos predefinidos, destinado a escolha de um problema, com o objetivo de analisar suas causas, determinação e planejamento de um conjunto de ações que constituem uma solução, verificação do resultado da solução e, finalmente, geração e disseminação de aprendizado decorrido de sua aplicação (ORIBE, 2008). O MASP **é classificado como uma ferramenta adotada de forma sistêmica e representa uma das** principais metodologias para conferência e averiguação de problemas, contribuindo na tomada de decisões. Segundo Carpinetti (2010), essa metodologia é dividida em etapas específicas, e essas etapas do MASP fazem relação com o ciclo PDCA, como ilustra na figura 1.



Figura 1: MASP em relação ao PDCA

PDCA	FLUXO	ETAPA	OBJETIVO
P	1	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.
	2	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vistas.
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais.
	4	Plano de ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.
D	5	Ação	Bloquear as causas fundamentais.
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
	?	(Bloqueio foi efetivo?)	
A	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	8	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

FONTE: FALCONI, 1992

Fonte: Baseado em Carpinetti (2010)

O MASP é uma metodologia que engloba situações que podem exigir tomada de decisão dentro do processo, que aborda uma situação insatisfatória, um desvio do padrão de desempenho esperado ou de um objetivo estabelecido, ou seja, a finalidade do MASP é resolver problemas, obtendo resultados em curto prazo, no qual o trabalho em equipe é fundamental para o sucesso do método (ESTUMANO et al; 2015). O autor informa ainda que, existe etapas para implementação do MASP que são:

- a) Identificação do problema: definir o problema com levantamento de dados e reconhecer sua importância;
- b) Observação: investigar as características do problema com uma visão ampla;
- c) Análise: descobrir as causas fundamentais do problema;
- d) Plano de Ação: conceber um plano para bloquear as causas fundamentais;
- e) Execução: bloquear as causas;
- f) Verificação: verificar se o bloqueio realizado foi realmente efetivo;
- g) Padronização: evitar o reaparecimento do problema;



h) Conclusão: recapitular todo o processo de solução do problema, registrando-o para aproveitamento em trabalhos futuros.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo de caso foi realizado em um correspondente bancário através da aplicação da metodologia MASP. Tal empresa está situada na cidade de São Luís – MA, atualmente com o objetivo de atender unicamente ao Banco do Brasil comercializando o portfólio de produtos disponibilizados pelo banco, a empresa possui vários produtos em seu portfólio, porém o produto que servirá como base para o estudo deste trabalho é a Portabilidade de Crédito que constitui a transferência de operação de crédito de instituição credora original para instituição proponente (receptora), nele será aplicado a metodologia.

O método utilizado da pesquisa foi o estudo de caso, onde foi realizado um estudo bibliográfico que permitiu a coleta de informações gerais, relacionadas ao tema em questão, Análise e Soluções de Problemas (MASP). Quanto à natureza da pesquisa é classificada como aplicada, com análise qualitativa e quantitativa. A coleta de dados realizada foi por meio de observações diretas, acompanhamento do processo e entrevistas com os colaboradores envolvidos e para garantir a confiabilidade dos dados foram utilizadas outras ferramentas da qualidade. Para entender o processo de portabilidade foi realizada inicialmente uma entrevista apoiada pela aplicação de um questionário através de brainstorming com os colaboradores.

Então, para coleta dos dados que foram coletados no período entre os meses de agosto de 2018 a junho de 2019, e realizado análise da massa desses dados para a posterior criação de uma base histórica na qual o modelo utilizado irá se basear, utilizou-se do sistema do banco e a utilização do Microsoft Excel 2016. Para contribuir com a aplicação das etapas do MASP, utilizou-se também o programa Microsoft Visio 2016 para desenhar os fluxogramas do processo de portabilidade e as ferramentas da qualidade. E assim, para a viabilização da pesquisa foi realizado através da aplicação das etapas do MASP que podem ser observadas no Quadro 2.

Quadro 2: Etapas de Aplicação da Metodologia MASP



ETAPA	DESCRIÇÃO	RECURSOS OPERACIONAIS
1. Identificação do problema	Identificação do problema de maior relevância no processo de Portabilidade através de um questionário	Estatística Descritiva e Brainstorming
2. Observação do Problema	Identificação das possíveis causas do problema de maior relevância.	Diagrama de Causa e Efeito e Brainstorming.
3. Análise do Problema	Identificação das possíveis causas do problema de maior relevância.	Diagrama de Pareto e Brainstorming.
4. Planejamento da Ação	Ataque às causas do problema, através da definição de ações, responsabilidades, prazos, locais de atuação, justificativas e a mudança dos procedimentos do produto.	Plano de Ação - 5W2H e Brainstorming.
5. Execução do Plano de Ação	Na execução do Plano de Ação, os responsáveis envolvidos no processo foram orientados sobre como proceder nas suas atividades.	Envio de e-mail, Brainstorming e WhatsApp.
6. Verificação dos Resultados	Verificação dos resultados.	Acompanhamento diário das operações.
7. Padronização dos Processos	Verificada a redução do problema, adaptou-se à rotina da empresa um acompanhamento diário para monitorar as atividades do processo.	Registro das informações.
8. Conclusão	Conclusão dos resultados com a execução da Metodologia de MASP.	-----

Fonte: Autoras (2020), baseado em Santos e Gonçalves (2016)

4. DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Esta seção será apresentada os resultados pertinentes ao estudo de caso, partindo da análise dos principais problemas que vinham interferindo na execução do processo de Portabilidade com a aplicação da Metodologia de Análise e Solução de Problemas (MASP).

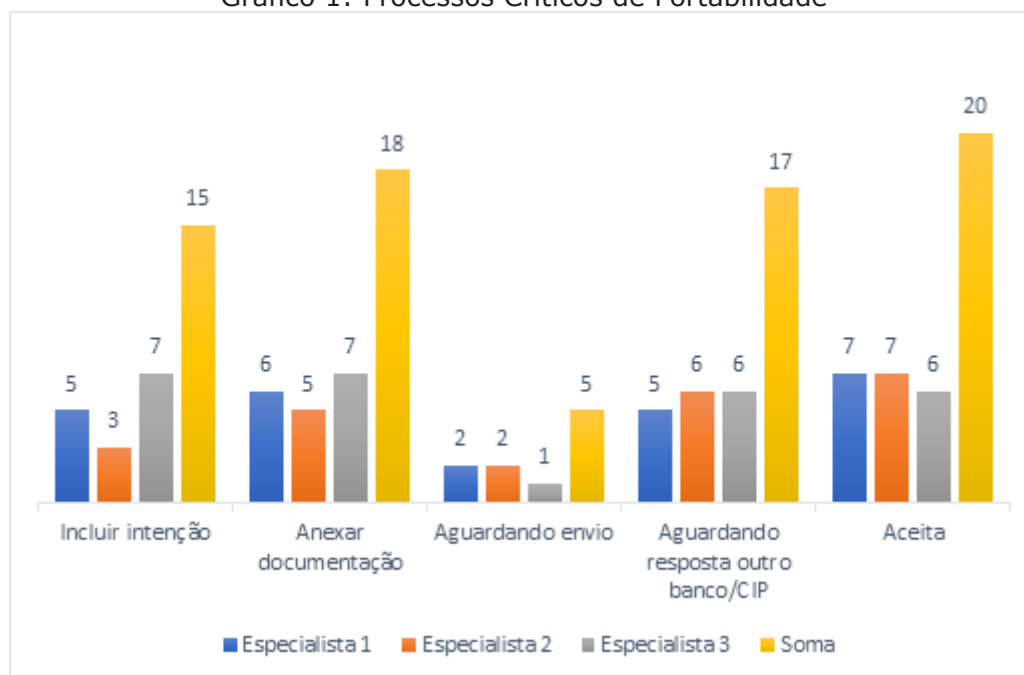
4.1. Identificação do problema

O processo de Portabilidade era feito parcialmente manual, isso acarretava em uma série de erros de digitalização e assim gerava muitos cancelamentos de operações. Nessa etapa foi realizado brainstorming e aplicação de um questionário,



através do qual foram coletadas as opiniões dos especialistas sobre os problemas presentes no processo. Como resultado das perguntas foi observado as principais dificuldades no produto da empresa, chegou-se ao total de 7 subprocessos principais críticos, os quais são apresentados no Gráfico 1.

Gráfico 1: Processos Críticos de Portabilidade



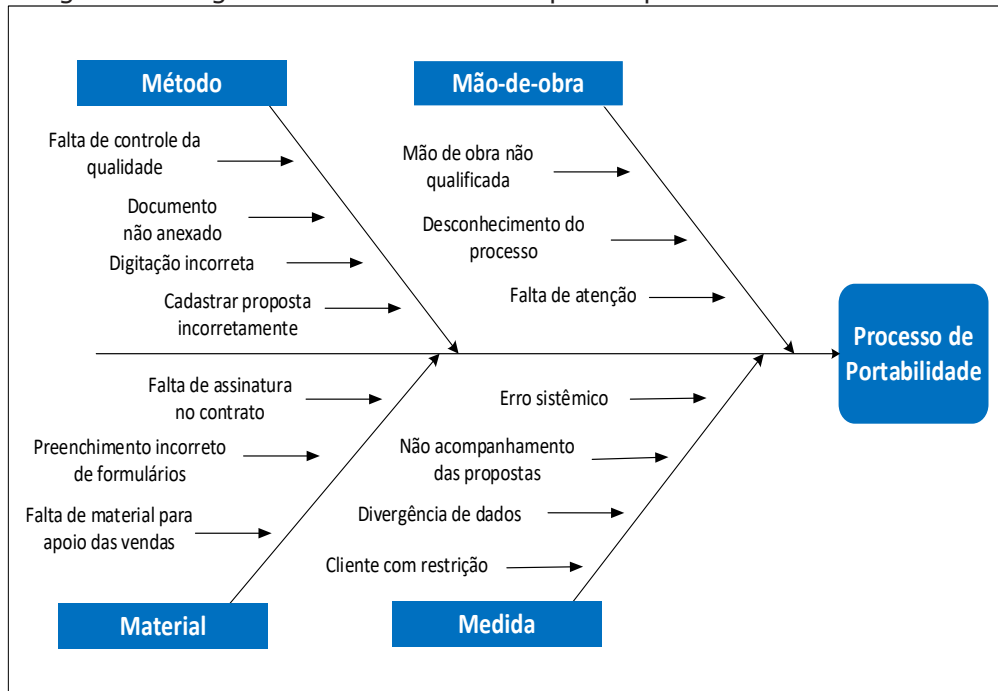
Fonte: Autoras (2020)

Observou-se se das opiniões dos colaboradores que o subprocesso aceita apresenta um nível de frequência de falhas mais alto seguido pelo subprocesso de anexar documentação, que representavam os principais problemas para internalização das propostas de Portabilidades. Onde esses subprocessos geravam desgaste de tempo do cliente, pois na etapa de aceita era necessário colher novamente a assinatura do cliente para regularização da documentação, assim como no processo de anexar documentação, observou-se que nem sempre os clientes estavam disponíveis ou tinha a documentação completa em mãos, gerando assim estresse nesses processos e consequência disso o número de operações canceladas só cresciam.

4.2. Observação do problema

Observou-se nesta etapa, com dados utilizados para análise que foram coletados durante todos os meses de agosto de 2018 a junho de 2019, na qual foi feito o levantamento desses dados e com base nas falhas verificadas anteriormente, após a realização de um brainstorming junto aos colaboradores foi construído um Diagrama de Causa e Efeito com o objetivo de identificar as possíveis causas do problema relevante, conforme a figura 2.

Figura 2: Diagrama de Causa e Efeito para o processo de Portabilidade



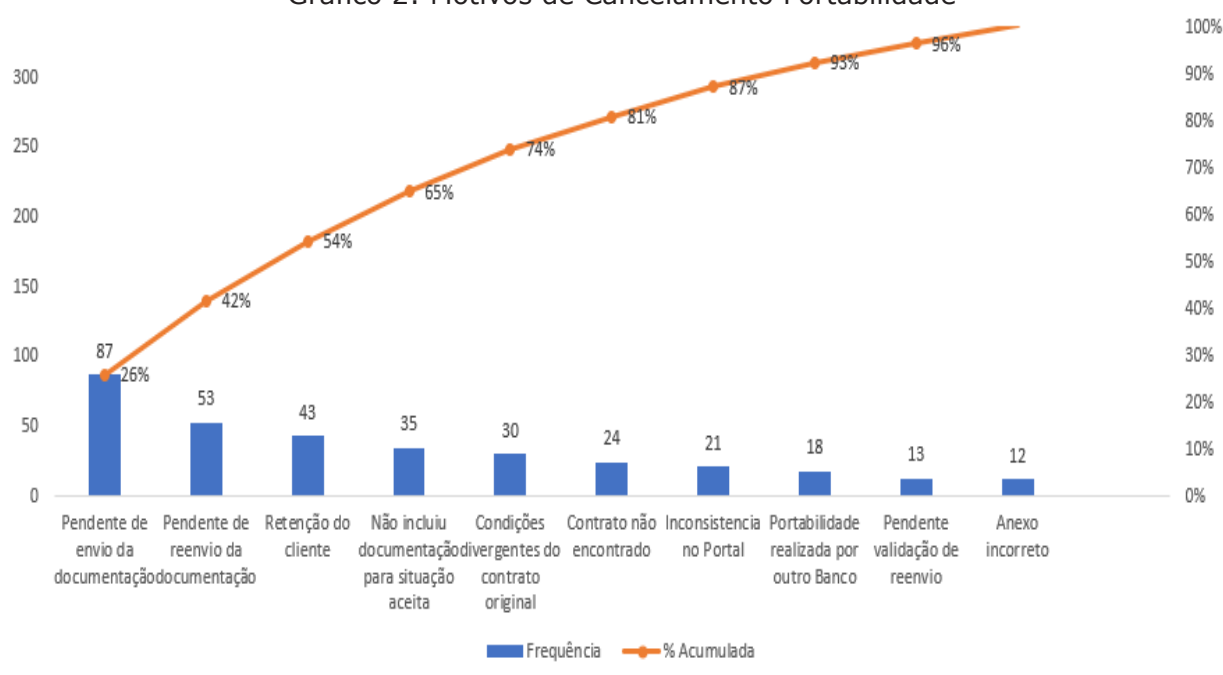
Fonte: Autoras (2020)

As causas observadas relacionadas ao processo de Portabilidade nessa fase constituem causas evidentes do problema e a grande quantidade de portabilidade cancelada, pois notamos que não havia conhecimento sobre o produto, **não havia** acesso diariamente para o acompanhamento das propostas, não havia cuidado nos preenchimentos das informações dos clientes e erros constantes em anexar e preencher formulários, outra observação é a falta de atenção dos responsáveis quanto ao produto.

4.3. Análise do problema

Para encontrar o gargalo mais ocorrido no processo de portabilidade com o auxílio do Pareto visualizado no Gráfico 2, foi possível identificar as principais causas dos motivos de cancelamento das propostas de portabilidade com o processo ainda rodando de forma manual. Essas causas é o que gera o cancelamento das propostas de portabilidade.

Gráfico 2: Motivos de Cancelamento Portabilidade



Fonte: Autoras (2020)

Através dos dados obtidos foi possível identificar de forma quantificável as anomalias associadas aos maiores índices de ocorrências no processo. Através desta análise, detectou-se que as quatro primeiras causas juntas e somadas formam 65% dos defeitos, ou seja, no total de dez causas apresentadas no gráfico, temos quatro causas que são as principais, pois apresentam uma maior parcela na geração de defeitos. Onde havia muito cancelamento de operações por não anexar documentação, pendente de reenvio de documentação, e isso gerava um desgaste no processo.

4.4. Planejamento da ação

Foi verificado nas etapas de identificação, observação e análise do processo, que o processo de Portabilidade era realizado parcialmente manual. Esse processo seguiu esse formato até junho de 2019, quando houve alteração com a inclusão de forma automática imposta pelo Banco, onde foi necessária adequação do procedimento e realizar o planejamento de ações a serem seguidas, e assim, através de brainstorming e envolvimento dos responsáveis do setor, foi elaborado um plano de ação e para isso utilizou-se a ferramenta da qualidade chamada de 5W2H, que auxiliou no esclarecimento de alguns pontos, distribuição de tarefas e responsabilidades, assim como na definição das necessidades de treinamentos e informações aos responsáveis do processo. O Quadro 3 apresenta as ações de forma detalhada.

Quadro 3: Plano de Ação 5W2H

What (O quê)	Where? (Onde?)	When? (Quando?)	Who? (Quem?)	Why? (Por quê?)	How? (Como?)	How? (Quanto?)
Estruturar o novo fluxo do processo	Utilizar a ferramenta Visio	01/07/2019	Especialistas	Obter melhores resultados no processo	Criar material para treinamento do novo processo	R\$ 0
Realizar treinamentos com os colaboradores	De forma remota através da plataforma ZOOM ou in loco	Semanalmente	Especialista e colaboradores	Para que todos sigam da mesma forma o novo processo	Através de plataforma interativa (ZOOM) e auxílio de material	R\$ 0
Acompanhamento diário de propostas	Sistema do Banco e Planilha de Excel	Diariamente	Especialista e colaboradores	Para propor melhorias do processo	Através de coletas de dados, atividades e informações	R\$ 0
Feedback diário sobre as propostas lançadas no sistema	Sistema do Banco e Planilha de Excel	Diariamente	Especialista	melhorias que reduzem o de cancelamentos	Através de envio de E-mail e mensagens via WhatsApp	R\$ 0

Fonte: Autoras (2020), baseado em Santos e Gonçalves (2016)

4.5. Execução do Plano de Ação

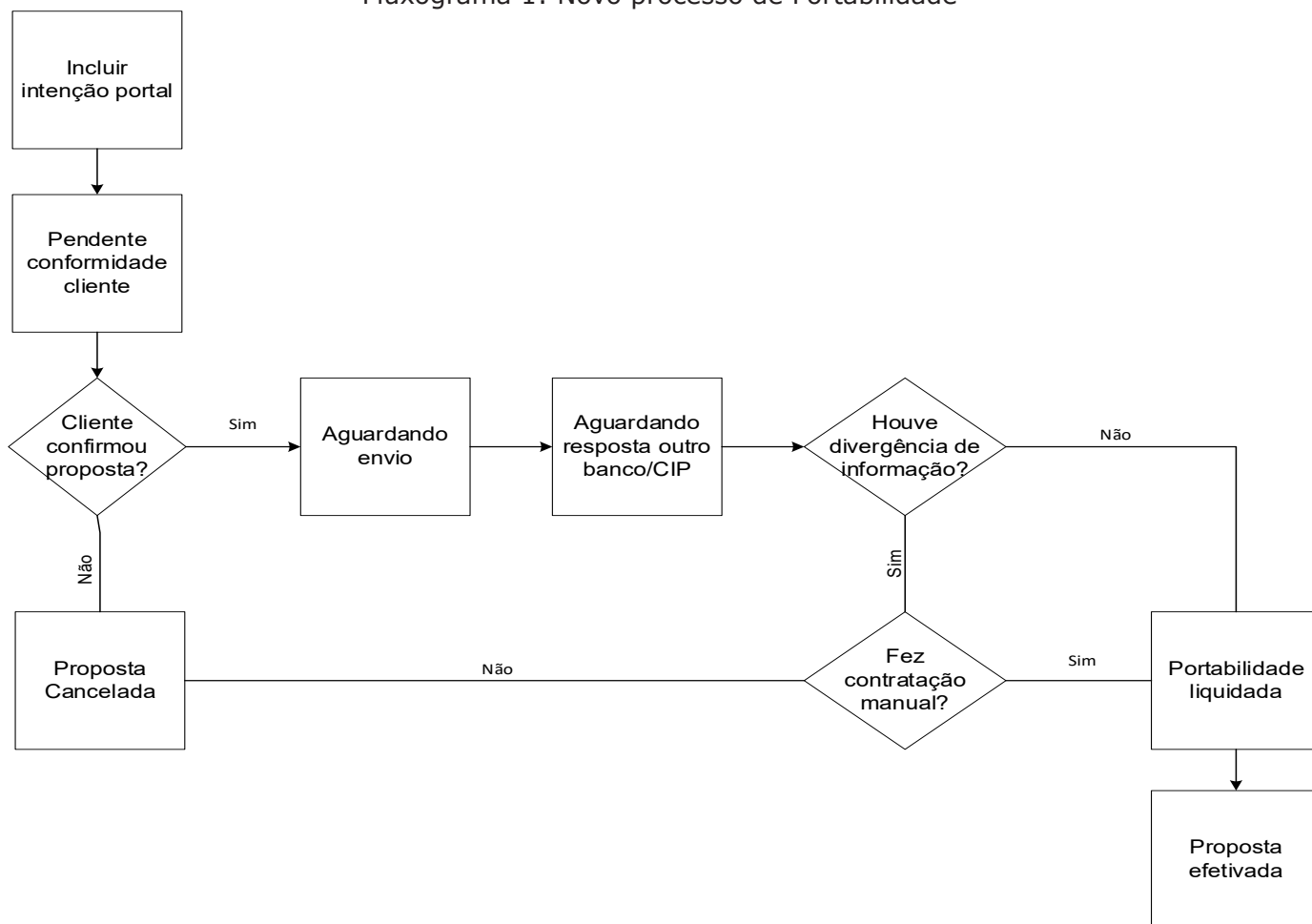
Nessa etapa será descrito cada fase e a execução do plano de ação.

4.5.1. Novo processo de Portabilidade

Como mencionado no planejamento do plano de ação, houve adequação no processo de portabilidade, o novo processo estipulado pelo Banco teve como objetivo deixar o processo todo automatizado, garantindo uma maior eficiência. Com esse intuito com o novo processo padronizado, reduzimos o cancelamento de propostas, pois como vimos na etapa de análise do problema, muitas propostas eram canceladas por não envio da documentação do cliente, portando o fluxograma abaixo mostra o novo processo muito mais ajustável e flexível.



Fluxograma 1: Novo processo de Portabilidade



Fonte: As autoras (2020)

Com a automatização do processo ele fica mais simples, não sendo mais necessário o anexo de documentação do cliente ao portal, a confirmação é feita automaticamente que pode ser realizada através do caixa eletrônico ou pelo APP do Banco. Como pode ser observado no fluxograma, o processo se inicia com a inclusão das informações do cliente para a Instituição Credora Original, via portal do correspondente, o portal representa a ligação direta do correspondente bancário com o sistema do Banco do Brasil, e assim o correspondente é responsável pela correta internalização dos dados, o processo segue o fluxo de aguardar a liberação pelo Cenop (Centro de Apoio aos Negócios e Operações de Logística) para a CIP (Câmara Interbancária de Pagamentos). Logo após, a Intenção entra em aguardando a resposta do outro Banco, caso as informações fornecidas no sistema estejam corretas a intenção é internalizada e após a contratação da operação de portabilidade, senão a proposta entrar em status de aceita, e assim é necessário realizar o procedimento de contratação manual, que nada mais é corrigir informações que retornaram da CIP, deverão ser encaminhadas as informações corretas para a Instituição Credora Original, e somente assim a intenção poderá ser contratada.

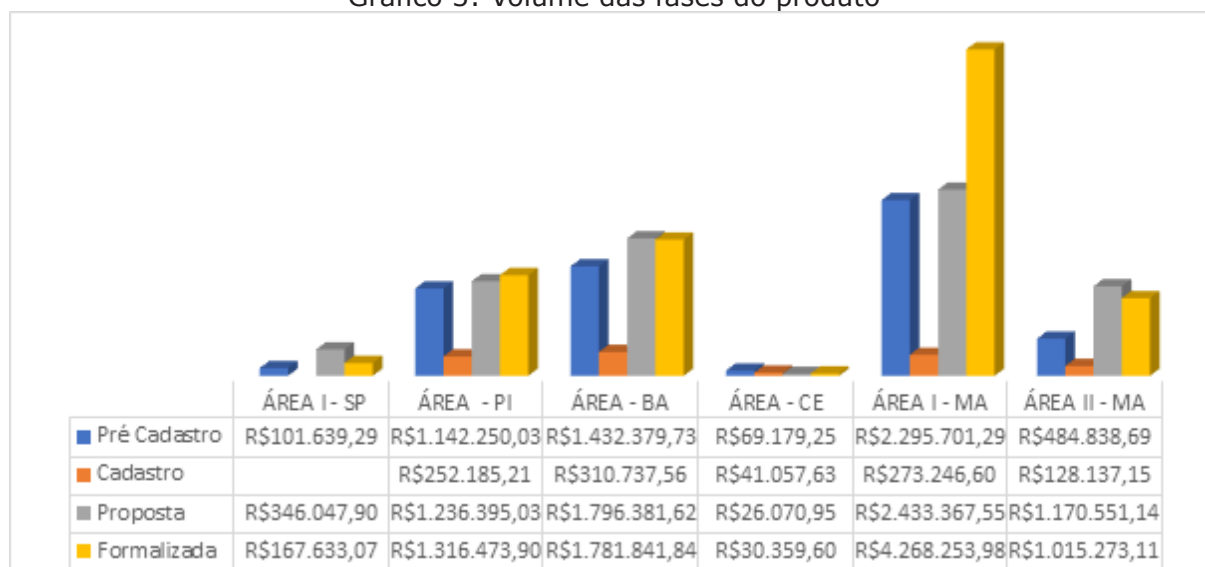
4.5.2. Implantação de treinamentos aos colaboradores

Após implementação do novo processo de portabilidade, foi necessário criar material de apoio para treinamentos, foi feita uma lista contendo os critérios para realização da contratação do produto, onde foi especificados os passos com orientações básicas sobre: Quantidade de parcelas remanescentes, Saldo devedor, **Número de contrato**, etc. Pois, havia muita dificuldade sobre esses requisitos, foi observado que alguns colaboradores tinham dificuldades sobre o número do contrato original dos clientes, pois muitos clientes não sabiam dessas informações e nem onde procurar, outra dificuldade que se encontrava era informações em relação ao saldo devedor, pois tinha muita variação entre os dados informado pelo cliente e os dados retornados pela CIP. Portanto tal material e listas de requisitos criados, foi de bastante utilidade e ajudou para entendimento dos colaboradores para contratação do produto.

4.5.3. Acompanhamento diário de propostas de Portabilidade

Com a implementação de melhorias foi possível colocar em prática diariamente o acompanhamento das propostas de portabilidade, esse acompanhamento servia para ajudar aos colaboradores sobre o andamento de cada proposta, e assim auxiliar da melhor forma possível. Esse acompanhamento servia também para envio ao setor do comercial um relatório semanal para informar as operações que eram contratadas e que estavam na esteira. Para facilitar na operacionalização e gestão desse processo dividiu-se ainda em dois macroprocessos: Pré-cadastro, Cadastro, Proposta, Formalização, como pode ser verificado no gráfico 3.

Gráfico 3: Volume das fases do produto



Fonte: Autoras (2020)

É possível na etapa de pré-cadastro e cadastro, cadastrar novos clientes que iniciam na esteira da Portabilidade, pode-se também realizar a análise prévia do cliente junto ao banco e limite de crédito vigente. Na fase de proposta, ele informa

os apontamentos na operação do cliente especificando se há erro no cadastro ou se a proposta retornou com alguma pendência da CIP e pôr fim a situação formalizada que significa quando a proposta foi efetivada.

4.5.4. Feedback diário aos colaboradores sobre o produto

Após a análise feita diariamente, havia feedback (construir-medir-aprender) aos colaboradores sobre o andamento de cada proposta e se fosse necessário realizar algum procedimento, era enviado uma mensagem padrão via WhatsApp, por e-mail ou ligação, explicando detalhadamente o procedimento a ser seguido. Esses feedbacks ajudavam na condução do processo, pois não havia o acompanhamento diário por parte dos colaboradores dos prazos e procedimentos para garantir a satisfação dos clientes.

4.6. Verificação dos Resultados

Após a execução do plano de ação observou-se que o excesso de propostas canceladas, foram reduzidas e já notamos um conhecimento maior por parte dos colaboradores sobre o processo, reduzindo assim causas relacionadas a falhas:

- Menos contatos e reclamações sobre como fazer a contratação de portabilidade;
- Com o processo automatizado, menos retrabalhado em relação ao anexo de documentação, pois nesse caso não era mais necessário;
- Com o acompanhamento diário das propostas, foi reduzido a quantidade de cancelamentos e melhorou na qualidade do processo;
- A intensificação dos treinamentos ajudou no entendimento do processo e na melhoria das operações internalizadas no sistema;
- O feedback e envio de relatório ao comercial serviu para deixar a equipe toda informada sobre o andamento do produto.

4.7. Padronização dos Processos

Verificadas as melhorias após a execução do Plano de Ação, definiu um cronograma e os responsáveis pelo processo, o qual deve ser aplicado diariamente com



acompanhamento dos especialistas, as tarefas passadas aos especialistas foram:

- a) Cada dia da semana o treinamento era executado por um especialista;
- b) Outro especialista ficou com o acompanhamento diário do produto e passar o feedback diário aos colaboradores;
- c) E por fim, um especialista cuidava de monitorar cada situação das propostas lançadas no sistema e montar o relatório para envio ao comercial e aos líderes das áreas.

4.8. Conclusão da Metodologia

Observou-se que o problema mais relevante nesse processo foi o cancelamento e a execução do produto Portabilidade de Crédito, onde interferia diretamente na qualidade da contratação do produto, disponibilidade de atendimento aos colaboradores, custos e desempenho das atividades e conhecimento sobre o produto. Os gargalos gerados por estes problemas, interferiam na qualidade de atender o cliente, rapidez e eficiência. Foi possível identificar através das ferramentas da qualidade quais causas e falhas mais recorrentes e assim, com objetivo de bloquear as causas geradoras do problema, elaborou-se um Plano de Ação, o qual foi executado com apoio dos colaboradores da empresa. Através da aplicação do plano de ação adaptou-se à rotina da empresa um controle e acompanhamento diário do produto.

A redução dos cancelamentos e a implantação das melhorias no processo possibilitou maior agilidade no fluxo do produto, facilitou nas análises das operações, ajudou no entendimento dos colaboradores sobre o produto e despertou o trabalho em equipe. No início da aplicação das melhorias, os colaboradores não se mostraram favoráveis a aplicação da ferramenta, uma vez que estavam acostumados com a realização de treinamentos executado da forma antiga e sem muito êxito. Mas, houve vantagens significativas na aplicação da ferramenta MASP.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste estudo consistiu em aplicar a Metodologia de Análise e Solução de Problemas – MASP nos processos críticos do produto Portabilidade de crédito com o intuito de melhorar a eficiência operacional do fluxo do processo para aprovação do crédito de um correspondente bancário. Dessa forma, realizou-se a implementação das 8 etapas do MASP utilizando também as ferramentas da qualidade para análise e **priorização** das falhas mais críticas do processo, para assim elaborar ações corretivas e o plano de ação para reduzir os índices de risco.



O mapeamento de processos e a identificação de suas respectivas falhas, contribuiu para as decisões que foram tomadas baseadas em fatos e dados, evitando ocorrência de erros que causam as falhas no processo. Por isso, manter o monitoramento da qualidade, buscando sempre resultados mais eficazes é fundamental dentro da empresa, pois não existia um estudo mais detalhado sobre as causas que impactavam o processo dentro da empresa. Portanto, o avanço na qualidade e melhoria no processo do produto, foram satisfatório para o objetivo principal deste estudo.

A adoção de uma metodologia para solucionar problemas contribui para uma visão ampla sobre a melhoria contínua dentro das organizações, ou seja, ajuda a identificar as causas que contribuem para o problema e ajuda na eliminação desses problemas, por isso, esse estudo visa auxiliar na aplicação de novas pesquisas sobre o tema, mostrando as melhores soluções que esta ferramenta pode proporcionar para as organizações.

Referências

CARPINETTI, L.C.R., **Gestão da Qualidade – Conceitos e Técnicas**, São Paulo, Atlas, 2010.

DIAS, Tânia Regina Frota Vasconcellos; MACEDO, Marcelo Álvaro da Silva. **Análise da Qualidade de Serviços Bancários on-line pelo Computador: um estudo sob a ética dos clientes no papel de usuários**. 2008. 81 f. Monografia (Especialização) - Curso de Administração, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008

ESTUMANO, et al. **Identificação dos principais fatores que provocam atrasos no atendimento de solicitações de manutenção corretiva em uma empresa do setor de telecomunicações utilizando-se ferramentas da qualidade**. 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_207_232_27138.pdf>. Acesso em: 15.02.2020.

ISHIDA, Juliana Poschl; OLIVEIRA, Daysa Andrade. Um estudo sobre a Gestão da Qualidade: conceitos, ferramentas, custos e implantação. **ETIC-ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA-ISSN 21-76-8498**, v. 15, n. 15, 2019.

LOBO, Renato Nogueirol. **Gestão da qualidade**. Saraiva Educação SA, 2019.

MARIANI, Celso Antônio. Método PDCA e ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais: um estudo de caso. **RAI-Revista de Administração e Inovação**, v. 2, n. 2, p. 110-126, 2005.

ORIBE, C. Y. **Quem resolve aprende? A contribuição do Método de Análise e Solução de Problemas para a Aprendizagem Organizacional**. 2008. 168 p. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

PALADINI, Edson Pacheco et al. **Gestão da qualidade: teorias e casos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier: Abepro, 2012.

PEDERSOLI, Christiane Vieira Soares. Portabilidade de crédito: estudo de caso do PROCON-MG e assimetria informacional. MPMG Jurídico: **Revista do Ministério Público do Estado de Minas Gerais**, 2014.

QUEIROZ. Carlos Eduardo Lopes. **Utilização do método MASP para redução de custo de um atelier de confeitaria em Belém-PA**. Disponível em: <<https://even3.blob.core.windows.net/anais/142339.pdf>>. Acesso em: 10.02.2020.

SANTOS, Milton Crispim; GONÇALVES, Anderson Tiago Peixoto. Aplicação da Metodologia de Análise e Solução de Problemas-MASP na logística de uma grande rede varejista. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, v. 11, n. 4, p. 21, 2016.



CAPÍTULO 28

IDENTIFICAÇÃO DE PARTÍCULAS EM ALTAS ENERGIAS UTILIZANDO MÉTODOS DE APRENDIZADO DE MÁQUINA

HIGH ENERGY PARTICLE IDENTIFICATION USING MACHINE LEARNING
METHODS

Cristine Nunes Ferreira
João Paulo Seixas Alves

Resumo

Partículas resultantes da colisão de prótons com velocidades próximas a da luz podem ser capturadas pelo conjunto de detectores do grande colisor de hádrons, em inglês denominado de *Large Hadron collider* (LHC). As partículas em questão são os prótons, nêutrons, elétrons, múons, píons, káons e fótons. Os detectores utilizados são sensíveis as partículas segundo suas propriedades. Essas propriedades foram apresentadas identificando qual detector é responsável pelo seu registro. Os métodos de aprendizado de máquina foram comparados analisando suas características. Foi mostrado também como utilizar os dados vindo do colisor como parâmetros para o aprendizado de máquina. A matriz de dados utilizada foi a do LHCb, que apresenta além de um sistema de rastreamento, que registra o momento das partículas e o sinal da carga, também um detector que registra a radiação de Cherenkov (RICH), um calorímetro eletromagnético, um calorímetro hadrônico e um detector de múons. Espera-se que esse trabalho possa ser um passo, pedagógico para o entendimento da arquitetura do LHCb e do uso de métodos de simulação como ferramenta para o entendimento da física de partículas.

Palavras chave: Física de Partículas, Classificação, Métodos Matemáticos.

Abstract

Particles resulting from the collision of protons with speeds close to that of light can be captured by the set of detectors of the large hadron collider, in English called the Large Hadron collider (LHC). The particles in question are protons, neutrons, electrons, muons, pions, kons and photons. The detectors used are sensitive to particles according to their properties. These properties were presented identifying which detector is responsible for its registration. Machine learning methods were compared by analyzing their characteristics. It was also shown how to use the data coming from the collider as parameters for machine learning. The data matrix used was that of the LHCb, which features, in addition to a tracking system, which records the moment of the particles and the charge signal, also a detector that records the Cherenkov radiation (RICH), an electromagnetic calorimeter, a calorimeter hadronic and a muon detector. It is hoped that this work can be a pedagogical step towards understanding the architecture of the LHCb and the use of simulation methods as a tool for understanding particle physics.

Key-words: Particle Physics, Classification, Mathematical Methods.



1. INTRODUÇÃO

Machine Learning, ou, aprendizado de máquina, é uma das áreas de grande destaque na ciência da computação atualmente. A premissa de se gerar conhecimento a partir de técnicas de computação e matemática aplicada impulsiona a sua aplicação em múltiplas áreas do conhecimento. Ferramentas como *Machine Learning* possuem a capacidade de lidar com grandes volumes de dados e gerar análises, conhecimento e conclusões para fins de classificação, regressão, agrupamento entre outras (NATARAJAN, 2014). O mundo passa por uma produção de dados nunca vista, gerada majoritariamente pela grande rede de computadores. A produção dessas quantidades massivas de dados advém de inúmeros tipos de dispositivos eletrônicos e, ao mesmo tempo, grandes iniciativas de pesquisas científicas em colaboração com diversos países (COHEN; FREYTSIS; OSTDIEK, 2018).

Problemas iniciados na física de partículas procuram por soluções através de aprendizado de máquina afim de tratar enormes quantidades de dados geradas após colisões de prótons. O *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire* (CERN) é um dos maiores laboratórios para pesquisas em *High Energy Physics* (HEP), ou, física em altas energias. Atualmente o CERN produz cerca de 25 *petabytes* de dados anualmente, o que torna seus desafios ainda maiores (KUO et al., 2014). O problema central de experimentos em altas energias é a correta identificação de partículas através de dados coletados por detectores. Para isto, a reconstrução de trajetórias, agrupamentos, chuviros (*showers*), jatos (*jets*), anéis (*rings*) e outros, são feitos através de gravações das interações das partículas nos detectores onde depositam energia, direções, tamanho e outras propriedades.

Na caracterização dos eventos em Física de partículas, muitos métodos tem sido utilizados, métodos que utilizam múltiplas variáveis, como *Fisher discriminates* e redes neurais, vem sendo utilizados em física de altas energias desde 1990 em experimentos no Fermilab1 e CERN com notável sucesso. Porém, mais recentemente, com avanços em *Machine Learning*, novas ferramentas como *Boosted Decision Tree* (BDT), *Support Vector Machines* (SVM), *Generative Neural Network* (GNN) dentre outras foram desenvolvidas e estão sendo utilizados para identificação de partículas em diversos experimentos (ADAM-BOURDARIOS et al., 2015).

2. O CONTEXTO DA PESQUISA

O objetivo desta seção é mostrar o cenário da pesquisa e explicar a relação da Física envolvida no LHC, os detectores e a escolha das *features* usadas no aprendizado de máquina.



2.1 O papel dos diferentes tipos de interação na identificação de partículas

Em um experimento “tradicional” de física de partículas, são identificadas partículas (elétrons e suas antipartículas e fótons) ou, pelo menos, atribuídos às famílias ou hádrons neutrons), pelas assinaturas características que eles deixam no detector. O experimento é dividido em alguns componentes principais, onde cada componente testa um conjunto específico de propriedades das partículas, são elas

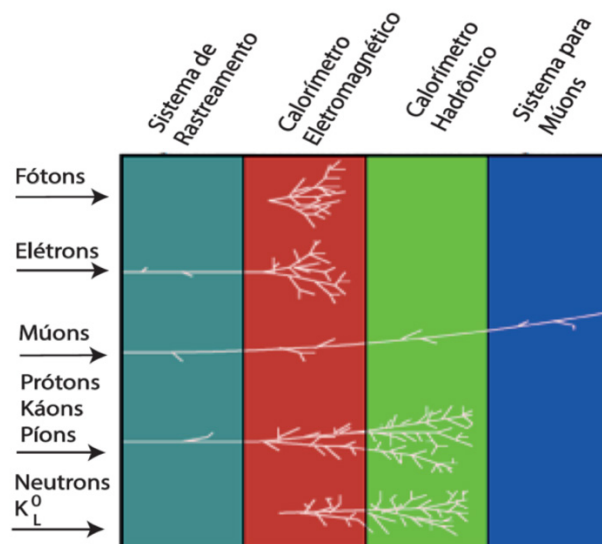


Figura 1 - Componentes de um experimento “tradicional” de física de partículas.
Fonte: (LIPPMAN 2003).

Cada partícula tem sua própria assinatura no detector. Por exemplo, se uma partícula for detectada somente no calorímetro eletromagnético, é bastante certo que é um fóton. Esses componentes são empilhados em camadas e as partículas atravessam as camadas sequencialmente a partir do ponto de colisão para o exterior: primeiro um sistema de rastreamento, depois um eletromagnético (EM), um calorímetro hadrônico e um sistema de múons. Todas as camadas são incorporadas em um campo magnético, a fim de defletir as faixas de partículas carregadas para a determinação do momento e sinal de carga.

A base de dados utilizada é proveniente do curso *Addressing Large Hadron Collider Challenges by Machine Learning* da plataforma de cursos online Coursera© e não passou por nenhum processo de preparação de dados. Tal conjunto de dados possui 1.2 milhões de linhas e 50 (cinquenta) colunas cujas descrições serão apresentadas nas próximas seções.

Nessa base de dados está discriminado quais detectores correspondem as colunas da planilha. A Tabela 1 apresenta um recorte do *output* utilizando a biblioteca Pandas.

	TrackP	TrackNDoFSubdetector2	BremDLLbeElectron	MuonLooseFlag	FlagSpd	SpdE	EcalDLLbeElectron
0	74791.156263	15.0	0.232275	1.0	1.0	3.2	-2.505719
1	2738.489989	15.0	-0.357748	0.0	1.0	3.2	1.864351
2	2161.409908	17.0	-999.000000	0.0	0.0	-999.0	-999.000000
3	15277.730490	20.0	-0.638984	0.0	1.0	3.2	-2.533918
4	7563.700195	19.0	-0.638962	0.0	1.0	3.2	-2.087146

Tabela 1 - Exemplo do quadro com os dados experimentais do LHCb.
Fonte: Elaboração própria.

Nas próximas subseções será detalhado cada componente da tabela utilizada e a física envolvida. Na Figura 2 está uma ilustração das colisões e produção dos dados.

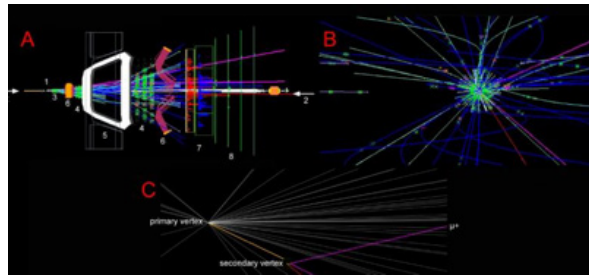


Figura 2 - Exibição de evento LHCb.

Fonte: Imagem cortesia da colaboração do LHCb. Acessado em 26/01/2020. <https://www.symmetrymagazine.org/breaking/2011/02/07/lhcb-event-display-decoded>

Todas as quatro visualizações da exibição do evento mostram dados da mesma colisão.

1 - Ponto de colisão: marca o local onde os prótons dos 2 feixes se chocam; 2 - Linha de luz: As setas mostram os caminhos dos feixes de prótons; 3 - Localizador de vértices; 4 - Detetores de rastreamento; 5 - Ímã; 6 - Detetores de imagens em anel Cherenkov; 7 - Calorímetros; 8- detetores de múon.

2.2 Sistema de Rastreamento

O sistema de rastreamento determina se as partículas são carregadas. Esse sistema consiste em um conjunto com um campo magnético, que mede o sinal da carga e o momento da partícula. Os fótons podem converter-se em um par elétron-pósitron e, nesse caso são detetado no sistema de rastreamento. Além disso, decaimentos do kaon carregados podem ser detectados em um sistema de rastreamento de alta resolução através de sua característica "torção" topologia: por exemplo $K^\pm \rightarrow \mu^\pm \nu$ (64%) e $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \pi_0$ (21%). O pai carregado (kaon) decai em uma filha neutra (não detetada) e uma filha carregada de mesmo sinal. Portanto, o processo de identificação do kaon se reduz à descoberta de torções no sistema de rastreamento. A cinemática da topologia destas torções permite separar o decaimento do Kaon de fundo e o decaimento de pions carregados (MIRONOV, 2006) .

Na Figura 2 o rótulo A é a vista superior do detector. Essa visualização nos

fornece uma imagem completa da colisão, mostrando dados de todas as camadas do detetor LHCb. Os feixes de prótons colidem à esquerda e as partículas, rótulo B, voam perto do caminho dos feixes de prótons. Essa propriedade das partículas, no rótulo B, é refletida no projeto do experimento: os sub-detetores ficam lado a lado ao longo do caminho do feixe, como livros em uma estante gigante. Na Figura 2, rótulo A, estão as grandes bobinas do ímã do LHCb, mostradas em branco [5]. O campo magnético é perpendicular à página e curva os caminhos das partículas carregadas no plano da página conforme mostra a Figura 3

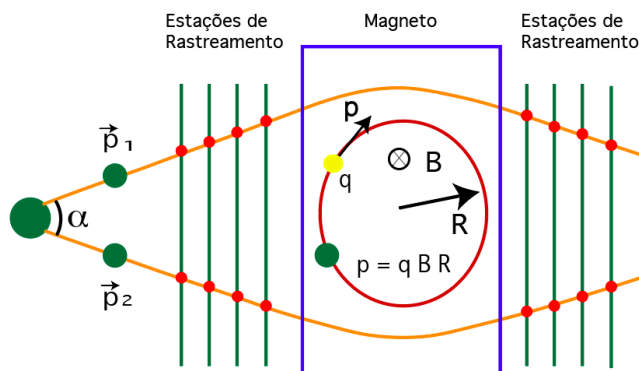


Figura 3 - Comportamento das partículas no Ímã (5) da Figura 2, em branco.
Fonte: Adaptado de Cousera, 2019.

Nos dois lados do ímã estão os detectores de rastreamento como mostra a Figura 3 que medem as posições das partículas à medida que passam. Os sinais que as partículas abandonam são mostrados como cruzeiros. Não há sub-detecores dentro do ímã, então os caminhos das diferentes partículas que saem da colisão são reconstruídos em uma versão sofisticada de “conectar os pontos” usando dados de todas as camadas do detetor LHCb.

Dos 50 sub-detecores 8 deles são destinados ao rastreamento da partícula, os principais estão listados na Tabela 2.

Sub-detecores	Característica da Medição
TrackQualitySubdetector1	Qualidade c2 do ajuste da trilha usando hits (incidências) no sub-detetor de rastreamento 1 em 4 da Figura 3.
TrackNDoFSubdetector 1	Número de graus de liberdade para o ajuste da faixa usando hits no sub - detetor de rastreamento 1.
TrackQualitySubdetector2	Qualidade c2 do ajuste da trilha usando hits (incidências) no sub - detetor de rastreamento 2 em 4 da Figura 3.
TrackNDoFSubdetector2	Número de graus de liberdade para o ajuste da faixa usando hits no sub - detetor de rastreamento 2.
TrackNDoF	Número de graus de liberdade para ajuste da faixa usando hits em todos os sub -detecores de rastreamento.

Tabela 2: Parâmetros ligados aos subdetecores de rastreamento

2.3 O detector RICH

As partículas da colisão também passam pelos detectores Ring Imaging Cherenkov, que são usados para identificação de partículas. Eles trabalham medindo as emissões de radiação Cherenkov. Esse fenômeno, frequentemente comparado ao *boom* sônico produzido por uma aeronave que quebra a barreira do som, ocorre quando uma partícula carregada passa através de um determinado meio (neste caso, um gás denso) mais rápido que a luz no meio. Enquanto viaja, a partícula emite um cone de luz, que os detectores Cherenkov refletem em uma série de sensores usando espelhos, Figura 4.

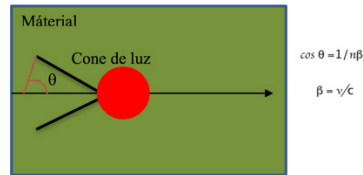


Figura 4 - Partícula carregada de velocidade v , passando através de um determinado meio.
Fonte: Adaptado de Cousera, 2019.

O momento da partícula relativístico pode ser revisado em (LIPPMAN (2003) e escrito como:

$$p = \frac{mc \beta}{\sqrt{1-\beta^2}}, \quad (1)$$

então,

$$\beta = \frac{p}{\sqrt{p^2 + m^2 c^2}}. \quad (2)$$

O ângulo de emissão Cherenkov tem a forma:

$$\cos \theta = \frac{1}{n\beta} = \frac{\sqrt{p^2 + m^2 c^2}}{n p}. \quad (3)$$

Pode-se verificar na equação (3) que o ângulo de emissão Cherenkov pode ser obtido facilmente em função do momento dado pela tabela de parâmetros ligados ao detetor RICH. A Tabela 3 apresenta um número de sub-detectors ligado ao RICH 1 e 2.

Sub-detetores	Característica da Medição
---------------	---------------------------

TrackP	Momento das partículas.
--------	-------------------------

Flag RICH 1	Flag (0 ou 1), se a pista reconstruída passa pelo primeiro detector RICH.
RICHpFlagElectron	flag (0 ou 1) se o momento for maior que o limite para que os elétrons produzam luz Cherenkov.
RICHpFlagProton	flag (0 ou 1) se o momento for maior que o limite para que os prótons produzam luz Cherenkov.
RICHpFlagPion	flag (0 ou 1) se o momento for maior que o limite para que os píons produzam luz Cherenkov.
RICHpFlagKaon	flag (0 ou 1) se o momento for maior que o limite para os káons produzirem luz Cherenkov.
RICHpFlagMuon	flag (0 ou 1) se o momento for maior que o limite para que os múons produzam luz Cherenkov.
FlagRICH2	flag (0 ou 1), se a pista reconstruída passa pelo segundo detector RICH.

Tabela 3: Os dados vindos do RICH.

Após a classificação das partículas e separação dos dados de káons, píons, elétrons, prótons e múons é possível calcular o ângulo de emissão Cherenkov em função do momento. A massa que aparece na equação 3 é a massa da partícula como mostrado na Tabela 1 e 2 do referencial teórico.

Os detectores RICH podem ser usados para identificar partículas carregadas mais massivas como os prótons e os káons. O RICH assume uma identidade para o rastreamento calculando a probabilidade global para a distribuição observada das batidas sejam consistentes com a distribuição esperada considerando várias hipóteses de identificação. O algoritmo interage com cada rastro e recalcula a probabilidade considerando várias hipóteses de identificação que muda se a partícula é um elétron, múon, káon ou próton. Para elétrons e múons informações adicionais do calorímetro e detectores de múons são usadas. As hipóteses que maximiza a probabilidade direciona o rastreamento. Para quantificar a qualidade da identificação é usado hipóteses sobre os píons que são usados como ponto de referência e a probabilidade de uma determinada identificação é dada em termos da diferença do logaritmo da probabilidade (*likelihood*) da partícula ser de um tipo comparado com a hipóteses de ser pión. Essa variável é chamada de $D \log(L)$ (DLL), para o káon temos $\log(L_k) - \log(L_p)$. Na Tabela 4 está relacionado os DLL que vamos usar neste trabalho para o RICH.

DLL do RICH	Característica da Medição
R I C H _ DLLbeElectron	Probabilidade delta de log para que um candidato a partícula seja elétron usando informações de RICH.
RICH_DLLbeMuon	Probabilidade delta de log para que um candidato a partícula seja múon usando informações de RICH.
R I C H _ DLLbeProton	Probabilidade delta de log para um candidato a partícula ser próton usando informações de RICH.
RICH_DLLbeKaon	Probabilidade de log delta para um candidato a partícula ser káon usando informações de RICH.
RICH_DLLbeBCK	Probabilidade delta de log para que um candidato a partícula seja em segundo plano usando informações de RICH.

Tabela 4: Delta log (DLL) do RICH.

2.4 A emissão via efeito Bremsstrahlung

O Bremsstrahlung é emitido por partículas carregadas quando a direção do voo é alterada ou a velocidade é reduzida devido à interação eletromagnética, com pode ser visto na Figura 5. Isso acontece, por exemplo, em interações materiais ou em campos magnéticos.

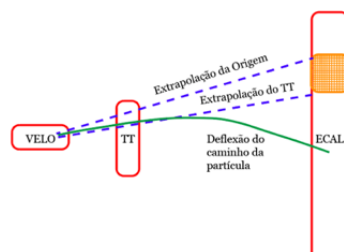


Figura 5: Ilustração da recuperação de bremsstrahlung no LHCb.
Fonte: (ALVES,2008)

Os parâmetros gerados nessa detecção estão na Tabela 5:

Sub-detetores Rastreamento	do	Característica da Medição
TrackPt		Momento transversal das partículas.
TrackDistanceToZ		Distância da trajetória da partícula até o eixo Z.
FlagBrem		Flag (0 ou 1), se a pista reconstruída passa por Brem.
BremDLLbeElectron		Probabilidade delta de log para que um candidato a partícula seja elétron usando informações de Brem.

Tabela 5: Parâmetros ligados ao Bremsstrahlung.

2.5 Calorímetros

Em seguida, as partículas são paradas pelos calorímetros e a energia que depositam é representada na exibição do evento por histograma, como mostra a figura 2. As barras vermelhas representam a energia de partículas mais leves (como fótons e elétrons), enquanto as barras azuis mostram a energia do grupo de partículas mais pesadas (como prótons). Na Figura 6 pode-se visualizar o sistema completo.

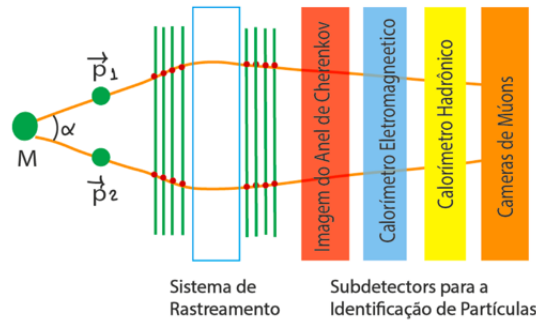


Figura 6 - Sistema completo de subdetectores LHCb.
Fonte: Adaptado de Cousera, 2019.

Os calorímetros podem detectar partículas neutras, medem a energia das partículas e determinam se eles têm interações eletromagnéticas ou hadrônicas. EM e hádron calorimetria no LHC é descrita em detalhes em (BROWN: COKERILL, 2011). Todas as partículas, exceto múons e neutrinos, depositam toda sua energia no sistema calorímetro por produção de chuviscos eletromagnético ou hadrônico. A resolução relativa com a qual a energia é depositada pode ser escrita como:

$$\left(\frac{\sigma_E}{E}\right)^2 = \left(\frac{a}{\sqrt{E}}\right)^2 + \left(\frac{b}{E}\right)^2 + c^2 \quad (4)$$

O primeiro termo leva em consideração as flutuações estocásticas e limita o desempenho a baixa energia. O segundo termo é devido ao ruído eletrônico. O terceiro termo é um termo constante que leva em consideração as uniformidades e erros do detector, durante a calibração. Este termo limita o desempenho do calorímetro à altas energias.

Os valores dos parâmetros a , b e c foram em todos os casos determinados por ajustes aos dados dos testes de feixe e são dados nas descrições dos diferentes experimentos, nesse trabalho usar-se-á somente os dados do LHCb (LIPPMAN, 2003).

Fótons, elétrons e pósitrons depositam toda a sua energia no calorímetro EM. Seus chuviscos são indistinguíveis, mas um elétron pode ser identificado pela existência de uma faixa no sistema de rastreamento associado ao chuvisco. Hádrons, depositam a maior parte de sua energia no calorímetro hadrônico e parte dele tam-

bém é depositada no calorímetro EM.

Resumindo, o sistema de calorímetro consiste em várias camadas: o Detector de Almofadas Cintilantes em inglês "*Scintillating Pad Detector* (SPD), o Detector de Pré-Banho em inglês "*Pre-Shower Detector* (PRS)", o Calorímetro Eletromagnético (ECAL) do tipo 'shashlik' e a Calorímetro Hadron (HCAL) da placa de ferro cintilante.

2.6 SPD/PS

O SPD determina se as partículas que atingem o sistema do calorímetro são carregadas ou neutras, enquanto o PRS indica o caráter eletromagnético da partícula (isto é, se é um elétron, se carregado, ou um fóton, se neutro). Eles são usados no nível do gatilho em associação com o ECAL para indicar a presença de elétrons, fótons e pions neutros.

O SPD e o PRS consistem em blocos cintilantes com uma espessura de 15 mm, intercalados com um conversor de condutor de $2,5 X_0$. A luz é coletada usando fibras de deslocamento de comprimento de onda (WLS). Quase quatro voltas de fibra são inseridas e coladas na ranhura redonda feita no bloco quadrado, e as duas extremidades da fibra WLS são usadas para transmitir a luz aos fotomultiplicadores de múltiplos ânodos (MAPMTs) localizados na periferia do detector. O SPD e o PRS contêm aproximadamente 6000 blocos, cada um deles equipado com um diodo emissor de luz (LED) incorporado. As almofadas são acionadas pela rede pulsante distribuída por toda a superfície do detector.

As variáveis que da tabela que fornecem informações destes cintiladores são elencadas na Tabela 6.

SPD/PRS	Característica da Medição
FlagSpd	Flag (0 ou 1), se a trilha reconstruída passa pelo Spd.
SpdE	Depósito de energia associado à pista no Spd.
SpdDLLbeElectron	Probabilidade delta de log para que um candidato a partícula seja elétron usando informações de Spd.
FlagPrs	Flag (0 ou 1), se a pista reconstruída passa por Prs.
PrsE	Depósito de energia associado à pista no Prs.
PrsDLLbeElectron	Probabilidade delta de log para que um candidato a partícula seja elétron usando informações de Prs.

Tabela 6; Informações dos cintiladores.



3.7 Calorímetro Eletromagnético

O Calorímetro eletromagnético é responsável pela medição da energia de elétrons e fótons (DZHELYADIN, 2007). Na interação com a matéria um elétron emite um fóton e um fóton produz um par elétron pósitron. Esse processo cria uma cascata eletromagnética. A relação entre a energia final e inicial da cascata eletromagnética é dada por:

$$E(x) = E_0 e^{\frac{x}{x_0}} . \quad (5)$$

O chuvaireto eletromagnético cresce enquanto a energia das partículas está acima do valor crítico E_c . O tamanho do chuvaireto x_{max} pode ser estimado da seguinte forma:

$$x_{max} = x_0 \ln \left(\frac{E}{E_0} \right) . \quad (6)$$

O número total de partículas no chuvaireto é estimado como:

$$N \sim \frac{E_0}{E_c} . \quad (7)$$

Medir o número de partículas permite determinar a energia da partícula recebida. Este número é medido por contadores de cintilação.



Figura 7: Foto-cintilador

Fonte: CMS Ecal / <https://cms-docdb.cern.ch/cgi-bin/PublicDocDB/ShowDocument?docid=12030>

As informações extraídas da foto cintilador Figura 7 estão listadas na Tabela 7, para o calorímetro eletromagnético posicionado na Figura 6.

Ecal	Característica da Medição
FlagEcal	Flag (0 ou 1), se a pista reconstruída passa por Ecal.
EcalE	Depósito de energia associado à pista no Ecal.
EcalShowerLongitudinalParameter	Parâmetro longitudinal do chuvaireto Ecal.

Tabela 7: O Calorímetro Eletromagnético.

Nesse detector também se faz a medição via D log, os elementos da Tabela 16 que são variáveis usadas no modelo para classificação no caso do Calorímetro Eletromagnético (Ecal).

DLL do Ecal	Característica da Medição
EcalDLLbeElectron	Probabilidade delta de log para que um candidato a partícula seja elétron usando informações de Ecal.
EcalDLLbeMuon	Probabilidade de log delta para que um candidato a partícula seja múon usando informações de Ecal.

Tabela 8: O Delta Log do Calorímetro Eletromagnético.

Pode ser verificado na Tabela 7 que se comparar com a Tabela 4 não existe nem káons, nem prótons e nem píons, de fato, e o calorímetro eletromagnético oferece os léptons, mais precisamente múon e o elétron. Na Tabela 9, temos os parâmetros que revelam o controle de qualidade.

Quality	Característica da Medição
Calo2dFitQuality	Qualidade do 2º ajuste dos clusters no calorímetro.
Calo3dFitQuality	Qualidade do ajuste 3d no calorímetro com a suposição de que a partícula era elétron

Tabela 9: Controle de qualidade dos clusters do calorímetro.

No feixe teste será usado a resolução da energia relativa escrita como:

$$\left(\frac{\sigma_E}{E}\right)^2 = \left(\frac{0,094}{\sqrt{E \text{ (GeV)}}}\right)^2 + \left(\frac{0,145}{E \text{ (GeV)}}\right)^2 + (0,0083)^2, \quad (8)$$

considerando que o calorímetro EM é uma parede retangular construída com placas de chumbo e cintilador de azulejos. A espessura total corresponde a 2,5X0

3.8 Calorímetro Hadrônico

O calorímetro hadronico é responsável pela medida da energia de protons, neutrons e outras partículas contendo quarks (AKCHURIN;WIGMANS, 2011). Este calorímetro tem as seguintes características:

- é similar ao calorímetro eletromagnético.
- produz um chuveiro hadrônico devido as interações com os núcleos dos átomos da matéria.
- o chuveiro consiste em um grande número de partículas diferentes tipos.



Das células destes sub-detectors, até atingir o alcance máximo, pode se extrair as variáveis que são levadas em conta na Tabela 10 e 11.

Hcal	Característica da Medição
FlagHcal	Flag (0 ou 1), se a pista reconstruída passa por Hcal.
HcalE	Depósito de energia associado à pista no Hcal

Tabela 10: O Calorímetro Hadrônico.

E os dados vindos do D log, podem ser visualizados na Tabela 11.

DLL do Hcal	Característica da Medição
HcalDLLbeElectron	Probabilidade delta de log para que um candidato a partícula seja elétron usando informações de Hcal.
HcalDLLbeMuon	Probabilidade de log delta para um candidato a partícula estar usando informações de Hcal

Tabela 11: O Delta Log do Calorímetro Hadrônico.

O calorímetro hadrônico consiste em ferro e cintilador telhas com uma resolução de energia relativa de

$$\left(\frac{\sigma_E}{E}\right)^2 = \left(\frac{0,69}{\sqrt{E(\text{GeV})}}\right)^2 + (0,09)^2, \quad (9)$$

medido com um protótipo em um teste de feixe.

2.9 Câmaras de Múons

A posição dos detetores de múons, mais afastada do ponto de colisão à direita, é mostrada pelas linhas verdes verticais. As faixas deixadas pelos dois múons criados nesta colisão são coloridas em magenta na Figura 12.

- Uma câmara de múon é preenchida com gás e tem um fio dentro.
- A tensão é aplicada entre o fio (ânodo) e as paredes da câmara (cátodo).

O múon difere do elétron apenas por sua massa, que é cerca de um fator 200 maior. Como consequência, a energia crítica E_c (a energia para a qual em um determinado material as taxas perda de energia por ionização e bremsstrahlung são iguais) é muito maior para múons: é de cerca de 400 GeV para múons em cobre, enquanto para elétrons em cobre é apenas cerca de 20MeV. Como consequência, os múons geralmente não produzem chuviscos eletromagnéticos e, portanto, po-

dem ser facilmente identificados por sua presença no detetores mais externos, pois todas as outras partículas carregadas são absorvidas no sistema do calorímetro.

O conjunto de variáveis para o detetor de múons é dado pela Tabela 12.

Detetor de muons	Característica da Medição
FlagMuon	Flag (0 ou 1), se a pista reconstruída passa pelas estações de múons (Muon).
MuonFlag	Bandeira de múon (é esse múon de faixa) que é determinado a partir das estações de múon.
MuonLooseFlag	É determinado a partir das estações de múon usando critérios mais flexíveis.
MuonLLbeBCK	Probabilidade de log para um candidato a partícula não ser múon usando informações de estações de múons.
MuonLLbeMuon	Probabilidade de log para um candidato a partícula ser múon usando informações de estações de múons.

Tabela 12: Parâmetros do Detetor de Múons.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Transformação dos dados

A transformação ou preparação dos dados é etapa fundamental para o êxito dos algoritmos. Diminuir o sobreajuste e aumentar a acurácia sobre novos dados é tarefa que pode ser alcançada com a transformação dos dados.

Parte fundamental de toda criação de aprendizado de máquina, a preparação dos dados, acumula cerca de 80% do tempo dedicado a construção do modelo. É comum se utilizar de diversas técnicas para melhorar o conjunto de dados.

3.2 Features Selections

A seleção das *features* é um momento importante dentro de todo *pipeline* do aprendizado de máquina. É uma tarefa particular de cada autor e designada ao problema em específico.



3.2.1 SelectKBest

Neste trabalho foi utilizado a classe *SelectKBest* da biblioteca *Scikit-learn*. Dentro das possibilidades de configuração desta classe, o parâmetro de referência é o k . Este estabelece qual será a quantidade de *features* a serem medidas. Esta classe necessita da métrica que será utilizada para classificação. Para esta tarefa foi utilizada *f_classif* cuja função é classificar classes categóricas. O resultado está na Tabela 13 abaixo:

Rank	Feature	Score	Rank	Feature	Score
1	MuonFlag	22.218.972.743	26	TrackNDoFSubdetector1	375.634.168
2	MuonLLbeMuon	17.436.981.251	27	FlagBrem	363.034.014
3	MuonLLbeBCK	17.381.647.601	28	DLLproton	360.525.034
4	MuonLooseFlag	17.155.008.704	29	DLLkaon	354.843.911
5	GhostProbability	13.367.591.884	30	FlagMuon	284.717.332
6	TrackQualityPerNDoF	4.781.059.022	31	FlagRICH1	271.959.151
7	EcalE	2.048.503.093	32	DLLmuon	161.442.777
8	RICHpFlagKaon	1.715.691.535	33	TrackNDoFSubdetector2	142.756.071
9	RICHpFlagProton	1.387.135.400	34	DLLelectron	141.369.789
10	TrackPt	1.370.497.843	35	TrackQualitySubdetector2	123.533.528
11	RICH_DLLbeKaon	1.102.593.072	36	TrackQualitySubdetector1	99.861.172
12	RICH_DLLbeProton	1.091.646.700	37	Calo2dFitQuality	89.751.816
13	RICH_DLLbeBCK	1.084.231.689	38	HcalDLLbeMuon	87.504.847
14	RICH_DLLbeMuon	1.056.829.335	39	HcalDLLbeElectron	85.578.089
15	RICHpFlagPion	994.245.150	40	SpdE	75.345.852
16	RICH_DLLbeElectron	991.540.423	41	PrsDLLbeElectron	67.639.263
17	TrackP	906.235.209	42	FlagHcal	66.901.497
18	Calo3dFitQuality	893.224.588	43	PrsE	61.445.299
19	FlagRICH2	879.764.352	44	FlagSpd	60.614.916
20	TrackP	0.018811	45	FlagEcal	0.002703
21	EcalDLLbeElectron	0.017886	46	FlagPrs	0.002653
22	TrackNDoF	0.017333	47	RICHpFlagMuon	0.002556
23	TrackDistanceToZ	0.016935	48	FlagSpd	0.002343
24	EcalE	0.016927	49	RICHpFlagElectron	0.001710
25	TrackNDoFSubdetector2	0.016236	###	###	###

Tabela 13: Ranking SelectKBest.

3.2.2 Extra Tree

A classe `feature_importances_` é utilizada para descartar *features* possivelmente irrelevantes para o modelo. Esta é uma classe que estão presentes em árvores de decisão, neste caso foi utilizada a árvore *extra tree* e pode ser encontrada na biblioteca *Scikit-learn*. Na Tabela 14 está o resultado.

Rank	Feature	Score	Rank	Feature	Score
1	DLLelectron	0.078848	26	TrackQualitySubdetector2	0.016122
2	GhostProbability	0.077083	27	TrackQualitySubdetector1	0.015760
3	DLLkaon	0.044451	28	TrackNDoFSubdetector1	0.015495
4	RICH_DLLbeKaon	0.041319	29	EcalDLLbeMuon	0.014612
5	RICH_DLLbeElectron	0.040032	30	BremDLLbeElectron	0.014360
6	DLLproton	0.037865	31	RICHpFlagKaon	0.012414
7	MuonLLbeMuon	0.035772	32	Calo2dFitQuality	0.011582
8	RICH_DLLbeProton	0.035604	33	HcalDLLbeMuon	0.011041
9	RICH_DLLbeBCK	0.035475	34	HcalDLLbeElectron	0.010948
10	TrackQualityPerNDoF	0.034119	35	HcalE	0.010931
11	MuonLLbeBCK	0.033552	36	EcalShowerLongitudinalParameter	0.010746
12	MuonFlag	0.032529	37	RICHpFlagProton	0.008007
13	DLLmuon	0.031125	38	SpdE	0.007800
14	MuonLooseFlag	0.029231	39	FlagRICH2	0.006793
15	PrsE	0.022708	40	RICHpFlagPion	0.005832
16	TrackPt	0.022612	41	FlagMuon	0.004450
17	RICH_DLLbeMuon	0.021691	42	FlagBrem	0.004269
18	PrsDLLbeElectron	0.021111	43	FlagRICH1	0.003867
19	Calo3dFitQuality	0.020736	44	FlagHcal	0.003014
20	TrackP	0.018811	45	FlagEcal	0.002703
21	EcalDLLbeElectron	0.017886	46	FlagPrs	0.002653
22	TrackNDoF	0.017333	47	RICHpFlagMuon	0.002556
23	TrackDistanceToZ	0.016935	48	FlagSpd	0.002343
24	EcalE	0.016927	49	RICHpFlagElectron	0.001710
25	TrackNDoFSubdetector2	0.016236	###	###	###

Tabela 14: Extra Tree.

3.2.3 LightGBM Selection

LightGBM é um *gradient boost* de aprendizado em árvore. A diferença deste



para outros *gradient boost* está no seu crescimento vertical da árvore enquanto outros fazem-no de forma horizontal. Pode ser entendido também como um crescimento em ordem das folhas ao invés de nível. A classificação das *features* se deu conforme Tabela 15.

Rank	Feature	Score	Rank	Feature	Score
1	TrackP	3984	26	Calo2dFitQuality	1850
2	RICH_DLLbeElectron	3799	27	Calo3dFitQuality	1706
3	TrackPt	3773	28	HcalDLLbeMuon	1506
4	PrsDLLbeElectron	3696	29	TrackQualitySubdetector2	1263
5	DLLkaon	3567	30	MuonLLbeBCK	1251
6	RICH_DLLbeKaon	3531	31	RICHpFlagKaon	1244
7	RICH_DLLbeBCK	3331	32	EcalShowerLongitudinalParameter	1174
8	DLLproton	3298	33	SpdE	1028
9	RICH_DLLbeProton	3198	34	MuonLLbeMuon	1017
10	GhostProbability	3175	35	RICHpFlagProton	922
11	DLLelectron	3067	36	FlagRICH1	914
12	PrsE	2919	37	FlagRICH2	877
13	RICH_DLLbeMuon	2903	38	RICHpFlagPion	846
14	EcalE	2662	39	TrackQualitySubdetector1	814
15	TrackQualityPerNDoF	2362	40	MuonLooseFlag	769
16	TrackNDoFSubdetector1	2354	41	FlagPrs	733
17	TrackNDoFSubdetector2	2302	42	MuonFlag	723
18	DLLmuon	2262	43	FlagBrem	674
19	TrackDistanceToZ	2168	44	FlagEcal	664
20	TrackNDoF	2155	45	FlagMuon	626
21	EcalDLLbeElectron	2070	46	FlagSpd	610
22	EcalDLLbeMuon	2027	47	RICHpFlagElectron	583
23	HcalE	1873	48	RICHpFlagMuon	516
24	HcalDLLbeElectron	1863	49	FlagHcal	495
25	BremDLLbeElectron	1856	###	###	

Tabela 15: *LightGBM Selection*

3.2.4 Matriz de correlação

A matriz de correlação demonstra o quão relacionada é uma *feature* específica as demais dos conjuntos de dados ou da própria variável a ser predita. A correlação admite valores dentre -1 a 1 sendo que quanto mais próximo ao negativo menos



correlação existe e vice versa.

3.3 Comparação da Seleção de Features

O primeiro método escolhido foi o *SelectKBest* cuja função principal é escolher as k features de maior score. O número de k features foi determinado através de uma variável de corte que corresponde a 1% do maior score arbitrariamente. Ou seja, qualquer feature que obteve menos que 1% do valor da feature com maior score é descartada. Desta forma, a número de features escolhido foi 31 (trinta e um). Em seguida foi utilizado o atributo *feature_importance_* do metatransformador *SelectFromModel* que se utilizou do modelo de árvore *ExtraTreeClassifier*. Tal atributo possui parâmetro chamado *treshold* que determina o coeficiente de corte podendo ser uma média, mediana ou um número *float* arbitrário. O *threshold* escolhido foi de 10% do valor do maior score. Este também de forma arbitrário e como resultado apenas 36 features foram selecionadas. Tal método foi chamado aqui de *ExtraTree*. Já em um terceiro momento foi definido como método para seleção uma matriz de correlação (*Corr Matrix*) cuja resultado dentre as features fora maior que 0.9 uma delas será desconsiderada. Vale lembrar que os índices variam de -1(menos um) para total falta de correlação e 1(um) para o contrário. Sendo assim foram escolhidas 30(trinta) features. O quarto método utilizado deriva também do mesmo meta transformador e atributo *feature_importance_* do segundo método porém se utiliza do modelo *LightGBM* para gerar seus scores. Como limítrofe para escolha das features foi utilizado a média dentre os scores. Todas features que obtiveram scores acima da média foram selecionadas restando um total de 22(vinte e duas). Por fim foi definido aqui como *LightGBM*. Por fim foi chamado de *No Selection* quando o modelo se utiliza de todas as features do *dataset*, ou seja 49. Nas tabelas 16, 17, 18 e 19 estão os resultados provenientes de cada modelo sobre cada seleção diferente das features. As métricas utilizadas foram *logloss* e *accuracy*, esta última representada em valores de porcentagem adquiridas na base de treino (*Training Set*) e teste (*Testing Set*). A melhor indicação de *logloss* será sempre quando este for o mais baixo, porém já a *accuracy* estabelece-se o contrário. Em se tratando de tempo de execução foi registrado que cada modelo precisou de 60 a 180 minutos para obtenção dos resultados.

Método	Logloss	Training Set	Testing Set
No Selection	0,622	81,4	75,0
SelectKBest	0,650	80,2	74,1
ExtraTree	0,652	80,2	74,1
Corr Matrix	0,763	76,6	68,0
LightGBM	0,666	79,8	73,5

Tabela 16: Resultados da *Random Forest*



Método	<i>Logloss</i>	<i>Training Set</i>	<i>Testing Set</i>
<i>No Selection</i>	0,56	78,6	77,2
<i>SelectKBest</i>	0,599	77,7	75,7
<i>ExtraTree</i>	0,599	77,7	75,7
<i>Corr Matrix</i>	0,711	71,6	70,0
<i>LightGBM</i>	0,625	76,2	74,7

Tabela 17: Resultados da *Gradient Boost Classifier*.

Método	<i>Logloss</i>	<i>Training Set</i>	<i>Testing Set</i>
<i>No Selection</i>	0,584	76,7	76,4
<i>SelectKBest</i>	0,615	75,5	75,2
<i>ExtraTree</i>	0,615	75,5	75,2
<i>Corr Matrix</i>	0,73	69,8	69,4
<i>LightGBM</i>	0,637	74,6	74,0

Tabela 18: Resultados da *XGBoost*

Método	<i>Logloss</i>	<i>Training Set</i>	<i>Testing Set</i>
<i>No Selection</i>	0,571	76,0	76,0
<i>SelectKBest</i>	0,606	75,0	75,0
<i>ExtraTree</i>	0,625	70,0	69,0
<i>Corr Matrix</i>	0,717	70,0	69,0
<i>LightGBM</i>	0,660	73,0	73,0

Tabela 19: Resultados da Rede Neural.

Em análise é possível notar que nenhum dos modelos em nenhuma seleção de *features*, ou na falta dela, obtiveram resultado significativamente diferentes. Porém, quando não ocorre nenhuma seleção (*No Selection*) obtém-se o melhor resultado.

4. CONCLUSÕES

O método se mostrou eficaz na proposta de classificação de partículas diante da complexidade do tema e na melhora da precisão dos algoritmos. Foram encontradas algumas dificuldades durante o processo de otimização dos modelos como tempo de processamento e ajuste dos hiperparâmetros.

De volta a hipótese, verificou-se que não houve diferença significativa na eficá-

cia da rede neural sobre a árvore de decisão. Após exaustivas tentativas, estima-se que haja limitação na natureza dos dados ou na relação dentre eles que possam concluir melhor a classificação de partículas. É certo que o LHC possui inúmeras outras interações das partículas em seus detectores e que a base de dados utilizadas neste trabalho é apenas um recorte do que é possível. Porém, não se pode negar o êxito em se utilizar técnicas de aprendizado de máquina em problemas de física de partículas pois, ao se ter uma grande quantidade de dados cria-se material fértil para aplicação de métodos computacionais.

É notável a limitação de ambos modelos de exceder a precisão satisfatória em bases de testes. De forma arbitrária poder-se-ia pensar em precisão acima de 80%. Embora a árvore de decisão *gradient boost classifier* tenha superado em 1,2% a rede neural não se pode declarar vantagem significativa, ou melhor, não expressa uma significância estatística.

Chama a atenção os resultados derivados das matrizes de confusão. Pode-se concluir que existe a necessidade por mais interações, ou seja mais dados, e isso apoia-se no fato das partículas múons obterem maior precisão na classificação. Os múons, ao se decaírem durante todo o processo de trajetória geram informações e detecções que por si levam a mais características a serem analisadas. Portanto, um passo para trabalhos futuros pode ser encontrado na obtenção de mais e diferentes dados da natureza do processo das colisões.

Ainda acerca dos resultados relacionados às partículas das matrizes de confusão, impressiona o fato de ter sido classificado com 80% de precisão as partículas chamadas aqui por "*ghosts*". Isso traz à tona uma dúvida quanto à natureza dos dados gerados pelos detectores. Por qual motivo teria tanta precisão dados que não correspondem a partículas algumas. Seriam apenas ruídos do experimento ou algo a mais?

Como resposta para esta dúvida coloca-se aqui um processo para trabalhos futuros que visam investigar mais precisamente a construção dos dados gerados pelos detectores e uma relação às teses físicas sobre estes dados das partículas "*ghosts*".

Não somente haja interesse pela revisão teórica da física de partículas e a natureza da síntese dos dados pelos detectores, há ainda necessidade de pesquisa e melhora nos modelos de aprendizado de máquina. Todo processo de otimização dos modelos ainda se faz necessário forte análise e conhecimento dos seus hiperparâmetros e não somente utilização de código de programação. Alimentar os resultados com ilustrações mais precisas e condizentes com aspectos científicos é alvo futuro também.



Referências

- ADAM-BOURDARIOS, C. et al. The Higgs Machine Learning Challenge. **Journal of Physics: Conference Series** 664, 072015, 2015.
- AKCHURIN, N.; WIGMANS, R. "Hadron Calorimetry", **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A** 666, 80, 2012.
- ALVES JR, A. A. et al. (LHCb collab.) The LHCb detector at the LHC, **J. Instrum.** 3, S08005, 2008.
- BROWN, R. M.; COCKERILL, D. J. A., Electromagnetic Calorimetry, **Nucl. Instr. And Meth in Phys. Res. A** 666, 47, 2012.
- COHEN, T.; FREYTSIS, M.; OSTDIEK, B., (Machine) learning to do more with less. **Journal of High Energy Physics** 2018, 34, 2018.
- DZHELYADIN, R., The LHCb calorimeter detectors, **Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. A.** 581, 55, 2007.
- KUO, M. H. et al. Health big data analytics: current perspectives, challenges and potential solutions. **International Journal of Big Data Intelligence** 1, 114, 2014.
- LIPPMANN, C.; **Particle identification**, Nucl. Instrum. Meth. A, 666, 148, 2012.
- MIRONOV, C., Studying nuclear matter created in p+p, d+Au and Au+Au collisions using charged kaons, **J. Phys.: Conf. Ser.** 50, 31, 2006.
- NATARAJAN, Balas K. **Machine learning: a theoretical approach**. Elsevier, 2014.



CAPÍTULO 29

FLUXO PÓS-CONSUMO DOS GARRAFÕES DE 20 LITROS EM UMA INDÚSTRIA DE ENVASE DE ÁGUA MINERAL EM RECIFE

POST-CONSUMPTION FLOW OF 20 LITER BOTTLES IN A
MINERALWATER FILLING INDUSTRY IN RECIFE

Amanda Dantas Freitas

Michele Bezerra Saito

Resumo

A logística reversa pós-consumo é o caminho cliente-empresa, no qual, as empresas detêm a responsabilidade de destinar os produtos que já foram utilizados e descartados pela sociedade, evitando que o descarte inadequado gere riscos ao meio ambiente. O plástico, por exemplo, se for descartado inadequadamente, traz sérios danos, devido o longo período de tempo que leva para se decompor. O objetivo dessa pesquisa foi compreender o fluxo pós-consumo realizado pela indústria de envase, em relação ao destino dos garrafões de 20L de água mineral. A metodologia aplicada foi qualitativa-descritiva, sendo realizada uma entrevista com o gestor de operações reversas da empresa, através de um questionário semiestruturado. Em seguida fez-se uma análise de conteúdo, no qual as informações foram separadas por blocos: No primeiro, constava o processo de recebimento e o fluxo de processamento dos garrafões; no segundo, o cumprimento às legislações voltadas ao direcionamento de resíduos. Desta forma, pôde-se perceber que a empresa cumpre as legislações, porém, enfrenta problemas com o armazenamento dos garrafões que retornam para serem classificados como reutilizáveis ou não. Como meio de amenizar esse problema, seria necessário uma melhor estruturação do processo de recebimento dos garrafões, para evitar que durante esta etapa não ocorram perdas gerando mais resíduos.

Palavras chave: Logística reversa, pós-consumo, meio ambiente.

Abstract

Post-consumption reverse logistics is the client-business path, in which companies have the responsibility to destinate products that have already been used and discarded by society, preventing improper disposal generating risks to the environment. Plastic, for example, if discarded improperly, does serious damage, due to the long time it takes to decompose. The objective of this research was to understand the post-consumption flow carried out by the filling industry, in relation to the destination of 20L mineral water bottles. The methodology applied was qualitative-descriptive, an interview with the manager of reversed operations of the company being performed, through a semi-structured questionnaire. Then a content analysis was made, in which the information was separated by blocks: In the first, the receipt process and the flow of processing of the bottles; in the second, compliance with legislation for the management of waste. In this form, it was perceiving that the company complies with the legislations, however, faces problems with the storage of the bottles that return to be classified as reusable or not. As a mean to allow this problem, a better structuring of the bottle receiving process would be necessary, to prevent that during this step, losses were not generating more waste.

Key-words: Reverse logistic, post-consumption, environment.



1. INTRODUÇÃO

A logística reversa é conhecida como caminho percorrido por materiais desde o consumidor final até o início da cadeia produtiva. Existem vários motivos para que esse ciclo ocorra, alguns exemplos são: Problemas de fabricação, perda de funcionalidades, fim da vida útil, entre outros. De acordo com Lacerda (2002), no ponto de vista logístico a vida de um produto não é finalizada quando é entregue ao cliente, pelo contrário, os produtos ficam obsoletos, sofrem danos ou não desempenham suas funcionalidades corretamente, e por isso devem voltar ao seu local de origem para que sejam adequadamente descartados, reaproveitados ou reparados. Dentro da logística reversa existem duas áreas, a de pós-venda e a de pós-consumo, sendo a base para este estudo a logística reversa pós-consumo.

Logística reversa de pós-consumo é aquela que busca realocar os bens ao ciclo produtivo ou destiná-los a um local ideal. Essa área tem se tornado cada vez mais necessária, atualmente existe uma grande preocupação com os impactos ambientais, por isso, o descarte correto e o reaproveitamento de materiais têm recebido tantos incentivos. Para Leite (2009) os bens de pós-consumo são aqueles dispensados após o uso, mas que podem ser reutilizados.

Em decorrência dos sérios danos causados ao meio ambiente, o descarte inadequado dos materiais e o alto índice de poluição causado pelos mesmos, fez com que o governo brasileiro sancionasse a lei Nº 12.305/10, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, com a proposta de desenvolvimento sustentável, na qual seus principais objetivos eram a diminuição na produção de novos resíduos e a reutilização dos já existentes. Com a criação da lei, estados e municípios tiveram que projetar seus próprios planos municipais, com o intuito de contribuir para que as metas do PNRS fossem alcançadas e ao mesmo tempo se tornassem sustentáveis e mais eficientes, principalmente no quesito reciclagem de resíduos sólidos.

Dentre os materiais que causam impactos expressivos no meio ambiente, o Plástico é considerado o maior vilão. De acordo com Piatti e Rodrigues (2005) esse material pode levar séculos até se decompor totalmente, ou seja, o descarte inadequado acarreta inúmeros problemas ambientais, devido ao longo período que fica na natureza.

E para uma indústria de envase, que utiliza o plástico com tanta frequência, a preocupação não ocorre apenas na possibilidade do mesmo ser descartado inadequadamente, mais também na possibilidade de contaminação da água. Sabe-se que esses recipientes têm prazo de validade de 3 anos, e quando a vida útil se encerra as empresas tem a responsabilidade de recolhê-los e lhes dá um destino, que muitas vezes é desconhecido pela sociedade. A logística reversa tem como finalidade a redução da poluição e dos danos ao meio ambiente (SHIBAO; MOORI;



SANTOS, 2010).

No estado de Pernambuco vigora a lei Nº 13.010, de 27 de abril de 2006, que regulamenta as normas a serem cumpridas pelas empresas que trabalham no ramo de envase de água mineral. Essa lei entrou em vigor pelo fato do garrafão de 20L de água mineral ser um produto que transita com bastante frequência no canal reverso, e os riscos de contaminação da água poderiam ocorrer no comércio irregular pelo uso de recipientes impróprios. Visando a redução do risco de contaminação, a norma estabelecia o cumprimento da eficácia na vedação, características de transparência e problemas com ranhuras/rachaduras, coleta, limpeza para reuso, entre outros.

Levando em consideração a preocupação com o meio ambiente e a busca por informações referentes ao ciclo realizado pelos garrafões pós-consumo, a pesquisa tem a seguinte problemática: De que maneira é realizado o processo reverso dos garrafões de 20 litros comercializados por uma empresa engarrafadora de água mineral?

Com base no exposto, a presente pesquisa tem como objetivo geral: Compreender serviço de pós-consumo realizado pela indústria de envase, relacionado ao destino dos garrafões de 20L de água mineral após o fim da sua vida útil, verificando se há um cumprimento da legislação vigente. Levando em consideração o objetivo geral, foram desenvolvidos os seguintes objetivos específicos: a) Entender as etapas do ciclo reverso, desde o recebimento dos garrafões até a apresentação de condições de retorno ao mercado, b) conhecer as formas de reutilização do plástico dentro da indústria, c) apresentar o fluxo pós-consumo percorrido pelos garrafões e d) analisar se de fato ocorre o cumprimento da legislação vigente e se a fiscalização é realizada de forma efetiva.

Esta pesquisa encontra-se estruturada em cinco seções. O presente capítulo apresentou a introdução do trabalho, a contextualização do problema e o objetivo da pesquisa. A segunda seção foi abordada a fundamentação teórica com os conceitos que norteiam a logística reversa pós-consumo, sendo apresentadas as normas que envolvem os plásticos, em especial os garrafões de 20 litros. A terceira seção apresentou os procedimentos metodológicos, no qual foi demonstrada a forma como a pesquisa foi elaborada. A quarta seção fez uma breve descrição da empresa estudada e análise dos resultados. Como desfecho da pesquisa, a quinta seção expôs as considerações finais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção serão abordados a atuação da logística reversa, as preocupações ambientais com a destinação dos plásticos, em especial, os garrafões de 20 litros e as legislações que os envolvem.



2.1 Atuação da logística reversa

A logística reversa é conhecida como a área de retorno de materiais já utilizados. Chaves e Batalha (2006) advogam que, o foco de atuação da logística reversa envolve a reintrodução de produtos e materiais na cadeia de valor pelo ciclo de negócios ou de produção. Nessa área, o descarte do produto deve ser a última opção a ser analisada.

“A logística reversa é um dos principais processos dentro da cadeia de reciclagem, que viabiliza economicamente e mantém a constância em toda a cadeia, seja ela para o processo de reutilização, reciclagem [...]” (LAGARINHOS; TENÓRIO, 2012, p. 3).

O caminho reverso não visa apenas o reuso e os ganhos econômicos, mas também a preocupação com a natureza. Conforme Scheffer et. al. (2013), a logística reversa por meio de ações sustentáveis gera rentabilidade, e ajuda na preservação do meio ambiente.

A logística reversa é dividida em duas áreas de atuação. A de pós-venda, que trata do planejamento e destinação de bens sem uso ou pouco usados, que voltam à cadeia por erros na fabricação, avarias no transporte, entre outros. E a de pós-consumo, que controla e dá destino aos bens que chegaram ao fim da vida útil (GUARNIERE; OLIVEIRA, 2005).

2.2 Pós-consumo

Para Oliveira e Silva (2011), logística de pós-consumo é a área que equaciona e manuseia o fluxo de informações e o físico dos bens descartados pela sociedade. Tem como objetivo estratégico a agregação de valor a um bem que não tenha mais serventia ao proprietário original, mas que ainda possua condições de utilização.

Silva e Neto (2011) declaram que a logística reversa de pós-consumo é entendida como a área que lida com bens no final da sua vida útil e que podem ser reutilizados. Nas Palavras de Ramos e Ramos Filho (2008, p. 96):

A logística reversa de pós-consumo tem por objetivo dar um destino aos produtos que de alguma forma já foram utilizados e descartados pela sociedade. Esses produtos podem ser divididos em duas categorias: aqueles que se encontram em condição de uso e que podem ser recolocados no mercado como produtos de segunda mão, e aqueles em fim de vida útil, que poderão ter seus componentes aproveitados total ou parcialmente, poderão ser reciclados ou que não tem mais condições de utilização.



A logística reversa de pós-consumo preocupa-se com a reintrodução de um bem ao ciclo produtivo (LEITE, 2003). A Figura 1 apresenta o fluxo pós-consumo, onde pode-se perceber que inicialmente ele é um fluxo direto, passando ao final dessa etapa para um fluxo reverso, podendo ser reaproveitado através do desmanche ou da reciclagem, caso seja possível. Caso contrário ele pode ser descartado definitivamente.

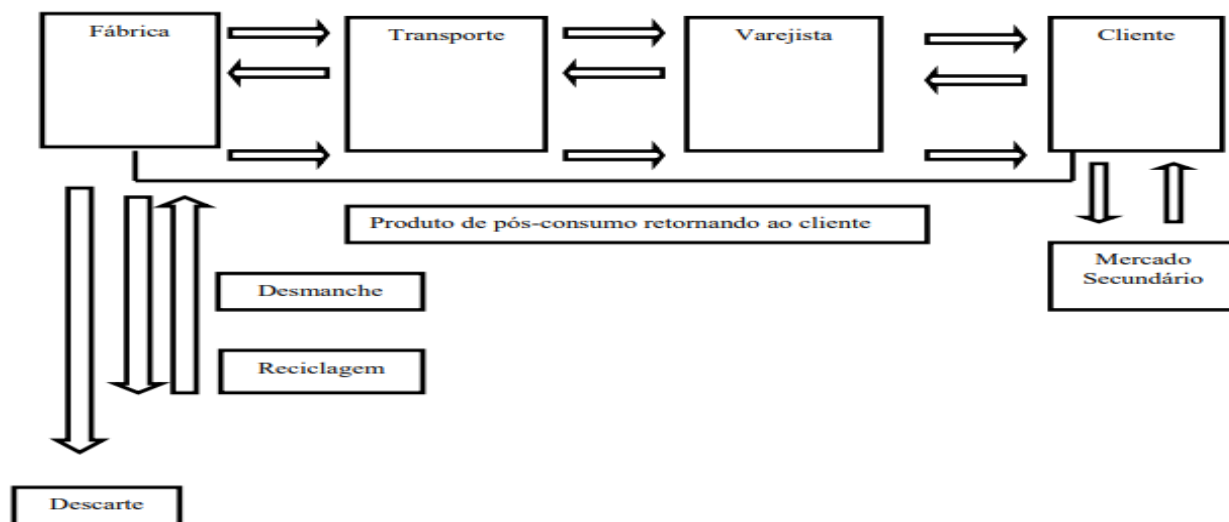


FIGURA 1 – Fluxo do produto pós-consumo
Fonte: Pereira (2015, p.15)

Outra possibilidade existente, além do processo de reaproveitamento, é o encaminhamento do produto para ser reutilizado no mercado secundário.

2.3 Preocupações ambientais com a destinação do plástico

O plástico é um material muito utilizado pela sociedade, e como consequência, diariamente são despejadas incontáveis toneladas desses resíduos no solo. Esse material pode levar de 200 a 600 anos para se decompor na natureza, para minimizar esse impacto é importante que a cadeia reversa mantenha-se presente dando um destino correto a esses resíduos (CARVALHO; MELO, 2013).

O que torna a decomposição do plástico bastante lenta, é que o mesmo possui em sua composição um material sintético, e outro fator que também contribui para o longo período de tempo que o plástico leva para se decompor, é que a maioria deles não é biodegradável. Quando esse material é incinerado libera substâncias tóxicas que prejudicam tanto o organismo humano, quanto o meio ambiente. Levando isso em consideração, a melhor alternativa é o descarte adequado e a reciclagem (GUAMÁ et. al.; 2008).

A grande quantidade de resíduos plásticos e as consequências que causam a natureza poderiam ser bastante reduzidas ou até mesmo evitadas, se houvesse manuseio adequado desses resíduos. Esse tipo de material mesmo após o uso gera valor, através da reciclagem, que pode acarretar tanto em benefícios ambientais,

quanto econômicos (OLIVEIRA, 2012).

O garrafão de água mineral é um exemplo dos materiais plásticos presentes no nosso dia a dia, e que precisamos destiná-lo aos locais adequados.

2.4 Garrafões de 20 litros

De acordo com Pitaluga (2006), o consumo de água mineral teve um crescimento após o surgimento do garrafão de 20 litros. Os compradores preferem esses vasilhames maiores por serem mais higiênicos, reutilizáveis e possuírem valor acessível.

Conforme Silva (2010), os garrafões quando retornam para a empresa, passam pela inspeção visual e olfativa, higienização externa, limpeza interna e sanitização, envase e lacração, rotulagem, inspeção final e por fim vai para a expedição e transporte, até chegar novamente as casas dos clientes. Todo o processo percorrido pelos garrafões está descrito na figura 2.

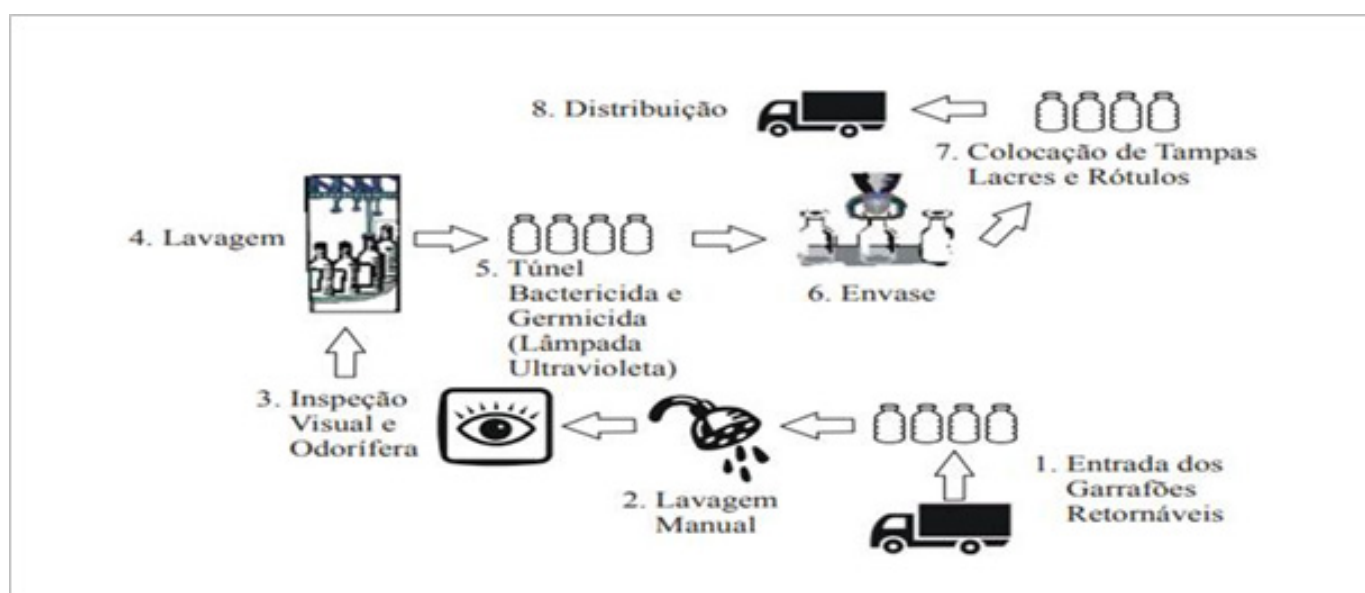


FIGURA 2 – Processo Percorrido pelos garrafões.
Fonte: Medeiros (2008, p.66)

Todas as etapas existentes no processo percorrido pelos garrafões, são baseados em normas criadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, que mostram todas as especificações aplicadas aos garrafões, determinando como o processo deve ocorrer.

2.4.1 Normas e legislações direcionadas aos garrafões

A lei sancionada em 27 de abril de 2006, de Nº 13.010, ficou estabelecido que

as empresas fabricantes têm total responsabilidade sobre os garrafões. Todo o processo de vedação, comercialização, coleta e reuso, são inspecionados pelo órgão competente e se alguma dessas etapas não estiverem sendo cumprida de acordo com a lei, a empresa pode ter o alvará de funcionamento cassado.

Para regulamentação dos garrafões que serão produzidos e vendidos, como dos que estão inseridos no ciclo de reciclagem, existem as Normas Brasileiras – NBR, que são criadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. A primeira norma a ser tratada é a NBR 14.222, que estabelece requisitos de desempenho e métodos de ensaio para a produção e venda dos garrafões, sendo que as especificações contidas nesta norma aplicam-se a garrafões novos, sendo estabelecidas condições mínimas que os garrafões devem apresentar para que possam ser comercializados, como: obrigatoriedade de resina virgem para fabricação, aprovação dos testes de resistência, avaliação da aparência, inexistência de odor, entre outras.

Já a NBR 14.637, trata dos garrafões que já estão inseridos no ciclo de reutilização, focalizando na lavagem, enchimento e fechamento para o reuso. É de suma importância que seja feita toda a avaliação externa e interna, para que uma limpeza efetiva seja garantida. Após a higienização, o reabastecimento e o tamponamento devem ser feitos em um sistema automatizado (sem contato manual), que assegure a não contaminação da água. E por fim a NBR 14.638 que regula a distribuição desses recipientes. Alguns critérios são determinados, como: a identificação completa no rótulo (logomarca, validade, lote); que o manuseio, a estocagem e o transporte sejam feitos de forma segura e em locais higienizados para que seja certificada a integridade do produto.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O objeto de estudo foi uma indústria de envasamento de água mineral, definida através de amostragem não probabilística, que de acordo com Oliveira e Aquino (2007), não probabilística é a amostragem escolhida de forma intencional, quando o pesquisador já tem acesso e objetivos específicos para aquele caso.

O método de pesquisa empregado foi o qualitativo e a pesquisa utilizada descritiva, no qual foram realizadas algumas perguntas através de entrevista semiestruturada ao funcionário responsável pelos garrafões, pois, é ele que detém conhecimento para explicar todo o fluxo de pós-consumo; Não necessariamente seguiu-se um roteiro pré-estabelecido, pois de acordo com as respostas, novos questionamentos poderiam surgir. Essa entrevista foi elaborada com o intuito de obter entendimento em relação ao ciclo reverso que a empresa opera. Essa abordagem segundo Neves (1996) é composta por um conjunto de técnicas interpretativas que pretendem descrever e compreender determinado sistema de acordo com a narração de um indivíduo.

A estratégia utilizada para o desenvolvimento deste artigo consistiu na realização de um estudo de caso. Conforme Gil (2008), o estudo de caso permite o conhecimento profundo e detalhado de determinado fato, situação ou operação, fazendo a descrição, exploração e explicação do mesmo.

Os dados foram analisados pela abordagem qualitativa, através de análise conteúdo. Para Silva e Fossá (2015, p. 2) "A análise de conteúdo é uma técnica de análise das comunicações, que irá analisar o que foi dito nas entrevistas ou observado pelo pesquisador. Na análise do material, busca-se classificá-los em temas ou categorias que auxiliam na compreensão do que está por trás dos discursos".

A análise resultados está dividida em dois blocos: 1) Processo de recebimento e fluxo de processamento percorrido pelos garrafões, que explica detalhadamente o ciclo reverso que a empresa opera, e 2) Cumprimento às legislações voltadas ao direcionamento de resíduos, que explana as atividades realizadas pela instituição direcionadas as normas governamentais.

4. ESTUDO DE CASO: RESULTADO DA PESQUISA

4.1 Descrição e histórico da empresa estudada

A indústria de envase de água mineral que serviu como base para a elaboração desta pesquisa deu início as suas atividades no ano de 2008, trata-se de uma empresa familiar que trabalhava de forma artesanal e que não possuía uma administração consistente entre 2008 e 2012. O ano de 2013 foi um divisor de águas, no qual, houveram maiores investimentos em inovação e se iniciou de fato a industrialização da água mineral, porém o capital da empresa girava em torno de apenas um produto, os garrafões de 20 litros.

Entre 2015 e 2017 a gama de fornecedores e clientes quase dobrou, pois, nesse período ocorreram mudanças na produção (Por exemplo: Troca do plástico polipropileno - PP para o policarbonato – PC, na produção de garrafões) e as garrafinhas de 500 ML começaram a ser bastante procuradas no mercado. Atualmente a empresa possui fábrica própria de plástico e comercializa a água em todos os estados do Nordeste brasileiro, também vende para o estado do Pará na região Norte e exporta para os seguintes continentes: Africano, Europeu e Asiático.



4.2 Análise do resultado da pesquisa

4.2.1 Processo de recebimento e fluxo de processamento percorrido pelos garrafões

No período de um ano, em média 210.000 mil garrafões da empresa analisada passam pelo ciclo reverso de pós-consumo. Processo esse que diz respeito ao caminho cliente-empresa, no qual, após o consumo da água o cliente faz a devolução do recipiente vazio ao revendedor, onde o garrafão é repassado para o distribuidor, que tem a função de leva-los até as fontes da empresa, onde os garrafões permanecem no pátio até que seja feita uma inspeção para avaliar se os garrafões possuem condições de serem reabastecidos, ou se são rejeitados (por validade, rachaduras, deformações, ou outros fatores). Ao fim da inspeção, os garrafões com condições de reuso passam por um processo de limpeza severa, já os reprovados são moídos, derretidos e utilizados na produção dos novos. A figura 3 apresenta todo o ciclo, desde o momento que o cliente devolve o garrafão ao revendedor até a última decisão tomada pela mesma, seja para o retorno a cadeia de suprimentos ou a destinação para empresas recicladoras.



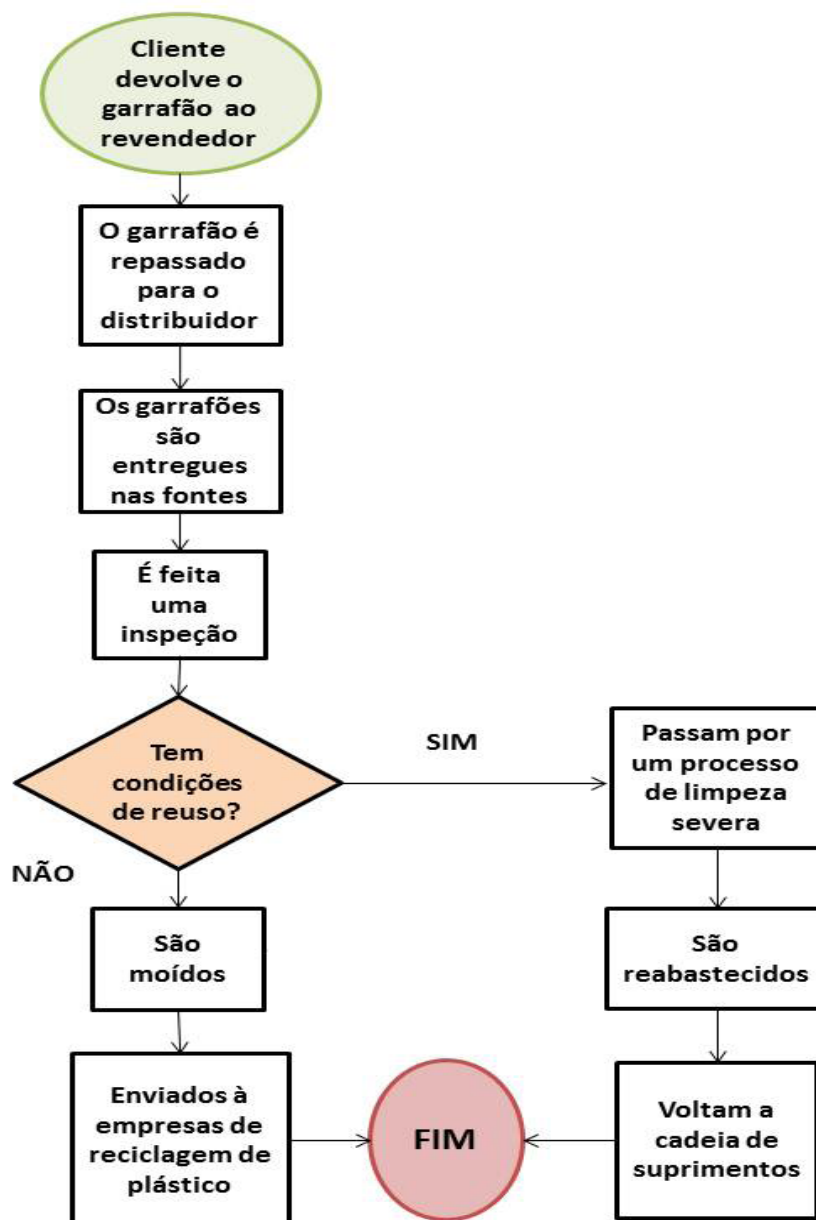


FIGURA 3 – Ciclo cliente-empresa.
Fonte: Elaboração própria.

Há cerca de dois anos, a empresa deixou de usar o polipropileno (PP) para produção de seus garrafões, passando a utilizar o policarbonato (PC), por ser um termoplástico mais resistente e ter total transparência, permitindo uma boa visualização do conteúdo interno. Os garrafões de PP estão sendo recolhidos do mercado, e ao serem entregues nas fontes são triturados e enviados para empresas que trabalham com reciclagem de plásticos, sendo produzidos baldes, bacias, cadeiras, mesas, entre outros.

A partir do momento que o cliente devolve o garrafão ao revendedor, um processo se inicia até que o mesmo chegue à indústria responsável. E ao chegar à fonte, novos ciclos são iniciados, surgindo dois caminhos a serem percorridos pelo garrafão após a inspeção: 1) Se tiverem condições de serem reutilizados, eles passarão por um processo de limpeza, até voltarem a cadeia de suprimentos; 2) Caso não tenham condições de serem reutilizados, serão moídos e encaminhados para

empresas de reciclagem.

4.2.2 Cumprimento às legislações voltadas ao direcionamento de resíduos

É de extrema necessidade o cumprimento às normas estabelecidas na PNRS, na qual, fica salientado que os geradores de resíduos são responsáveis pelo que produzem. Pensando nos critérios a serem atendidos dessa política, na diminuição dos impactos ambientais e na redução de custos (à longo prazo, pois o investimento inicial em logística reversa nesse ramo é bem alto), o gestor da empresa estudada afirmou que é imprescindível o uso dos garrafões retornáveis para o fornecimento da mercadoria. Pois, essa prática facilita o gerenciamento da circulação e o retorno dos garrafões, e conseqüentemente com esse controle o descarte inadequado de resíduos e a poluição causada por este material são bastante reduzidos; Além disso, também se considera a redução nos custos, por não ser necessário produzir grande quantidade de garrafões a cada abastecimento.

No estado de Pernambuco existe a lei Nº 13.010, que disciplina o uso de vasilhames para distribuição de água mineral, a mesma trata de todos os aspectos desde a produção do recipiente com material virgem, vedação, limpeza, até o destino que a instituição dá ao mesmo. A engarrafadora utilizada como objeto de estudo, cumpre as normas exigidas na legislação, porém, os funcionários afirmam que a fiscalização do governo é falha, não existe comprometimento por parte do poder público em fazer a análise de forma adequada. Principalmente no que diz respeito aos períodos estabelecidos para certificar se todos os requisitos sanitários e ambientais estão realmente sendo cumpridos por todas as organizações do ramo. O que de certa forma, proporciona uma situação confortável para aquelas que não atuam com seriedade, devido a rigorosidade nas fiscalizações.

Em lei não há quantidade máxima de plástico permitida para produção dos garrafões, porém, na NBR 14.222 são especificadas as dimensões de largura, comprimento e capacidade volumétrica, e de acordo com o gestor do ciclo reverso da engarrafadora, existe uma tendência histórica entre as empresas do segmento, que comprova que a quantidade de plástico ideal para cumprir as dimensões exigidas é de 0,720g por unidade de garrafão. A limpeza realizada pela empresa nos recipientes é totalmente baseada na NBR 14.637, pois, a instituição afirma prezar pela qualidade do produto e satisfazer os clientes. Referente à distribuição, o gestor afirmou que é feita por veículos próprios que são sempre inspecionados, porém, os garrafões vazios que retornam a empresa são armazenados no pátio de estacionamento, essa ação vai contra requisitos da NBR 14.638, que deixa claro que os garrafões devem ficar em local exclusivo para estocagem dos mesmos.

No entanto, o gestor afirma que é uma situação temporária e que a mesma está preparando um local apropriado para estocagem dos garrafões.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A logística reversa de pós-consumo foca na recuperação ou destinação de produtos que não apresentam mais serventia para o consumidor de origem, podendo estes, ser recuperados e lançados em um novo ciclo de vida, impedindo assim, o aumento da poluição. Atualmente a preocupação ambiental tem sido uma pauta bastante discutida pela sociedade, e um dos maiores meios de preservação é a operacionalização da logística reversa, mas, muitas empresas acabam não adotando essa prática por acreditarem que não vale o investimento, porém, as instituições que realizam agregam muito valor à sua imagem perante o mercado.

Segundo a pesquisa realizada na indústria de envase, pôde-se perceber que um dos maiores problemas é na armazenagem dos garrafões que percorreram o fluxo reverso para inspeção de condições de reutilização. Os recipientes ficam no pátio de estacionamento junto aos veículos, recebendo sol e chuva enquanto não são avaliados, isso é prejudicial à integridade do garrafão, avarias podem ocorrer devido a essa exposição direta as condições do ambiente; Além de avarias, se houver o acúmulo de água o ambiente torna-se propício para proliferação do aedes aegypti.

De acordo com as informações obtidas neste estudo, recomenda-se que a empresa disponibilize um local exclusivo para estocagem dos garrafões vazios, sendo necessário um espaço fechado, porém, ventilado, livre de incidência de luz solar direta, de animais (insetos, roedores) e sujeira. Essa medida deve ser encarada como forma de redução de custos, pois, previne perdas e conseqüentemente reduz a necessidade de produzir grande quantidade de novos garrafões.

A logística reversa desse tipo de produto (garrafão) é extremamente importante para a sustentabilidade do planeta, a quantidade desses recipientes em circulação é altíssima, se não houvesse esse mecanismo de controle para reinserção no mercado, existiriam altos índices de plástico descartado de maneira inadequada, trazendo danos muito maiores ao meio ambiente.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14222**: Embalagem plástica para água mineral e potável de mesa — Garrafão retornável — Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, p. 14. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14637**: Embalagem plástica para água mineral e potável de mesa — Garrafão retornável — Requisitos para lavagem, enchimento e fechamento. Rio de Janeiro, p. 6. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14638**: Embalagem plástica para água mineral e potável de mesa — Garrafão retornável — Requisitos para distribuição. Rio de Janeiro, p. 5. 2011.



BRASIL. Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**, Brasília, DF, ago 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm> Acesso em: 02/12/2018.

BRASIL, PERNAMBUCO. Lei Nº 13.010, de 27 de Abril de 2006. **Disciplina o uso dos vasilhames plásticos retornáveis**, Recife, PE, abr 2006. Disponível em: < <http://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?id=4465&tipo=>> Acesso em: 03/10/2018.

CARVALHO, V. dos S.; MELO, J. A. M. de. Análise da cadeia reversa de reciclagem de plásticos no Distrito Federal e dos seus benefícios para a sociedade. **Negócios em Projeção**, v. 4, n. 2, p. 45-61, 2013.

CHAVES, G. de L. D.; BATALHA, M. O. Os consumidores valorizam a coleta de embalagens recicláveis? Um estudo de caso da logística reversa em uma rede de hipermercados. **Gestão & Produção**, v. 13, n. 3, p. 423-434, 2006.

GIL, A. C.. **Métodos e técnicas de pesquisa social** / Antonio Carlos Gil. - 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

GUAMÁ, F. F. M. C. de; COSTA, R. V. de A.; ROCHA, H. L.; ISENSEE, F. V.; FUTURO, L. L. Lixo Plástico-de sua produção até a madeira plástica. **In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro, 2008.

GUARNIERI, P.; OLIVEIRA, I. L. de. A caracterização da Logística Reversa no ambiente empresarial em suas áreas de atuação: pós-venda e pós-consumo agregando valor econômico e legal. **Revista Tecnologia & Humanismo**, v. 19, n. 29, p. 120-131, 2005.

LACERDA, L. **Logística reversa: Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**. Rio de Janeiro: COPPEAD/UFRJ, p. 6, 2002.

LAGARINHOS, C. A. F.; TENÓRIO, J. A. S. Logística reversa dos pneus usados no Brasil. **Polímeros**, v. 23, n. 1, p. 49-58, 2013.

LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade** / Paulo Roberto Leite. – São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

MEDEIROS, M. U. N. de. **Sistema de gestão ambiental na produção de água mineral**. 2008. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008, 136p. Dissertação de Mestrado.

NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Caderno de pesquisas em administração**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996.

OLIVEIRA, A. A. de; SILVA, J. T. M. A logística reversa no processo de revalorização dos bens manufaturados. **REA-Revista Eletrônica de Administração**, v. 4, n. 2, 2011.

OLIVEIRA, M. C. B. R. **Gestão de resíduos plásticos pós-consumo: perspectivas para a reciclagem no Brasil**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2012.

OLIVEIRA, M. L. M. de; AQUINO, J. A. de. Amostragem. **In: Tratamento de Minérios: Práticas laboratoriais**. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2007. P. 3-34.

PEREIRA, F. S. **Importância da logística reversa de pós-consumo para a imagem da marca**. Trabalho de Conclusão de Curso – TCC de Pós-Graduação, (UniCEUB/ICPD), Brasília, 2015.

PIATTI, T. M.; RODRIGUES, R. A. F. **Plásticos: características, usos, produção e impactos ambientais**. Alagoas: Editora da Universidade Federal de Alagoas, 2005.

PITALUGA, C. M. **Análise dos fatores que influenciam o consumo de água mineral**. 2006. Campo Grande: Departamento de Economia e Administração, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2006, 145p. Dissertação de Mestrado.

RAMOS, K. C. S.; RAMOS FILHO, L. S. N. A logística reversa dos pneus inservíveis. 2008. **In: Anuário da Produção Acadêmica Docente**, v.7, n.2, p.91-103, Jaraguá do Sul, SC, 2008.

SCHEFFER, D.; FREITAS, A. K. B. de; MÉA, D. D.; LOPES, L. F. D. Logística Reversa: Ganho econômico e ambiental de uma rede de varejo. **In: IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Salvador, 2013.



SILVA, A. H.; FOSSÁ, M. I. T. Análise de conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. **Qualitas Revista Eletrônica** ISSN 1677 4280 Vol.17. No 1 (2015).

SILVA, E. A. da; NETO, J. M. M.. Logística reversa nas indústrias de plásticos de Teresina-PI: um estudo de viabilidade. **Polímeros**, v. 21, n. 3, p. 246-251, 2011.

SILVA, G. de L. P. **Simulação do processo de produção de uma indústria de água mineral pelo método system dynamics**. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2010, 62p. Dissertação de Mestrado.

SHIBAO, F. Y.; MOORI, R. G.; SANTOS, M. R. dos. A logística reversa e a sustentabilidade empresarial. **In: Seminários em administração**, v. 13, 2010.



CAPÍTULO 30

EFEITO DA REDEFINIÇÃO DO KILOGRAMA PARA A METROLOGIA DE MASSA

THE EFFECT OF THE REDEFINITION OF THE KILOGRAM IN MASS
METROLOGY

Fábio André Ludolf Cacais
Victor Manuel Loayza Mendoza

Resumo

Já está em vigor a nova definição do quilograma em função da constante de Planck. Descreve-se aqui o significado da nova definição, da sua realização como especificada pelo BIPM, o procedimento de disseminação planejado pelo BIPM considerando as inconsistências atuais entre os resultados obtidos pelos laboratórios nacionais que contribuíram na medição da constante de Planck. Foi feita uma simulação da propagação das incertezas a partir da calibração de padrões de referência de 1 kg até pesos-padrão classe OIML E₁. Foi concluído que não causará efeitos capazes de invalidar as CMCs de laboratórios acreditados com capacidade de calibrar estes padrões.

Palavras chave: quilograma, constante de Planck, redefinição, realização, disseminação.

Abstract

The new definition of the kilogram based on the Planck constant is already in effect. The meaning of the new definition, its realization as specified by the BIPM, the dissemination procedure planned by the BIPM considering the current inconsistencies between the results obtained by national laboratories that contributed to the measurement of the Planck constant are described here. A simulation of the propagation of uncertainties from the calibration of 1 kg reference mass standards down to standard weights class OIML E₁ was carried out. It was concluded that it will not cause effects capable of invalidating the CMCs of accredited laboratories with the capability of calibrating these standards.

Key-words: kilogram, Planck constant, redefinition, realization, dissemination.



1. INTRODUÇÃO

Em 16 de novembro de 2018, na 26ª Reunião da Conferência Geral sobre Pesos e Medidas (CGPM) a unidade de massa do Sistema Internacional de Unidades (SI) (BIPM, 2019), o quilograma, foi redefinida a partir de uma constante fundamental, a constante de Planck (CGPM, 2018), após ter-se por quase 130 anos o quilograma definido como a massa do Protótipo Internacional do Kilograma (IPK) (INMETRO, 2012). A partir de 20 de maio de 2019 está vigente a nova definição para todos os países que adotam o SI. Nesta data, entraram em vigor também as redefinições de mais três unidades de base constituindo o, assim chamado, Novo SI, Figura 1.

O processo de redefinição do quilograma, que levou cerca de 25 anos para se findar, foi motivado por diversos fatores como as vulnerabilidades da definição baseada no IPK, a viabilidade de redefinição de outras unidades de base em função de constantes fundamentais e a possibilidade de realização universal da unidade (CACAIS; LOAYZA, 2017a). A partir da adoção da nova definição do quilograma os experimentos utilizados antes para a determinação da constante de Planck, medida em função do IPK, denominados agora de experimentos para realização da unidade, passariam a ser utilizados como métodos primários para a realização do quilograma que, a princípio, poderia ser executada em qualquer lugar, a qualquer tempo (CACAIS; LOAYZA, 2017b). A definição do quilograma em função da constante de Planck possibilitaria também a realização da unidade para padrões de massa de valores nominais diferentes de 1 kg e não está limitada a projetos avançados e de alto custo capazes de alcançar incertezas relativas da ordem de 1×10^{-8} .



Figura 1 – SI *Illustration*, Representação gráfica do Novo SI incluindo as unidades de base e as correspondentes constantes fundamentais que as definem
Fonte: BIPM (BIPM, 2018a)

Apesar dos benefícios associados à definição da unidade baseada em uma constante física e das constatações sobre a continuidade, compatibilidade e uniformidade dos experimentos para realizar e disseminar o quilograma (CACAIS; LOAYZA, 2017c), inconsistências não esperadas, entre os resultados dos experimentos realizados para a determinação da constante de Planck com a menor incerteza, obtidos por diferentes Institutos Nacionais de Metrologia (INMs) se tornaram evidentes a partir do ajuste especial do Comitê de Dados para a Ciência e Tecnologia (CODATA) (MOHR, 2018) e, levaram o Comitê Consultivo de Massa (CCM) do Comitê Internacional de Pesos e Medidas (CIPM), a tomar medidas para evitar a sua

propagação para a cadeia de padrões de massa.

O planejamento para tornar integralmente efetiva a nova definição do quilograma fazendo a sua realização independente do lugar e do tempo, estabelecido pelo CCM, inclui a manutenção do IPK, durante certo período, como referência internacional para a unidade de massa, porém, atribuindo ao IPK, a incerteza da constante de Planck obtida do ajuste do CODATA. Em termos relativos esta incerteza ($k = 1$) é de 1×10^{-8} , que corresponde em unidade de massa a $10 \mu\text{g}$, pela definição original a incerteza do IPK era zero. (DAVIS, 2003).

Neste contexto, este trabalho avalia o possível efeito sobre as incertezas de padrões de referência de 1 kg de INMs, calibrados por outros INMs possuidores de experimentos de realização, e sobre as melhores capacidades de medição e calibração (CMCs) de laboratórios acreditados que calibrem padrões da classe de exatidão OIML E_1 .

2. DEFINIÇÃO DO KILOGRAMA NO NOVO SI

O valor fixado da constante de Planck aprovado na 26ª reunião do GPM é $h = 6,626\ 070\ 15 \times 10^{-34} \text{ J s}$. O enunciado da nova definição do quilograma está especificado na brochura do Novo SI (BIPM, 2019):

“O quilograma, símbolo kg , é a unidade de massa do SI. Ele é definido tomando-se o valor numérico fixo da constante de Planck h como sendo $6,626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$ quando expresso na unidade J s , que é igual a $\text{kg m}^2 \text{ s}^{-1}$, onde o metro e o segundo são definidos em termos de c e $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.”

É importante destacar que a definição do quilograma, de acordo com seu enunciado, requer além da fixação do valor numérico da constante de Planck h , da definição desta constante, da velocidade da luz c e da frequência de transição do césio $\Delta\nu_{\text{Cs}}$. Isto ocorre porque a constante de Planck tem natureza física diferente da massa, associada ao movimento de partículas elementares, enquanto que a massa tem natureza estática, ao representar a quantidade de inércia dos corpos.

As definições das constantes fazem parte da decisão da Resolução 1 da 26ª reunião do CGPM: “..o Sistema Internacional de Unidades, o SI, é o sistema de unidades em que:

- a frequência de transição hiperfina do estado fundamental não perturbado do átomo de césio $133 \Delta\nu_{\text{Cs}}$ é $9\ 192\ 631\ 770 \text{ Hz}$,
- a velocidade da luz no vácuo c é $299\ 792\ 458 \text{ m / s}$,
- a constante de Planck h é $6,626\ 070\ 15 \times 10^{-34} \text{ J s}$, ..”



É também importante destacar que a definição da unidade de massa não implica nem sugere nenhum método específico para realizá-la, por outro lado o *mise en pratique* especifica os métodos para realização do quilograma com a maior exatidão, no entanto é possível a adoção futura de novos métodos.

3. O MISE EN PRATIQUE

A escolha da constante de Planck para redefinir o quilograma foi feita pela CGPM em 2011 (CGPM, 2011). Após formular a definição do quilograma baseada nesta constante foi necessário descrever como realizar na prática a definição, o *mise en pratique* como é chamado o documento com esta descrição pelo Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM) (BIPM, 2018b). Como a fixação do valor de h , que tem a unidade $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$, não sugere como realizar a unidade de massa a partir de medições de comprimento e tempo, o *mise en pratique* é basicamente uma receita que descreve como o quilograma pode ser realizado experimentalmente por meio de métodos de alta precisão como o método XRCD ou a balança de Kibble (originalmente chamada de balança de watt). O *mise en pratique* da nova definição do quilograma, aprovada na 16ª reunião do CCM, em maio de 2017, inclui a descrição dos passos para a disseminação do quilograma redefinido.

Embora o *mise en pratique* foque na realização de 1 kg, menciona a possibilidade de incluir métodos primários em valores nominais de massa diferentes.

O *mise en pratique* indica como a definição do quilograma baseada em h altera as noções anteriores de padrões e métodos primários. Isto é mostrado na Figura 2.

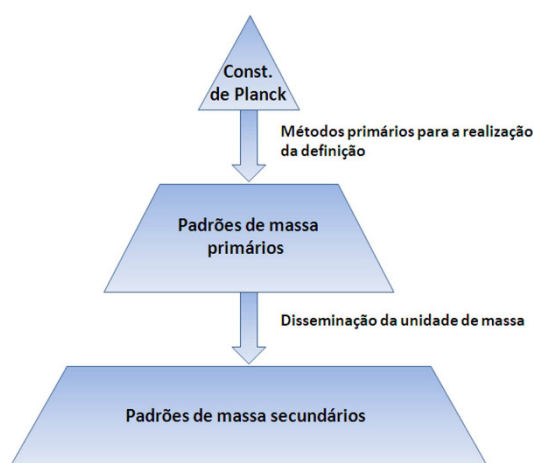


Figura 2 – Ilustração da cadeia de rastreabilidade a partir da definição do quilograma até os padrões de massa primários e secundários
Fonte: BIPM (BIPM, 2018b)

Um método primário é um método para determinar uma massa em termos de h sem o uso de qualquer outro padrão de massa (Figura 2). A massa cujo valor deve ser determinado pode ser um artefato, átomo ou uma outra entidade. Trata-se aqui de artefatos de massa no mais alto nível de precisão. Esse artefato cuja

massa foi diretamente calibrada por um método primário para realizar a definição de quilograma é chamado de padrão de massa primário. Assim, os métodos primários resultam em padrões primários de massa que são, então, usados para disseminar a unidade de massa para padrões de massa secundários, de maneira semelhante à disseminação a partir do IPK. No entanto, como o sistema admite muitos padrões primários de massa derivados de dois métodos primários completamente diferentes, qualquer INM com um método primário pode em princípio disseminar a unidade de massa diretamente. É claro que, hoje em dia, seria impraticável para a maioria dos INMs ter a capacidade de derivar seus próprios padrões primários. O *mise en pratique* conclui com uma seção que descreve como foi alcançada a continuidade entre a unidade de massa baseada na atribuição à massa do IPK de um valor exato de 1 kg, e a unidade de massa com base na atribuição de um valor fixo a h (incerteza zero).

4. IMPLEMENTAÇÃO DA REDEFINIÇÃO DO KILOGRAMA EM 2019

4.1 Estabelecimento da referência internacional para a unidade de massa

Em 2016, um estudo piloto foi conduzido pelo BIPM, comparando os experimentos da balança de Kibble (BIPM, 2018c) e do XRCD (BIPM, 2018d), que evidenciaram a consistência entre os resultados dos experimentos, a continuidade na realização da unidade e a uniformidade na disseminação para padrões de aço-inox (STOCK, 2017). No entanto, desde a conclusão do estudo piloto, novos valores da constante Planck foram obtidos e publicados pela maioria dos INMs participantes evidenciando, desta vez, uma inconsistência significativa entre os resultados, Figura 3, mais notavelmente entre os dois experimentos com as menores incertezas (a balança de Kibble do NRC e o experimento XRCD realizado pelo *International Avogadro Coordination* (IAC) envolvendo o PTB e outras instituições (NEWELL, 2018). Por esta razão, em vez de retardar ainda mais a redefinição do quilograma, o CCM concordou que um “valor de consenso” para o novo quilograma deverá ser usado após a redefinição até que “o CCM determine que a dispersão dos resultados dos experimentos de realização individuais seja compatível com as incertezas das realizações individuais”. O CCM publicou uma instrução em 2018, que esclarece o procedimento de obtenção de um valor de consenso especificado na Recomendação CCM 2017 (CCM, 2017). As fases do procedimento de implementação da redefinição do quilograma após a adoção mundial em 2019 de forma a evitar a propagação da inconsistência para as medições de massa após a adoção do novo SI são (CCM, 2019):

Fase 0: Antes de 20 de maio de 2019, o IPK se mantém como a definição da unidade de massa e com incerteza nula (fase já concluída);

Fase 1: A partir de 20 de maio de 2019, a referência internacional para unida-



de de massa continua a ser a massa do IPK, mas agora com uma incerteza de 10 μg . Nesta fase deve ser iniciada uma comparação internacional chave contínua das realizações do quilograma (padrões itinerantes de 1 kg e medições a serem efetuadas no vácuo) aberta a INMs que possuam experimentos de realização capazes de alcançar incertezas relativas menores que 5×10^{-7} publicadas em artigos de revistas com sistema de revisão por pares. A partir dos primeiros resultados da comparação chave, o valor de consenso (CV) será disseminado e sua incerteza dependerá tanto das incertezas individuais quanto da dispersão entre os participantes. De acordo com o CCM "O valor de consenso é, portanto, destinado a atuar como um experimento de realização substituto e sua incerteza precisa refletir uma incerteza típica do conjunto de experimentos.". O CV será atualizado após novas comparações ou da inclusão de novos participantes, métodos ou faixas de medição (fase atual).

Fase 2: Após a publicação do relatório da primeira comparação os participantes poderão disseminar a unidade aplicando correções aos seus resultados e incluindo em sua incerteza de medição a incerteza proveniente do CV. Esta fase será mantida até que as discrepâncias entre os experimentos de realização sejam menores que 10 μg ;

Fase 3: Esta fase se iniciará na data em que o CCM decida que a disseminação do CV não é mais necessária devido a que a dispersão dos resultados de calibração dos experimentos de realização primária validados é compatível com suas incertezas individuais. Nesta fase as Capacidades de Medição e Calibração (CMCs) obtidas na Fase 2 serão publicadas e os procedimentos de comparação e estabelecimento dos graus de equivalência entre os experimentos, de acordo com o CIPM MRA, serão aplicados (CIPM, 1999).



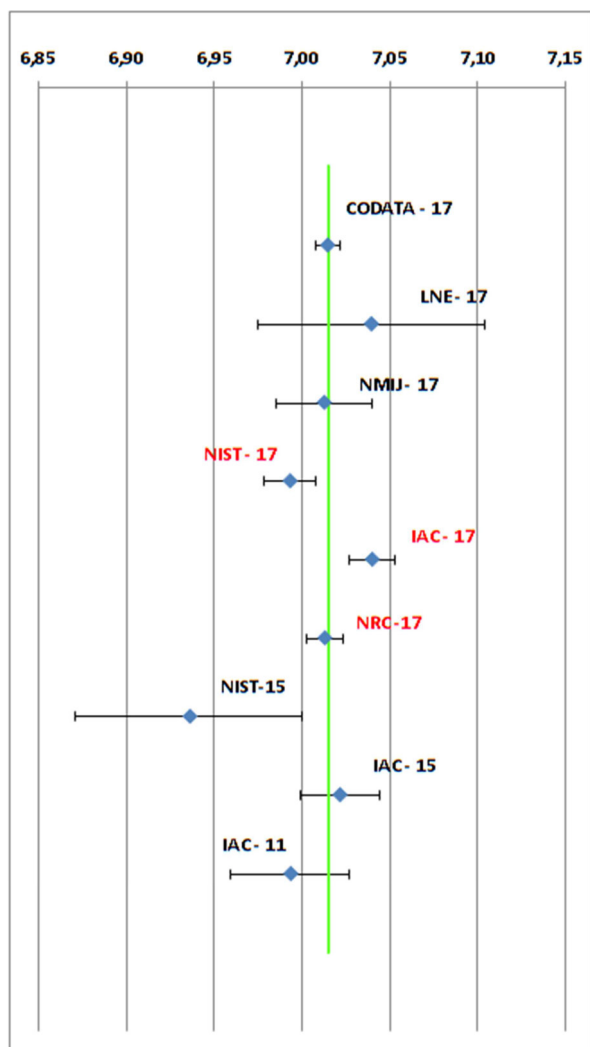


Figura 3 – Resultados do ajuste do CODATA 2017. O resultado CODATA - 17 é o valor da constante de Planck do ajuste (linha verde). Entre os três resultados com menor incerteza, dois são incompatíveis entre si.

Fonte: Autoria própria

4.2 Impacto na cadeia de rastreabilidade de padrões de massa dos INMs e de laboratórios acreditados

No presente trabalho foi realizada a avaliação do impacto da redefinição do quilograma sobre as CMCs de diversos INMs, de diferentes regiões metroológicas. Esta análise se estendeu à incerteza na cadeia de rastreabilidade de padrões de massa da classe de exatidão E_1 da Organização Internacional de Metrologia Legal (OIML) (OIML, 2004), que poderiam ser calibrados por laboratórios acreditados, e à incerteza da classe de exatidão não regulamentada “ E_0 ”, rotineiramente utilizada por INMs para calibração e checagem periódica de seus padrões classe OIML E_1 .

A metodologia empregada para análise do efeito na cadeia de rastreabilidade está baseada em uma simulação conforme o trabalho de Gläser *et al.* (2010). Aplicando esta metodologia, foram simuladas as incertezas que poderiam ser fornecidas pelos INMs e laboratórios acreditados de acordo com cada laboratório fonte de

rastreabilidade (laboratórios com resultado em 2017 na Figura 3) após o término da primeira comparação pilotada pelo BIPM.

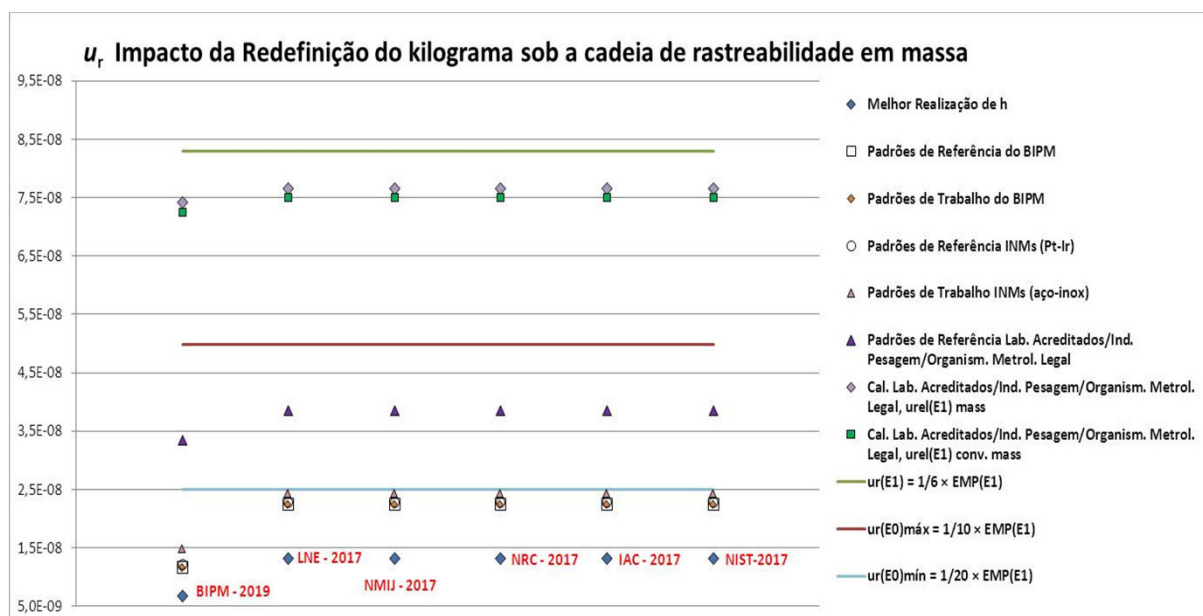


Figura 4 – Análise do impacto da redefinição do quilograma na cadeia de rastreabilidade de padrões OIML E_1 e E_0
 Fonte: Autoria própria

Foram consideradas as condições da Recomendação CCM 2017 relacionadas ao CV da comparação que será iniciada em 2019. Sob estas condições, as incertezas relativas dos experimentos de realização do quilograma deverão considerar a incerteza do CV, disseminado por eles, assim como as incertezas individuais das realizações corrigidas, para manter o vínculo com o CV, serão compostas pela incerteza $u(CV) \leq 10 \mu\text{g}$ e pela estabilidade do experimento individual para realização da unidade. Considerando que a estabilidade dos experimentos seja a mesma que a variação dos ajustes do CODATA entre 2014 e 2017 então $u(\text{estab}) \leq 20 \mu\text{g}$, a incerteza disseminada pelos experimentos de realização a partir do CV será no máximo $23 \mu\text{g}$. De acordo com a CCM *short note* (CCM, 2018) a incerteza da estabilidade dos padrões do BIPM é $5 \mu\text{g}$, desta forma a incerteza disseminada pelo BIPM, após a comparação, será $12 \mu\text{g}$.

Ao término da primeira etapa da comparação, a incerteza atribuída ao IPK praticamente não se altera e a incerteza a ser, provavelmente, disseminada pelos INMs é cerca de $22 \mu\text{g}$. Desta forma, os INMs não poderiam calibrar padrões da classe E_0 com a incerteza mínima desta classe e diversos INMs deveriam rever suas CMCs, Figura 4. Por outro lado, independentemente da fonte de rastreabilidade do INM será possível a laboratórios acreditados calibrar padrões E_1 , Figura 5. No caso específico do Brasil não há qualquer impacto para o INM (Inmetro) nem para laboratórios de massa pertencentes à Rede Brasileira de Calibração que tenham rastreabilidade ao Inmetro.

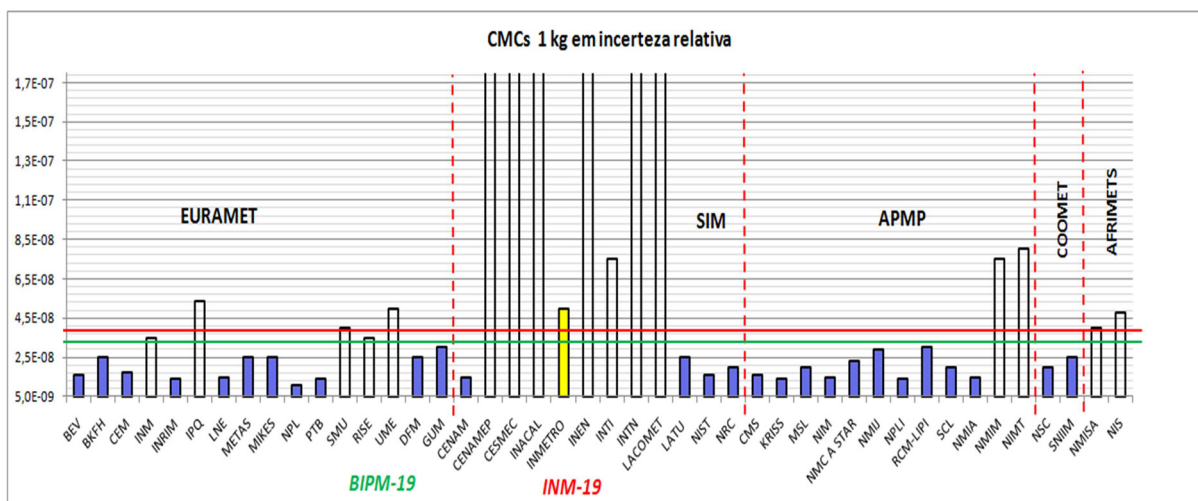


Figura 5 – Gráfico indicando as CMCs dos INMs (barras) e as CMCs que um INM teria de acordo com cada fonte de rastreabilidade após a comparação pilotada pelo BIPM.
Fonte: Autoria própria

Pouco antes da publicação deste capítulo, em janeiro de 2021, foi divulgado o primeiro valor de consenso para disseminação do quilograma a partir do IPK, 1 kg – 2 μ g com uma incerteza padrão $u(CV) = 20 \mu$ g, a qual já considera a incerteza da estabilidade dos padrões de massa do BIPM (CCM-TGPfD-kg, 2020). Estes resultados marcam o início da Fase 2 do procedimento de implementação da redefinição do quilograma após a adoção mundial em 2019 (BIPM, 2020).

5. CONCLUSÃO

Neste trabalho foram avaliados os impactos da redefinição do quilograma para a área de Metrologia de Massa. As possíveis consequências deste processo, após a adoção mundial que ocorreu em 20 de maio de 2019, são:

- Embora o quilograma já esteja definido em função da constante de Planck, devido às inconsistências ainda presentes após o ajuste de 2017, entre 2019 e 2020 o quilograma não será realizado pelos experimentos da balança Kibble ou pelo método XRCD, até lá a referência internacional para o quilograma realizável será, como antes da redefinição, a massa do IPK, no entanto com uma incerteza de 10 μ g.
- Os INMs que não possuem experimento de realização poderão obter rastreabilidade a partir de um deles, quando disponível, ou a partir do BIPM. Se for requerida alta exatidão na disseminação da unidade de massa, a partir do controle da transição vácuo-ar de seus padrões, métodos de medição de massa no vácuo deveriam ser implementados.
- A análise do impacto da redefinição do quilograma na cadeia de rastreabilidade de padrões OIML E₁, indicou que não haverá qualquer impacto sobre a calibração destes padrões por laboratórios acreditados, devido às medidas

tomadas pelo CCM que garantem a continuidade e uniformidade da unidade de massa após a adoção em 2019.

Agradecimentos

Um dos autores gostaria de agradecer ao programa de bolsas institucionais Pronametro/Inmetro pelo auxílio financeiro (bolsa) no desenvolvimento deste trabalho.

Referências

BIPM. **Brand book**. BIPM, 2018. Disponível em: <<https://www.bipm.org/utis/common/pdf/SI-Brand-Book.pdf>>. Acesso em 11 jan. 2021.

BIPM. **Mise en pratique for the definition of the kilogram in the SI**. BIPM, 2018. Disponível em: <<https://www.bipm.org/utis/en/pdf/si-mep/MeP-kg-2018.pdf>>. Acesso em 11 jan. 2021.

BIPM. **The BIPM Kibble balance (watt balance)**. BIPM, 2018. Disponível em: <<http://www.bipm.org/en/bipm/mass/watt-balance>>. Acesso em 11 jan. 2021.

BIPM. **International Avogadro Project**. BIPM, 2018. Disponível em: <<https://www.bipm.org/en/bipm/mass/avogadro/>>. Acesso em 11 jan. 2021.

BIPM. **The International System of Units (SI 2019)**. BIPM, 2019. Disponível em: <<https://www.bipm.org/utis/common/pdf/si-brochure/SI-Brochure-9.pdf>>. Acesso em 11 jan. 2021.

BIPM. **Beginning a new phase of the dissemination of the kilogram**. BIPM, 2020. Disponível em: <<https://www.bipm.org/en/news/full-stories/2020-11-ccm-kc.html>>. Acesso em 12 jan. 2021.

CACAIS, F. L.; LOAYZA, V. M. Redefinição do quilograma I: Motivações e Justificativas. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE METROLOGIA MECÂNICA (CIMMEC), 2017, Recife. **Anais eletrônicos do CIMMEC**. Rio de Janeiro: SBM, 2017. Disponível em: <<http://bom.org.br:8080/xmlui/handle/2050011876/741>>. Acesso em 11 jan. 2021.

CACAIS, F. L.; LOAYZA, V. M. Redefinição do quilograma II: Decisões. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE METROLOGIA MECÂNICA (CIMMEC), 2017, Recife. **Anais eletrônicos do CIMMEC**. Rio de Janeiro: SBM, 2017. Disponível em: <<http://bom.org.br:8080/xmlui/handle/2050011876/742>>. Acesso em 11 jan. 2021.

CACAIS, F. L.; LOAYZA, V. M. Redefinição do quilograma III: Preparação e Consequências. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE METROLOGIA MECÂNICA (CIMMEC), 2017, Recife. **Anais eletrônicos do CIMMEC**. Rio de Janeiro: SBM, 2017. Disponível em: <<http://bom.org.br:8080/xmlui/handle/2050011876/743>>. Acesso em 11 jan. 2021.

CCM. Recommendation G1. In: CCM. **Report of the 16th meeting**. BIPM, 2017. Disponível em: <<https://www.bipm.org/utis/common/pdf/CC/CCM/CCM16.pdf>>. Acesso em 11 jan. 2021.

CCM. **CCM short note on the dissemination process after the proposed redefinition of the kilogram**. Sèvres:BIPM, 2018. 6 p.

CCM. **CCM detailed note on the dissemination process after the redefinition of the kilogram**. BIPM, 2019. Disponível em: <https://www1.bipm.org/cc/CCM/Allowed/17/06B_CCM-DetailedNote_Dissemination-after-redefinition.pdf>. Acesso em 11 jan. 2021.

CCM-TGPFd-kg. **Calculation of the Consensus Value for the Kilogram 2020**. BIPM, 2020. Disponível em: <<https://www.bipm.org/utis/common/pdf/CC/CCM/Calculation%20of%20the%20Consensus%20>>



Value%20for%20the%20Kilogram%202020.pdf>. Acesso em 12 jan. 2021.

CGPM. **Résolutions adoptées par la Conférence générale Resolutions adopted by the General Conference on Weights and Measures (24^e réunion)**. BIPM, 2011. Disponível em: <https://www.bipm.org/utis/common/pdf/24_CGPM_Resolutions.pdf>. Acesso em 11 jan. 2021.

CGPM. Resolution 1 adopted by the General Conference on Weights and Measures (26th meeting). In: CGPM. **Resolutions adopted**. BIPM, 2018. Disponível em: <<https://www.bipm.org/utis/common/pdf/CGPM-2018/26th-CGPM-Resolutions.pdf>>. Acesso em 11 jan. 2021.

CIPM. **International equivalence of measurements: the CIPM MRA**. BIPM, 1999. Disponível em: <<https://www.bipm.org/en/cipm-mra/>>. Acesso em 11 jan. 2021,

DAVIS, R. The SI unit of mass. **Metrologia**, n.40, p.299-305, 2003.

GLASER, M. et al. Redefinition of the kilogram and the impact on its future dissemination. **Metrologia**, n.47, p. 419-428, 2010

INMETRO. **Sistema Internacional de Unidades SI**. 1a Edição Brasileira da 8a Edição do BIPM. Inmetro, 2012. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/si_versao_final.pdf>. Acesso em 11 jan. 2021.

MOHR, P.J. Data and analysis for the CODATA 2017 special fundamental constants adjustment. **Metrologia**, n.55, p.125-146, 2018.

NEWELL, B.D. The CODATA 2017 values of h , e , k , and N_A for the revision of the SI. **Metrologia**, n.55, p. L13-L16, 2018.

OIML. **International Recommendation OIML R 111-1 Edition 2004 (E)**. Paris:OIML, 2004. 78 p.

STOCK, M. et al. **Report on CCM Pilot Study CCM.R-kg-P1 Comparison of future realizations of the kilogram Final Report**. Sèvres:BIPM.2017.



CAPÍTULO 31

PROCESSAMENTO DE NUVEM DE PONTOS ORIENTADO PARA O AMBIENTE DE SIMULAÇÃO A EVENTOS DISCRETOS

POINT CLOUD PROCESSING ORIENTED TO THE DISCRETE EVENT
SIMULATION ENVIRONMENT

Bruno Venanzio Trasatti
Victor Emmanuel de Oliveira Gomes

Resumo

O bjetivo deste artigo é a análise da nuvem de pontos em modelos matemáticos para simulação a eventos discretos (DES). Abordando uma estratégia de posicionamento do equipamento para realizar varreduras, associadas à integração da nuvem de pontos com o modelo DES. Ao final da análise da capacidade de reconstrução de sistemas de manufatura existentes, onde as instalações são pré-existent, os modelos com nuvem de pontos podem fornecer representações precisas das restrições existentes.

Palavras chave: Laser Scanner, Nuvem de Pontos, Simulação a eventos discretos (DES).

Abstract

The objective of this paper is the point cloud analysis in mathematical models for discrete-event simulation (DES). Addressing an equipment positioning strategy to perform scans associated with the integration of the point cloud with the DES model. At the end of analyzing the rebuild ability of existing manufacturing systems, where facilities are pre-existing, point cloud models can provide accurate representations of existing constraints.

Keywords: Laser Scanner, Point Cloud, DES.



1. INTRODUÇÃO

A simulação a eventos discretos (DES) é utilizada para estudar o fluxo de manufatura [1]. No entanto, esses modelos não consideram todos os detalhes do sistema de manufatura e não possuem uma de representação gráfica significativa [2]. O nível de detalhes e a qualidade da visualização nos modelos DES foram aprimorados ao longo dos anos [3]. É geralmente aceito que a visualização é útil para várias aplicações em modelos DES [4]. Tradicionalmente, os modelos foram criados com representações simples do leiaute 2D objeto estudado. Simulações 3D tornaram-se populares nas últimas décadas, o que resultou em representações mais realistas dos sistemas de manufatura [5]. No entanto, devido, em parte, à demorada tarefa de modelagem 3D, o nível de detalhe e precisão dessas representações em 3D é baixa em comparação com os sistemas do mundo real [6].

Uma alternativa para substituição de desenhos 3D, está na representação através de nuvem de pontos [7]. Uma nuvem de pontos é um grande conjuntos de pontos expresso em um mesmo sistema de coordenadas cartesianas [8]. A utilização de nuvem de pontos a partir de digitalizações obtidas por varreduras a *laser*, torna a visualização de instalações industriais e sistemas de manufatura altamente realistas [9]. O avanço tecnológico dos equipamentos de varreduras a *laser* permite uma menor incerteza da nuvem de pontos, aliado à representatividade visual 3D através da aplicação de cores ao modelo [10]. A utilização de digitalização por varredura *laser* diminui o tempo e custo em comparação com os métodos tradicionais de modelagem 3D [11].

Diante deste panorama, este artigo visa explorar o potencial de aplicação da técnica de DES integrado com nuvem de pontos. Será apresentado os resultados da digitalização de um ambiente industrial integrado com um modelo de DES. O estudo foi realizado no laboratório de fabricação do Instituto SENAI de Inovação em Soluções Integradas em Metalmeccânica – ISI SIM, localizado em São Leopoldo, Rio Grande do Sul.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Equipamentos e Softwares

Os equipamentos e softwares utilizados nesse trabalho seguem descritos a seguir.

2.1.1 Laser Scanner 150

Para a digitalizando do ambiente industrial, foi utilizado o laser scanner da FARO modelo FOCUS^s 150. Desenvolvido para aplicações em ambientes externos. Uma ferramenta de compensação no local permite otimizar a qualidade dos dados no local. O equipamento possui características de precisão da distância até ± 1 mm, alcance médio de até 150 m e sobreposição de fotos HD coloridas até 165 megapixels (Figura 1).





Figura 1. Laser Scanner FARO FOCUS^S 150.

A tecnologia de digitalização a laser amplia a usabilidade e o acesso a medições 3D. O Laser Scanner pode adquirir até um milhão de pontos por segundo, permitindo capturar o ambiente com uma densa nuvem de pontos e com alto grau de detalhamento. A combinação da tecnologia de varredura a laser com informações de fotografias, torna o ambiente 3D de forma mais realista, podendo ser aplicado para várias áreas da ciência, inclusive na modelagem computacional para simulação [11].

O LASER Scanner é um equipamento que emite uma sequência de raios lasers, orientados, sobre uma superfície, de um objeto ou de uma cena, ao atingir uma superfície (Figura 2). A técnica denominada *Time of Flight* (tempo de percurso), onde um curto e intenso pulso de radiação é emitido pelo transmissor ao alvo, que reflete um sinal paralelo até o receptor, logo a distância é calculada pelo tempo entre a emissão e a recepção, no qual é multiplicado pela velocidade da luz. Com esses parâmetros é possível calcular as coordenadas tridimensionais dos pontos [12].

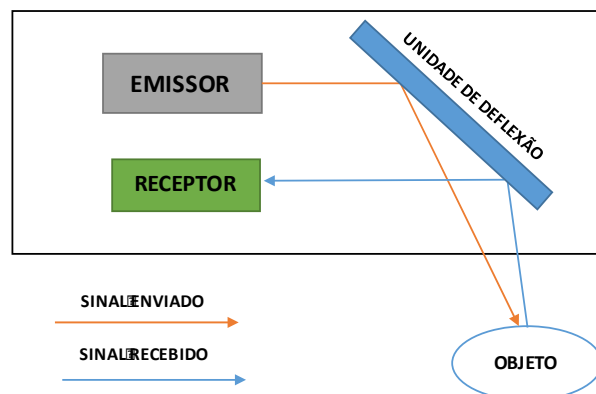


Figura 2. Princípio de funcionamento do Laser Scanner.

2.1.2 Softwares para processamento de Nuvem de Pontos

O processamento de nuvem de pontos foi realizado no software da Faro Scene™ versão 7.1 e, tendo pós processamento no MeshLab versão 2016.2. Para o processamento da nuvem de pontos, foi empregada as funções já existentes em ambos os softwares.

2.1.3 Software Plant Simulation

Para o desenvolvimento do modelo computacional, foi empregado o software de simulação a eventos discretos Tecnomatix Plant Simulation™ na versão 15.01. O Plant Simulation™ é um software de DES 3D, orientado a objeto, que possibilita a elaboração de modelos de simulação com grandes números de variáveis.

2.2 Procedimento Experimental

A seguir são discutidos os procedimentos adotados na digitalização de um leiaute industrial.

2.2.1 Planejamento

O laboratório de fabricação do Instituto SENAI de Inovação em Metalmeccânica, escolhido para realização do estudo (Figura 3), possui uma área de 900 m², contendo diversos equipamentos. A digitalização do ambiente do sistema foi realizada enquanto o laboratório não possuía expediente de funcionamento.



Figura 3 laboratório de fabricação do Instituto SENAI de Inovação em Metalmeccânica.

Para obter um ambiente ou objeto em 3D é necessário realizar múltiplas varreduras, que consiste no reposicionamento do equipamento, permitindo múltiplas visadas da superfície do objeto. A alteração do posicionamento do equipamento é necessária para captura de todas as faces e arestas do objeto (Figura 4). Estes posicionamentos são denominados como varreduras, onde cada varredura possui seu sistema de coordenadas [8].

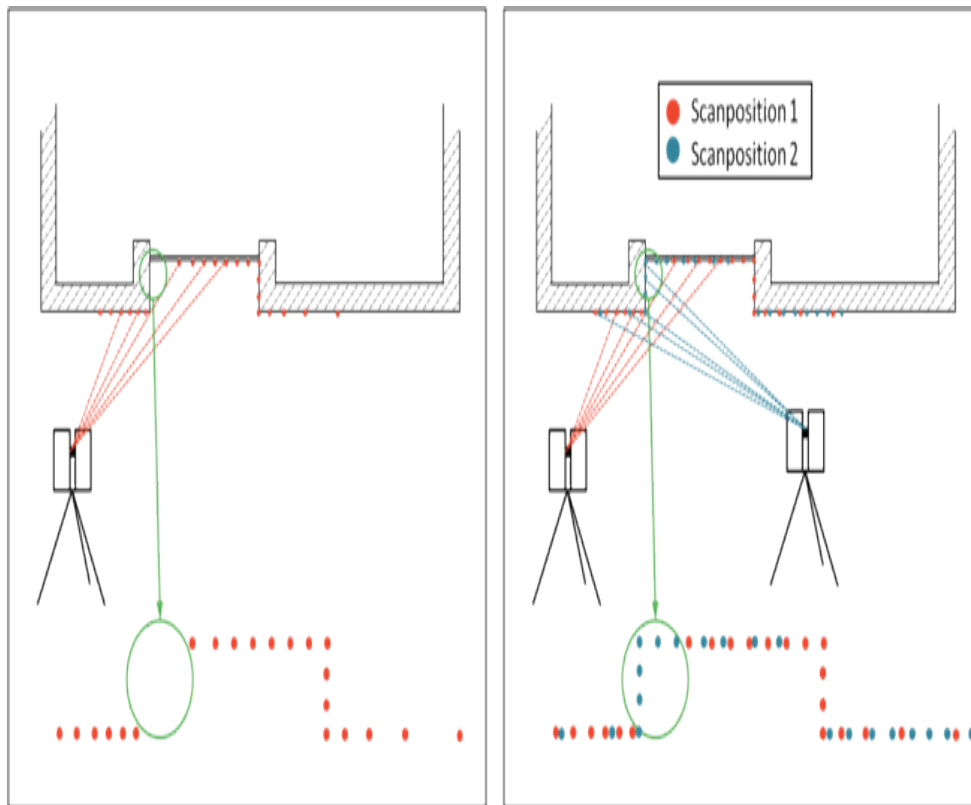


Figura 4. Varreduras locais. Fonte: PointCab.

No planejamento de posicionamento do equipamento são definidos os locais que será executado as varreduras. O posicionamento pode ser definido tendo como base a planta baixa do local ou se baseando em formas de matriz [13].

2.2.2 Escaneamento

A digitalização do ambiente do sistema do laboratório de fabricação do ISI SIM foi planejada para 9 varreduras (cada varredura com 24.1 milhões de pontos coloridos) de forma matriz para cobrir toda a área do laboratório (Figura 5).

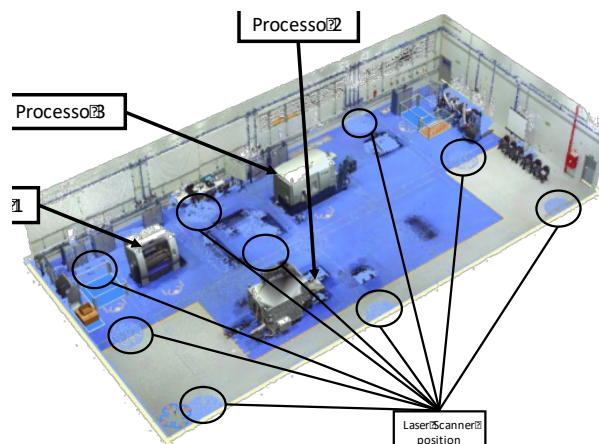


Figura 5. Posicionamento do Laser Scanner.

2.2.3 Processamento

A nuvem de pontos consiste de um conjunto de pontos em um mesmo sistema de coordenadas cartesianas. Desta forma, a obtenção da nuvem de pontos é obtida, por meio da junção de diversas varreduras e, na conversão dos seus sistemas de coordenadas polares para um único sistema de coordenada cartesiana [13]. O processo de junção da nuvem de pontos é chamado de registro e, é definido como o cálculo da transformação relativa entre um par de nuvens de pontos sobreposta. A base desse algoritmo é o estabelecimento de correspondências entre varreduras (Figura 6). As varreduras são processadas para identificação de correspondências pontuais. Uma medida de erro é derivada das correspondências pontuais [11]. Essa medida de erro é minimizada para calcular a transformação relativa entre os sistemas de coordenadas locais das nuvens de pontos [13].

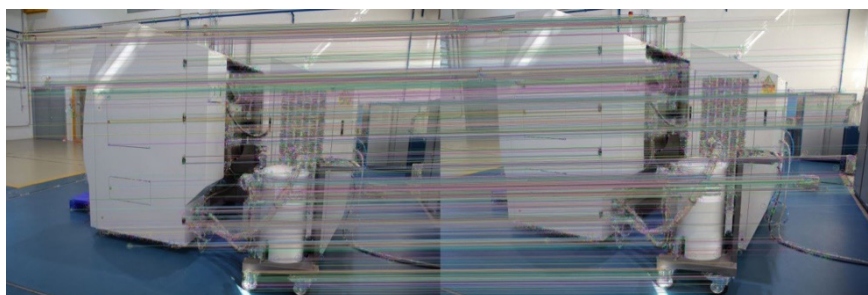


Figura 6. Correspondências entre varreduras.

A junção de um grupo de pontos representados em um único sistema de coordenadas é chamada de nuvem de pontos [12]. Com a nuvem de pontos processadas, é possível eliminar ruídos ou pontos indesejados. Este elemento pode ser desde paredes, maquinários, ruídos de captação e zonas indesejadas [14]. A Figura 7 mostra uma nuvem de pontos com remoção de duas paredes. Ao eliminar objetos na nuvem de pontos, é deixado zonas sem a presença de pontos, espaços sem preenchimento. Isto ocorre devido ao princípio de funcionamento do equipamento, onde é necessário que o laser atinja a superfície [14].

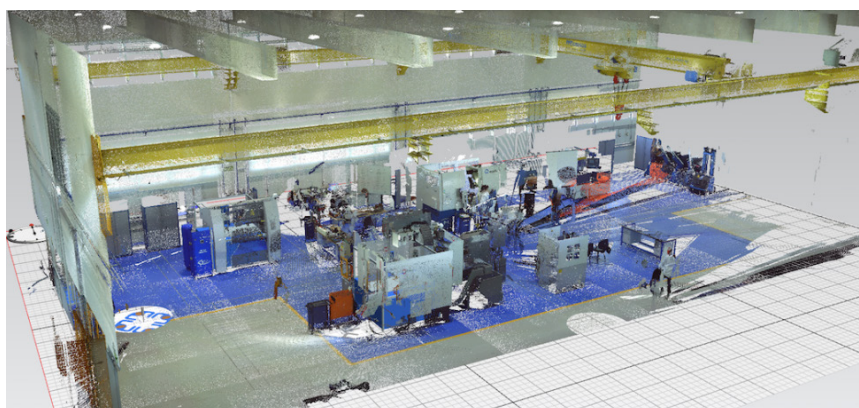


Figura 7. Nuvem de pontos com eliminação de elementos.

2.2.4 Integração da nuvem de pontos no ambiente de simulação

A etapa de integração da nuvem de pontos com o modelo computacional, é realizada a junção da nuvem de pontos exportada com o modelo computacional desenvolvido. A integração consiste em posicionar a nuvem de pontos em relação aos elementos no modelo computacional, substituindo a representação gráfica (Figura 8) existente no modelo, pela

nuvem de pontos de cada objeto e, depois, inserindo a nuvem de pontos do ambiente, sendo referenciada pelo mesmo sistema de coordenadas do modelo computacional [13].

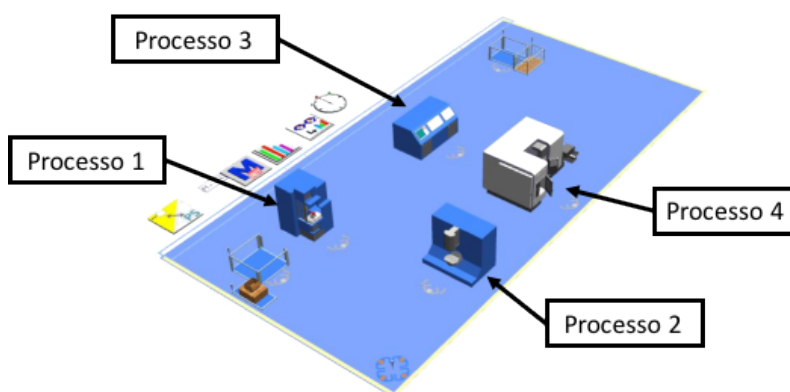


Figura 8. Modelo computacional com elementos gráficos genéricos.

A validação consiste na análise da junção do modelo computacional com a nuvem de pontos, se o resultado da junção estiver dentro dos parâmetros e tolerâncias [13]. A validação deve ser realizada no comportamento e resultados do modelo.

3. RESULTADOS

Nessa seção serão apresentados os resultados das etapas de digitalização, processamento da nuvem de pontos e integração da nuvem de pontos no modelo computacional.

3.1 Nuvem de Pontos

O processamento da nuvem de pontos foi realizado, contendo 218.3 milhões de pontos, foram eliminados os ruídos, duas paredes e o teto para facilitar a visualização. Para melhorar a representatividade do modelo computacional, a foi isolado os conjuntos de pontos que representa cada máquina, conforme mostra a Figura 9.

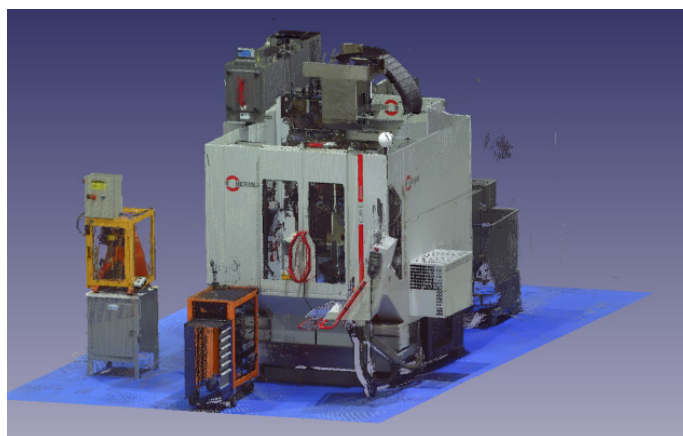


Figura 9. Conjunto de pontos da Hermle c30U isolados, processo 2.

Para ser vinculado no modelo computacional e, posteriormente, estes conjuntos de pontos foram eliminados da nuvem de pontos, mantendo somente a estrutura civil do

prédio, conforme mostra a Figura 10.

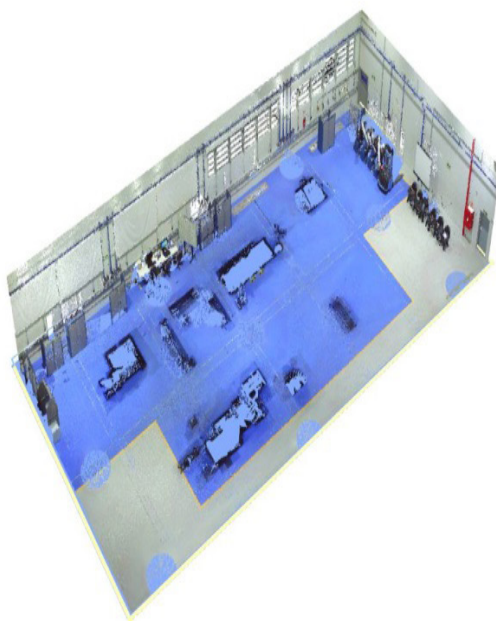


Figura 10. Nuvem de pontos do laboratório de fabricação sem as máquinas.

3.2 Integração da nuvem de pontos no ambiente de simulação

A nuvem de pontos que representam os equipamentos foi convertida para o formato de arquivo WRL. O WRL é formato de arquivo de VRML - Linguagem de Modelagem de Realidade Virtual, é um formato de arquivo padrão para representar gráficos vetoriais tridimensionais (3D) [15]; A nuvem de pontos do laboratório de fabricação foi convertida para formato POD. O POD é considerado uma base de dados de nuvem de pontos contendo: Coordenadas cartesianas; cores dos pontos em RGB; Dados dos sensores do equipamento; número de varreduras [8]. A Figura 11 mostra o modelo computacional integrado com a nuvem de pontos do laboratório de fabricação e cada máquina com sua representatividade gráfica substituída.

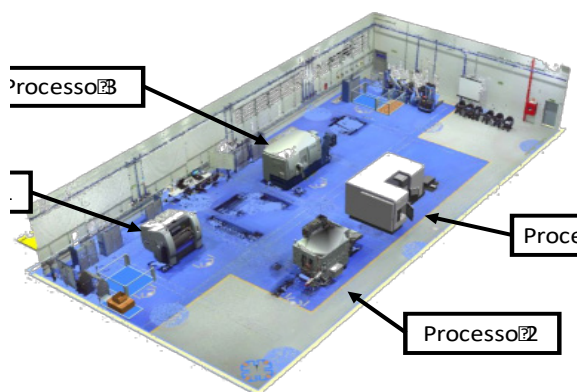


Figura 11. Nuvem de pontos do laboratório de fabricação sem as máquinas.

4. DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Este trabalho teve o foco direcionado para a utilização de nuvem de pontos em modelos de DES, permitindo modelos com maior representatividade gráfica e mais precisos, mas há também outros benefícios na utilizando de nuvem de pontos. Este tipo orientação de processamento permite representações mais realistas do sistema de manufatura, garantindo uma maior imersão do usuário em um modelo de DES.

A utilização de nuvem de pontos integradas com modelos de DES permite a reconstrução de sistemas de manufatura existentes onde as instalações são preexistentes, os modelos de nuvem de pontos podem fornecer representações precisas das restrições existentes.

Em desenvolvimento de modelos de DES, a nuvens de pontos tem vantagem em relação a modelagem CAD. A varredura a laser e o processamento de nuvem de pontos promete ser mais rápido e mais barato do que a modelagem baseada em CAD, e pode que todas as restrições de leiaute sejam levadas em consideração na simulação.

Referências

- [1] A. Negahban and J. S. Smith, Simulation for manufacturing system design and operation: Literature review and analysis," *Journal Manufacturing Systems*, vol. Vol. 33, no. no.2, p. 241–261, 2014.
- [2] E. Lindskog , J. Vallhagen and R. Berlin, "COMBINING POINT CLOUD TECHNOLOGIES WITH DISCRETE EVENT SIMULATION," in *Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference* , Berlin, 2012.
- [3] S. J. E. a. S. R. Taylor, "So where to next? A survey of the future for discrete-event simulation," *Journal of Simulation*, vol. 1, pp. 1-6, 2006.
- [4] C. Gárriz and R. Domingo, "Simulation, through discrete events, of industrial processes in productive environments," *Manufacturing Engineering Society International Conference 2017*, 28 - 30 Junho 2017.
- [5] A. BORSHCHEV and FILIPPOV, "A. From system dynamics and discrete event to practical agent based modeling: reasons, techniques, tools.," in *INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE SYSTEM DYNAMICS SOCIETY*, Oxford, 2004.
- [6] M. Rohrer, "Seeing is believing: the importance of visualization in manufacturing simulation.," in *Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference*, New Jersey, 2000.
- [7] M. Ferrucci, B. Muralikrishnan, D. Sawyer, S. Phillips, P. Petrov, Y. Yakovlev and J. Palmateer, "Evaluation of a laser scanner for large volume coordinate metrology: a comparison of results before and after factory calibration," *Measurement Science and Technology*, 2014.
- [8] H. Houshiar, *Documentation and mapping with 3D point cloud processing*, Würzburg: Dissertation submitted to the Faculty of Mathematics/Computer Science of the University of Würzburg, 2017.
- [9] G. Jansson and S. Roos, *Analyze of Possibilities for Virtual Tools for Visualization of Production Environments: Visualization study of X-ray unit at GKN Aerospace Engine Systems*, Gothenburg: CHALMERS UNIVERISTY OF TECHNOLOGY, 2013.
- [10] J. L. Bijl and C. A. Boer, "Advanced 3D visualizaton for simulation using game technology," in *Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference*, Piscataway, 2011.



- [11] Q. DALMOLIN and D. R. SANTOS, Sistema Laser Scanner: Conceitos e princípios de funcionamento, Curitiba: Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Paraná, 2013.
- [12] R. DA SILVA FERRAZ, S. F. DE SOUZA and M. L. L. REISS, "Laser Scanner Terrestre: teoria, aplicações e prática," Revista Brasileira de Geomática, vol. 4, no. 2, pp. 99-109, 2016.
- [13] L. E. J. B. S. J. V. J. Berglund J, "Integration of 3D laser scanning into Traditional DES Project Methodology," in Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference, Berlin, 2013.
- [14] P. J. Besl and N. D. McKay, "A method for registration of 3-D shapes," in Journal of IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (PAMI), 1992.
- [15] P. Festa and J. Borland, "Is a 3D web more than just empty promises," 2005.



CAPÍTULO 32

GERENCIAMENTO DE FORÇA DE TRABALHO, ROTINAS E PROCESSOS NO VAREJO

MANAGEMENT OF WORKFORCE, ROUTINES AND PROCESSES AT
RETAIL

Gabriel Bittencourt Jardim
Ana Carolina Cellular Massone
Jorge Bezerra Lopes Chaves

Resumo

Técnicas e ferramentas são empregadas no varejo com o objetivo de redução de custos, tempo e esforço e com o intuito de se obter resultados positivos na gestão de processos, produtividade e no crescimento das vendas. Neste contexto e sob a ótica de gestão das operações, será abordado e analisado um estudo para gerenciamento de processos e rotinas em lojas de varejo, visando a minimização das perdas relacionadas à falta de controle, processos, organização e força de trabalho. Análises foram feitas para identificar formas de alocar melhor a quantidade de recursos humanos e sistematizar a manutenção e a operação. O presente trabalho tem como objetivo aplicar a ferramenta de gestão “plano de chão” em uma loja de varejo da qual a volatilidade e a complexidade são fatores preponderantes e que influenciam na tomada de decisões. Apresentando indicadores, melhorias na distribuição da força de trabalho e aumento significativo nos resultados da produtividade, performance e vendas.

Palavras-chaves: varejo; processos; plano de chão; produtividade

Abstract

Techniques and tools are employed in retail with the objective of reducing costs, time and effort and with the intuit of obtain positive results in process management, productivity and sales growth. In this context and under the operations management optics, a study for process management and routines in retail shops will be addressed and analyzed, in order to minimize losses related to the lack of control, processes, organization and work force. Analyzes were made to identify ways to allocate the amount of human resources better and systematize maintenance and operation. This job has aim to apply the “floor plan” management tool in a retail store which volatility and complexity are preponding factors and that influence in decision making. Presenting indicators, improvements in the distribution of work force and significant increase in results of productivity, performance and sales.

Keywords: retail; processes; ground plan; productivity



1. INTRODUÇÃO

A gestão de processos na indústria e no mercado varejista é fundamental para constituir a transparência, a responsabilidade e a operação, pois visam estruturar processos que buscam resultados, agilidade, eficiência, eficácia e alinhamento da estratégia aos negócios (BPM CBOK, 2013).

Sob a perspectiva de valor agregado, Chang (2006), reitera que um processo é criado para gerar valor aos clientes internos e externos às organizações, tendo como propósito principal a coordenação e padronização de atividades, otimização de recursos, clareza, direcionamento, análise e redução de custos, principalmente quando comparado à falta de processos.

O setor do varejo, apesar de ser um dos mais importantes da economia global, é conhecido também pela desorganização, despadrãoção, sublocação de recursos, falta de gestão e rotinas desgastantes (Henly; Shaefer; Waxman, 2006). Dentro desta complexidade e volatilidade, surge uma ferramenta de apoio à tomada de decisões chamada Plano de Chão. Esta ferramenta propõe o balanceamento entre processos, operações, força de trabalho e a estratégia para se encontrar o melhor cenário na alocação de recursos humanos em lojas. Para Slack (2009), a combinação entre processos, operações e pessoas cria produtos e serviços através da transformação de entradas em saídas, agregando valor ao negócio e enriquecendo as análises empresariais.

O Plano de Chão se diferencia das demais ferramentas encontradas no varejo, pois tem como vantagem quando aplicado corretamente, unificar a força de trabalho disponível com sua máxima capacidade aos horários de pico de venda e maior fluxo na loja. Para que isso aconteça é necessário o apoio de ferramentas de análises que orientem tomadas de decisões, para então a estratégia ser definida e utilizada de forma clara e objetiva (Oi, 2006). A combinação entre inteligência analítica, informação, gerenciamento de recursos humanos (GRH) e tomada de decisões conduz a organização a excelência de resultados e desempenho (Marler; Boudreau, 2017).

O presente trabalho propõe apresentar, planejar e aplicar o Plano de Chão aliado com técnicas e métodos de planejamento e controle, com o intuito de avaliar os impactos e resultados desta ferramenta de gestão na operação do setor varejista. Desta forma, o segundo item deste artigo descreve o referencial teórico seguido da metodologia de pesquisa, depois apresentação de resultados e discussões e posteriormente a conclusão.



2. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico deste trabalho será estruturado, primeiramente, por autores e guias que analisam e defendem o gerenciamento de processos (BPM), a inteligência analítica, a produtividade e a padronização no âmbito do varejo, bem como a influência da aplicação de uma operação eficiente sob a ótica de força de trabalho, da gestão de filas e da excelência em resultados.

Neste sentido, a contribuição de autores como Davenport (1993), BPM CBOK (2013), Slack (2009) e Krajewski, Ritzman, Malhotra (2009) julga-se de suma importância na literatura, pois apresentam claramente o gerenciamento de processos de negócios desde a sua concepção, desenho e redesenho até a sua implementação e melhoria contínua, o que nos permite entender o ciclo produtivo de um processo e o seu real valor organizacional. Ao ressaltar a ordenação lógica das atividades de trabalho, Davenport defende que um processo é uma estrutura de ação com um começo, meio e fim. Desta forma, deve ser claramente identificado, o que nos permitirá entender o decisivo impacto do Plano de Chão ao ser estruturado da forma correta.

Neste contexto, Slack (2009) reforça que para se obter resultados concretos, o desenho (*as is*) e futuros cenários (*to be*) de processos visam auxiliar no fluxo de informações da cadeia produtiva, na medição de índice de desempenho da equipe, tempo de execução de serviços e processos e no melhoramento contínuo. Assim, o Plano de Chão representa um produto do fim de um processo de planejamento e o início de um ciclo operacional de execução e controle na busca por resultados e boas práticas de mercado (BPM CBOK, 2013). Segundo os autores Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), é necessário medir e segregar, em qualquer processo, o que é mais relevante na operação do que é menos relevante, logo o antes e o depois da análise de mapeamento de processo é um parâmetro de melhoria e ajuste das falhas. Desse modo, também se utilizará desta referência para analisar como o fluxo de processos realizado de forma organizada e lógica impacta na operação e nos resultados de venda.

Na perspectiva da inteligência analítica das operações no varejo, ela fica muitas vezes restrita ao líder e ao tomador de decisões ou até mesmo restrita pela falta de informações. Para Falconi (2009), a análise da informação permite conhecer melhor o alvo de tal maneira que viabilize a síntese na compilação de dados. O autor atribui a ideia de análise como sendo primordial para atingir qualquer objetivo, meta e resultado desejado. Dentro deste cenário, o Plano de Chão é uma ferramenta de suporte técnico e analítico que atua em duas vertentes, a qualidade e quantidade. Por isso, para que essas vertentes sejam transparecidas corretamente, é necessário ferramentas de suporte a tomadas de decisão na etapa de planejamento, além de processos e o padrão mínimo desejável para que a análise performe como esperado (Fisher; Raman, 2010). Dessa forma, Harmon (2019) e



Marler & Boudreau (2017) enfatizam que é importante que os gerentes e líderes entendam que análises suportam projetos e processos, estratégias de negócio e diferentes teorias. Harmon ainda cita seis pilares analíticos que para o autor são fundamentais para as organizações, são eles: meta, objetivo, estratégia, modelo de negócios, indicadores de desempenho (KPIs) e controle.

O mercado do varejo atual é regido por quadro de funcionários enxutos do qual a produtividade, o padrão e a força de trabalho devem ser voltados para o modelo de eficiência, ou seja, otimizar e produzir em sua capacidade máxima com eficácia. Neste sentido, a visão dos autores Nurmi, Kyngäs e Kyngäs (2019) e Oi (2006) sobre eficiência, otimização e força de trabalho no varejo na resolução de problemas incorporam elementos relevantes e não muito citados em literaturas, bem como a inteligência na estruturação de uma escala de trabalho que caso for mal planejada, o impacto operacional, no padrão e na sua força de trabalho são imensuráveis. Desta forma, a obra dos autores supracitados são premissas do Plano de Chão, como por exemplo, a pessoa que planeja o Plano de Chão deve alocar a máxima capacidade de sua força de trabalho nos momentos de pico de venda e maior fluxo de clientes e ter uma equipe multitarefas para executar os processos e procedimentos internos dentro do padrão e conforme acordado com a equipe e gestão, para que não haja desvios e variações (Slack, 2009).

Último ponto a ser destacado, mas não menos importante, é a gestão de filas. Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), pontuam que as filas de espera em lojas do varejo são um fator crítico para o sucesso, elas são constituídas através da demanda por produtos, atratividade de preços, necessidade de compra dos clientes e diversos outros fatores que influenciam os consumidores a irem às lojas. Para Bouzada (2006), o desafio dos gestores é controlá-las para não perder vendas e demonstrar que a sua força de trabalho está sendo alocada corretamente na busca pelo seu controle. Diante deste cenário, o Plano de Chão aplicado corretamente permite que sua força de trabalho atue no controle de filas, e conseqüentemente na busca por excelência de resultados. Para Falconi (2013), os processos existem para serem medidos e para serem transformados em resultados.

Neste contexto, os conceitos abordados pelos autores supracitados trazem aporte para os objetivos que serão esperados alcançar com este estudo.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Além de pesquisa bibliográfica, será utilizada pesquisa aplicada para que os objetivos propostos nesse artigo sejam atingidos. Será observado como a aplicação do Plano de Chão se comporta diante de um cenário de evento no varejo, para que seja revelada uma percepção em relação ao planejamento, aos processos, as operações e a força de trabalho. A abordagem empregada em questão é qualitativa, uma vez que as necessidades do estudo são correspondidas. Um bom exemplo



é que as amostras não muito extensa de dados são utilizadas, envolvendo um processo de reflexão, análise de cenário e emprego de métodos e técnicas para que o detalhamento do artigo seja visto com clareza. Porém, é empregada também a abordagem quantitativa na aplicação de fórmulas, transformação de dados em informações e análise de resultados. Outra técnica utilizada será a descritiva, pois é seguido o modelo de coleta e análise de características de um fenômeno a partir de técnicas padronizadas e consulta de dados secundários.

Em síntese, será aplicado em um estudo de caso todo o processo de estruturação do Plano de Chão junto aos profissionais responsáveis pela gestão e operação de uma loja em uma empresa do varejo, para que posteriormente os dados obtidos com o estudo sejam sintetizados e se chegue a uma conclusão.

A Empresa X, no qual foi realizado o estudo de caso, é uma empresa que atua no mercado varejista desde os anos 80. Esta organização possui marcas de fabricação própria e vende uma gama de produtos, desde eletrônicos até alimentícios. Ela possui cento e quinze lojas e atualmente sua área de atuação é o Sudeste. A ideia da aplicação do Plano de Chão mostrou-se necessária porque não existiam estratégia e métodos de processos operacionais em lojas da Empresa X.

TABELA 1 - Metodologia utilizada na pesquisa - Objetivo, análise e coleta de dados.

Objetivo Geral	Referências	Instrumento de Coleta	Fontes	Etapas de Processos Analisados/ Implementados
.Identificar a relação entre processo, inteligência analítica, produtividade, operação, padronização, força de trabalho, gestão de filas e resultados no mercado varejista.	.Davenport (1993); BPM CBOOK (2013); Slack (2009); Krajewski, ritzman, Malhotra (2009); Falconi (2009); Falconi (2013); Harmon (2019); Nurmi, Kyngäs e Kyngäs (2019); Oi (2006); Marler & Boudreau (2017); Henly; Shaefer; Waxman (2006); Chang (2006); Bouzada (2006); Fisherman & Raman (2010).	.Questionário gerência de loja.	.Base de dados Empresa X; .Gerência de loja; .Gerência administrativa.	Contempla todas as etapas do referencial teórico: .Início (<i>input</i>); .Transformação (<i>AS IS</i>)/ (<i>TO BE</i>); .Fim (<i>output</i>).

Fonte: Previsto pelos autores.

Na Tabela 1 é apresentada a metodologia empregada na coleta e análise de dados no presente trabalho.

TABELA 2 – Metodologia utilizada Plano de Chão.

Planejamento	Processos Operacionais	Força de Trabalho	Comunicação	Implementação	Controle
.Desenho de processo (<i>As is e To be</i>) da representação de recebimento das informações; .Verificação venda loja; .Verificação Escala de Pessoal (turnos de trabalho).	.Verificação/ Priorização dos Processos do dia; .Verificação das atividades e tarefas; .Determinação dos responsáveis pelos processos.	.Determinação das quantidades de recursos humanos por setor; .Simulação em planilha eletrônica para encontrar o cenário ideal; .Validação do número de pessoal.	.Validação do Plano de Chão com membros gerenciais e equipe; .Cenário definido.	.Impressão do Plano de Chão em forma de documento (papel); .Entrega do documento a todos os membros gerenciais responsáveis pela gestão e controle.	.Acompanhamento da estratégia; .Gestão da fila; .Geração de mudança no cenário, caso precise.

Fonte: Previsto pelos autores.

Na Tabela 2 é observada a metodologia utilizada no estudo de caso e para es-

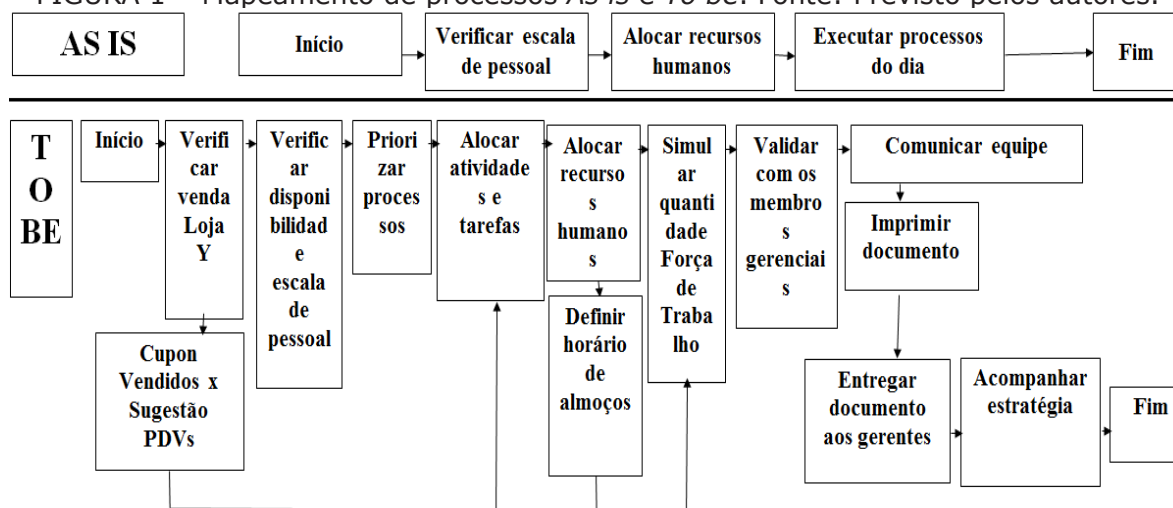
truturação do Plano de Chão.

Desta forma, utilizaram-se as metodologias citadas acima para que fosse obtida no item 4 resultados e discussões. Já o item 5 reserva as considerações finais sobre o objeto de estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A princípio escolheu-se o evento de “Dia dos Pais” para aplicação do Plano de Chão na Loja Y da Empresa X. O evento procedeu-se em um sábado no dia 12/08/2017. Escolheu-se a Loja Y de acordo com o histórico de dados da Empresa X por apresentar um maior volume de circulação de clientes e uma conversão (conceito visto na página 11) de vendas menor, normalmente com 15% de conversão em média, quando comparada a outras lojas, tal escolha é ratificada pela falta de performance.

FIGURA 1 – Mapeamento de processos *As is* e *To be*. Fonte: Previsto pelos autores.



Primeiramente o planejamento iniciou-se com a estruturação de todas as etapas na montagem do Plano de Chão, através do mapeamento de processos (*As is* e *To be*), ou seja, é a foto do antes e depois (Slack, 2009), mostrado na Figura 1.

O uso da estratégia garante uma ampla gama de técnicas para atingir os objetivos organizacionais, do qual será uma abordagem de apoio necessária ao gerente de loja para visão e consolidação do Plano de Chão (Krajewski, Ritzman e Malhotra, 2009).

Segunda análise tratou-se da verificação e levantamento do comportamento da venda de cupons (comprovante fiscal de venda que o atendente do caixa emite e é entregue ao cliente ao fim da compra) na loja Y do evento dia dos pais 13/08 do ano de 2016, para que fosse definida a escala de pessoal (escala de trabalho e turnos dos funcionários de entrada e saída) para o evento do dia dos pais de 2017. A Tabela 3 apresenta o número de cupons vendidos a cada hora do dia no dia dos

país de 2016.

TABELA 3 – Cupons vendidos x horas do dia x sugestão de PDVs (Ponto De Vendas).

FERRAMENTA DE APOIO - EVENTO DIA DOS PAIS 2017												
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Cupom Vendidos: 13/08/2016	47	74	56	65	79	93	101	104	113	104	88	102
Sugestão de PDVs	3	6	8	9	8	12	12	11	11	9	9	9
Quantidade Pessoas Hora (Tabela 4)	9	11	13	14	22	23	25	25	20	17	15	7

Fonte: Previsto pelos autores.

Neste contexto, analisaram-se quais horários mais vendem neste dia, ou seja, nos horários de 14 às 19 horas, que são as células hachuradas em cinza escuro do tópico cupom vendidos. Após a priorização dos processos, alocação das atividades aos seus responsáveis, gerou-se a definição do horário de almoço dos funcionários, este tema será explicado mais adiante na Tabela 4. Desta forma, para calcular e prever a necessidade da força de trabalho operando nos PDVs (ponto de venda ou caixas com atendentes que realizam a venda do produto) realizou-se o cálculo de sugestão de número de PDVs que devem operar por hora, ou seja, contido no tópico sugestão de PDVs na Tabela 3. O cálculo usado para esta projeção de PDVs atuando é a quantidade de cupons vendidos por hora vezes o TMA (tempo médio de atendimento) mais o TMO (tempo médio de ociosidade), a Empresa X opera com o valor padrão do TMA mais o TMO igual a 0,0783 para todas as lojas, o resultado é um número inteiro, visto na equação (1). Esse valor representa a força de trabalho necessária nos caixas para suprir a necessidade da operação de vendas. Oi (2006) ratifica que a força de trabalho define a produtividade e eficiência nas operações do varejo.

$$PDVs = (TMA + TMO) \cdot (\text{Quantidade de cupons vendidos}) \quad (1)$$

A Tabela 4 apresenta o Plano de chão montado para o evento de dia dos pais no ano de 2017.

TABELA 4 – Plano de Chão implementado na Loja Y no dia dos Pais em 2017.

PLANO DE CHÃO			LOJA		DATA											
MÁXIMA CAPACIDADE DE VENDAS E MELHOR ALOCAÇÃO DE RECURSOS			LOJA Y - EVENTO DIA DOS PAIS		17/08/2017											
FUNCIONÁRIOS	ENTRADA	SAÍDA	HORÁRIO JORNADA DE TRABALHO													
			9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Funcionário - 16	10:00	18:20		PDV	PDV	PDV	ALMOÇO	PDV	PDV	PDV	PDV					
Funcionário - 17	10:00	18:20		PDV	PDV	PDV	PDV	ALMOÇO	PDV	PDV	PDV					
Funcionário - 18	14:30	22:50						PDV	ALMOÇO	PDV	PDV	PDV	PDV	PDV	PDV	VISTORIA
Funcionário - 19	14:30	22:50						PDV	ALMOÇO	PDV	PDV	PDV	PDV	PDV	PDV	VISTORIA
Funcionário - 20	14:30	22:50						PDV	PDV	ALMOÇO	PDV	PDV	PDV	PDV	PDV	VISTORIA
Funcionário - 21	14:30	22:50						PDV	PDV	ALMOÇO	PDV	PDV	PDV	PDV	PDV	VISTORIA
Funcionário - 22	14:30	22:50						SAL	SAL	SAL	ALMOÇO	SAL	SAL	SAL	SAL	
Funcionário - 23	12:30	20:50				PDV	ALMOÇO	PDV	PDV	PDV	PDV	PDV	PDV	PDV	PDV	
Funcionário - 24	12:30	20:50				PDV	PDV	ALMOÇO	PDV	PDV	PDV	PDV	PDV	PDV	PDV	
SUBGERENTE CHECKOUT																
Funcionário - 25	08:00	16:20	CH/PDV	CH/PDV	CH/PDV	ALMOÇO	CH/PDV	CH/PDV	CH/PDV							
Funcionário - 26	12:00	20:20				CH/PDV	CH/PDV	ALMOÇO	CH/PDV	CH/PDV	CH/PDV	CH/PDV	CH/PDV	CH/PDV		
Funcionário - 27	00:00	00:00														
SUBGERENTE																
Funcionário - 28	08:00	16:20	DM/SAL	DM/SAL	DM/SAL	ALMOÇO	DM/SAL	DM/SAL	DM/SAL							
Funcionário - 29	12:00	20:20				DM/SAL	DM/SAL	ALMOÇO	DM/SAL	DM/SAL	DM/SAL	DM/SAL	DM/SAL	DM/SAL		
Funcionário - 30	14:30	22:50						DM/SAL	DM/SAL	ALMOÇO	DM/SAL	DM/SAL	DM/SAL	DM/SAL	DM/SAL	DM/SAL
QUANTIDADE DE PESSOAS HORA:			6	9	11	13	14	22	22	23	25	25	20	17	15	7

Fonte: Previsto pelos autores.



Na quarta etapa após consolidar a força de trabalho na operação dos PDVs, realizou-se o preenchimento do Plano de Chão, visto na Tabela 4. Tratou-se do Plano de Chão utilizado no evento de dia dos pais de 2017. O PDV significa ponto de venda, SAL -Salão, CH- Checkout, DM – Demanda e as duas siglas juntas os funcionários circulam nos dois lugares. Um Plano de Chão bem elaborado deve conter os cargos, funcionários, turno de trabalho, processos e atividades e o horário de almoço, como descrito na Tabela 4. O cálculo de Pessoas/Hora na operação é visto na equação (2). As células hachuradas cinza escuro são os horários de almoço, ou seja, utilizou-se esta técnica para facilitar a visualização de quem está construindo o Plano de Chão e também para medir a qualidade do planejamento e quais recursos humanos estão disponíveis por hora. As marcações vermelhas estão sinalizando que a força de trabalho está com a máxima capacidade nos horários que mais vendem, como previsto na Tabela 3, formando um bloco consistente para atender os horários de pico. O foco na máxima capacidade de força de trabalho foram os horários de 14 às 19 horas.

$$\text{Força de trabalho / hora} = \sum \text{Funcionários} - \sum \text{Funcionários em horário de almoço} \quad (2)$$

A quinta e última etapa é a análise comparativa de resultados. Implementou-se o Plano de Chão e os resultados foram positivos e consistentes.

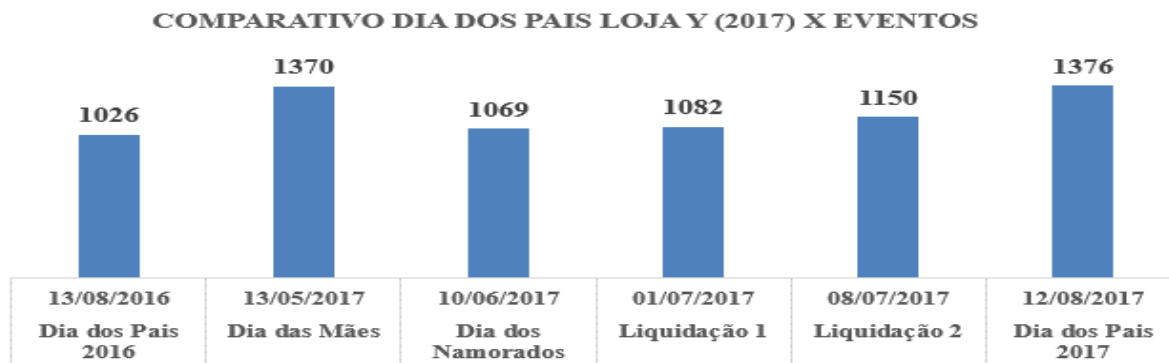
TABELA 5 – Comparativo Cupons Vendidos x Horas do dia.

COMPARATIVO QUANTIDADE DE CUPOM / SUGESTÃO PDV - 2016 X 2017 - EVENTO DIA DOS PAIS												
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Cupom Vendidos: 13/08/2016	47	74	56	65	79	93	101	104	113	104	88	102
Cupom Vendidos: 12/08/2017	41	78	97	109	97	150	152	159	140	120	119	114
Sugestão de PDV 2016	4	6	4	5	6	7	8	8	9	8	7	8
Sugestão de PDV 2017	3	6	8	9	8	12	12	11	11	9	9	9
Força de Trabalho Ativa 2017	9	11	13	14	22	23	25	25	20	17	15	7

Fonte: Previsto pelos autores.

A Tabela 5 informa um comparativo entre o dia dos pais no ano de 2016 (13/08) e 2017 (12/08) da quantidade de cupons vendidos, sugestão de PDVs, e o demonstrativo da quantidade de força de trabalho ativa por hora no ano de 2017. Como observado, a loja Y vendeu mais cupons em 2017, seguiu a sugestão de PDVs, descrito também na Tabela 3 e Tabela 4, e ao se comparar a necessidade de PDVs operando com a quantidade de força de trabalho ativa (descrita na Tabela 5 e Tabela 4) verificou-se que o planejamento foi realizado de forma correta, pois alocou a maior quantidade de funcionários nos horários que a loja mais precisou. O Gráfico 1 apresenta os principais eventos de 2017 e o número de cupons vendidos.

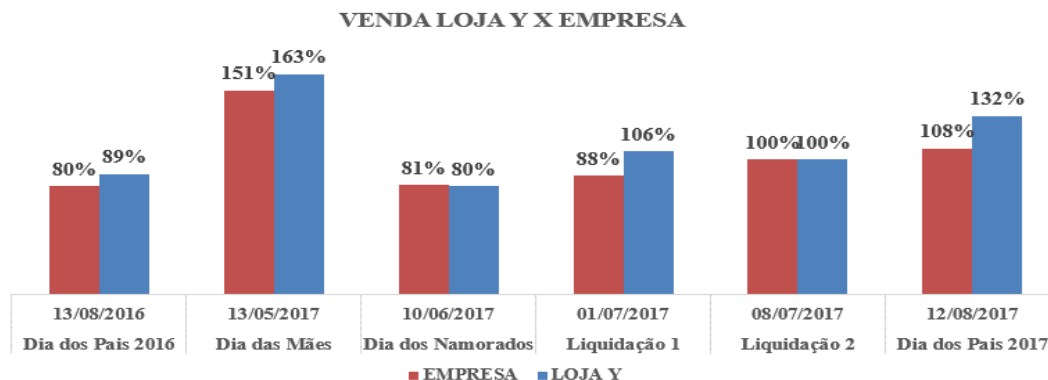
GRÁFICO 1 – Cupons Vendidos x Eventos Ano



Fonte: Previsto pelos autores.

O Gráfico 1 é o comparativo entre todos os eventos da Empresa X do ano de 2017 até agosto, e também evento dos pais do ano de 2016. Obteve-se na loja Y um desempenho muito parecido com o dia das mães do ano de 2017 (considerado o 2º maior evento do ano em vendas para a Empresa X). Pode-se verificar também um melhor resultado em todos os eventos do ano em quantidade de cupons vendidos, o que de fato tornou-se um recorde para a alta administração da empresa. O Gráfico 2 apresenta uma comparação entre a loja Y e outra loja da empresa X considerada a melhor em número de vendas.

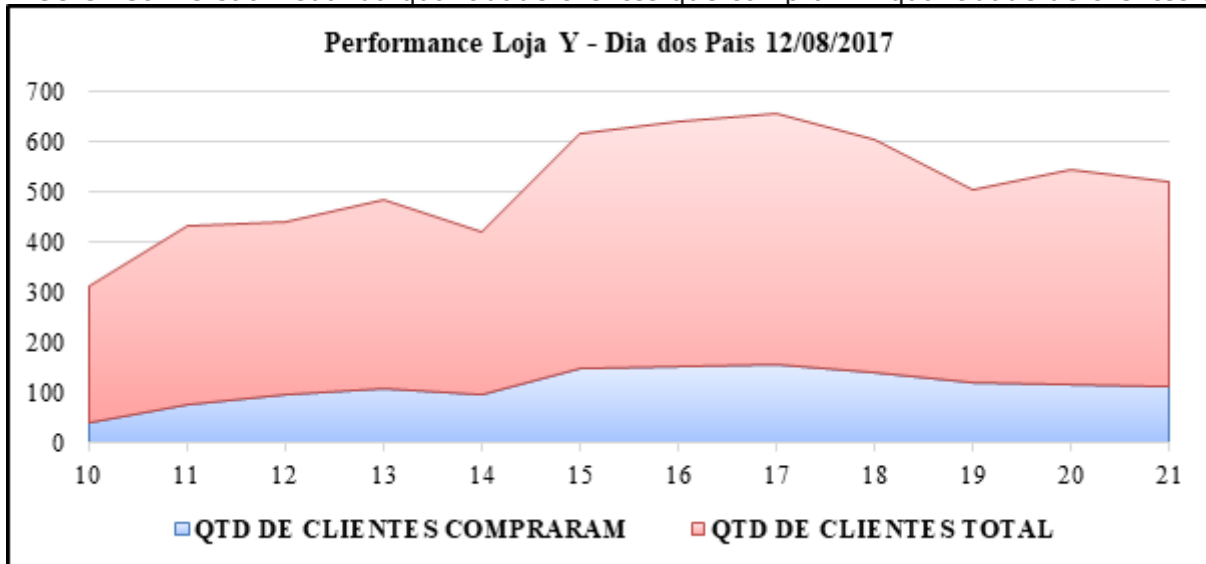
GRÁFICO 2 – Comparativo de vendas (cupons vendidos) Loja Y e as Lojas que mais vendem da Empresa X.



Fonte: Previsto pelos autores.

Observando o Gráfico 2 pode-se verificar o percentual aumentando quase 50% em relação ao ano anterior no dia dos pais e em comparação com as outras lojas obteve-se um percentual de 30% acima em algumas datas importantes de vendas na loja Y. O valor de 100% significa a meta a ser atingida pela empresa nas datas mencionadas. O Gráfico 3 apresenta o número de clientes que frequentam a loja Y (vermelho) e a quantidade de clientes que compram (azul) no dia dos pais de 2017.

GRÁFICO 3: Conversão visual da quantidade clientes que compram x quantidade de clientes total.



Fonte: Previsto pelos autores.

A análise de conversão de fluxo de clientes é visto na equação (3). Essa razão fornece a conversão percentual de clientes que entram na loja e compram, sendo esse indicador um dos parâmetros principais na identificação do pico de venda e fluxo de circulação, visto no Gráfico 3. Os horários de maior fluxo de clientes estão concentrados entre 14-19 horas, conforme observa-se na área vermelha circulada. A taxa média de conversão de clientes no dia dos pais de 2017 converteu-se em torno de 28,7%, ou seja, bem acima da expectativa que seria em torno de 15%.

$$\text{Conversão} = \frac{\text{Quantidade de clientes que compraram}}{\text{Quantidade de clientes que entraram na loja}} \times 100 = \text{Resultado \%} \quad (3)$$

Neste contexto, para Slack (2009), a tomada de decisão do gerente varejista na alocação do volume de força de trabalho tanto na operação de PDVs quanto nas diretrizes das atividades, processos e planejamento em lojas é o ponto principal na agilidade, velocidade e eficácia para gerar resultados positivos na conversão de consumidores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que após a construção de um Plano de Chão adequado e customizado com a realidade da Loja Y ocorreu a redução de ineficiência operacional, a redução da desorganização nas ocupações de horas, otimização da organização dos horários de almoço, a melhoria no mapeamento de processos de planejamento, na alocação da força de trabalho, nas vendas, na conversão de clientes e na gestão, com resultados consistentes verificados ao longo deste trabalho.

Neste sentido, analisou-se que o impacto gerado pelo Plano de Chão em resultado de venda e na alocação da máxima capacidade de força de trabalho em uma loja do varejo portou-se de forma positiva, tanto quantitativamente quanto

qualitativamente. Observou-se também que uma gestão eficaz aliada com a padronização da rotina de trabalho, processos bem definidos e a realização de um bom planejamento impactam diretamente no desempenho e na produtividade de uma loja varejista, reforçando o pensamento de Oi (2006), Fisher & Raman (2010) e Nurmi, Kyngäs e Kyngäs (2019).

Por fim, o sucesso ou o fracasso do Plano de Chão está diretamente relacionado com a estratégia utilizada pelo gerente varejista ou tomador de decisões, com o planejamento, a análise, a produtividade e o controle e acompanhamento das operações (Slack, 2009). Contudo são de fato questões que podem ser acompanhadas com mais atenção, pois quando se existe embasamento técnico e teórico as variáveis negativas cotidianas podem ser minimizadas em uma loja do varejo.

Referências

ASSOCIATION OF BUSINESS PROCESS MANAGEMENT PROFESSIONALS (ABPMP). **BPM CBOK: Guide to the Business Process Management Body of Knowledge**. v. 3, 2013.

BOUZADA, M. **O uso de ferramentas quantitativas em call centers: o caso Contax**. 2006. 256p. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CHANG, James F. **Business process management systems: strategy and implementation**. 1 ed. Boca Raton: Auerbach Publications, 2006.

DAVENPORT, T. H. **Process innovation: reengineering work through information technology**. Boston: Harvard Business Press, 1993.

FALCONI, Vicente. **Gerenciamento da rotina de trabalho do dia a dia**. 9. ed. Nova Lima: Falconi Editora, 2013.

FALCONI, Vicente. **O verdadeiro poder: prática de gestão que conduzem a resultados revolucionários**. Nova Lima: Falconi Editora, 2009.

FISHER, M., A. Raman. **The New Science of Retailing: how analytics are transforming the supply chain and improving performance**. Boston: Harvard Business Press, 2010.

HARMON, Paul. **Business Process Change: A Business process management Guide for Managers and Process Professionals**. 4 ed. Cambridge: Elsevier, 2019.

HENLY, Julia R.; SHAEFER, Luke H.; WAXMAN, Elaine. Nonstandard Work Schedules: Employer- and Employee-Driven Flexibility in Retail Jobs. **The Social Service Review**, Vol. 80 (4), Dez. 2006, pp.609-634. Disponível em: < <https://www.jstor.org/stable/10.1086/508478?seq=1> >. Acesso em: 16 jun. 2020.

KRAJEWSKI, Lee; RITZMAN, Larry & MALHOTRA, Manoj. **Operations Management**. Tradução Mirian Santos Ribeiro de Oliveira; Revisão Técnica André Luís de Castro Moura Duarte e Susana Carla Farias Pereira. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

MARLER, J. H.; BOUDREAU, J. W. An evidence-based review of HR analytics. **The International Journal of Human Resource Management**, Vol. 28(1), Set. 2017, pp.3-26. Disponível em: < <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/09585192.2016.1244699> >. Acesso em: 20 jun. 2020.

N. KYNGÄS, K. NURMI AND J. KYNGÄS. Workforce Optimization: the General Task-based Shift Generation Problem. **IAENG International Journal of Applied Mathematics (IJAM)**, Vol. 49(4), 20 Nov. 2019, pp393-400 . Disponível em:< http://www.iaeng.org/IJAM/issues_v49/issue_4/IJAM_49_4_01.pdf >. Acesso em: 15 de jun. 2020.



Oli, Walter Y.. **Measuring Productivity in Retail Trade and Services**. Mimeo: University of Rochester, 2006. Disponível em: < <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.134.445&rep=rep1&type=pdf> >. Acesso em: 13 de jun. 2020.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009.



CAPÍTULO 33

ESTUDO METABOLÔMICO DE COMPOSTOS FIXOS E VOLÁTEIS EM DE POLPA DE Eugenia brasiliensis (GRUMIXAMA) POR PAPER SPRAY PS/MS E MICROEXTRAÇÃO EM FASE SÓLIDA SPME-GC/MS

METABOLOMIC STUDY OF FIXED AND VOLATILE COMPOUNDS IN PULP
OF *Eugenia brasiliensis* (GRUMIXAMA) BY PAPER SPRAY PS/MS AND
SOLID PHASE MICROEXTRACTION SPME-GC/MS

Ana Luiza Coeli Cruz Ramos

Douglas Dellaretti Mendes

Mauro Ramalho Silva

Henrique de Oliveira Prata Mendonça

Rodinei Augusti

Raquel Linhares Bello Araújo

Inayara Cristina Alves Lacerda

Júlio Onésio Ferreira Melo

Resumo

A *Eugenia brasiliensis* conhecida como grumixama é um fruto nativo da biodiversidade brasileira e possui sabor e aroma característicos, compostos bioativos com propriedades antioxidantes e característica saudável. Considerando que o mercado consumidor visa a à procura de produtos com apelo natural e funcional, este estudo teve como objetivo caracterizar a polpa de grumixama traçando o perfil químico e de compostos orgânicos voláteis deste fruto. Para isto foram realizadas análises de caracterização do perfil químico que, consistiu na obtenção de *fingerprints* empregando-se o *paper spray* PS/MS e a extração dos compostos orgânicos voláteis por meio de microextração em fase sólida (SPME) utilizando fibra PDMS/DVB e posterior separação e identificação por CG-MS. Em relação ao perfil químico da polpa foram listados por PS/MS 45 compostos, destacando-se os flavonóides, compostos fenólicos, carotenoides, açúcares, catequina e derivados da quercetina. Foram identificados 19 compostos voláteis orgânicos todos eles pertencentes à classe dos terpenos, sendo 94,7% sesquiterpenos e 5,3% monoterpenos, compostos estes que são responsáveis por diversas características sensoriais dos frutos. Os resultados demonstraram que a associação entre a atividade antioxidante já relatada na literatura promovida pelos bioativos e os COVs da polpa da grumixama tornam este fruto promissor para aceitação no mercado podendo ser adicionada em diversos produtos aumentando seu valor nutricional e funcional.

Palavras chave: Myrtaceae, compostos orgânicos voláteis, cereja brasileira.

Abstract

E *Eugenia brasiliensis*, known as grumixama, is a fruit native to Brazilian biodiversity and has a characteristic flavor and aroma, bioactive compounds with antioxidant properties, and a healthy characteristic. Considering that the consumer market is looking for products with natural and functional appeal, this study aimed to characterize the grumixama pulp by tracing the chemical profile and volatile organic compounds of this fruit. For this purpose, characterization analyses of the chemical profile were carried out, consisting of obtaining fingerprints using PS / MS paper spray and the extraction of volatile organic compounds through solid-phase microextraction (SPME) using PDMS / DVB fiber and later separation and identification by CG-MS. Regarding the chemical profile of the pulp, 45 compounds were listed by PS / MS, with emphasis on flavonoids, phenolic compounds, carotenoids, sugars, catechins, and quercetin derivatives. Nineteen volatile organic compounds were identified, belonging to the terpene class, 94.7% sesquiterpenes and 5.3% monoterpenes, compounds responsible for several sensory characteristics of the fruits. The results showed that the association between the antioxidant activity already reported in the literature promoted by bioactives and the VOCs of the grumixama pulp makes this fruit promising for acceptance in the market and can be added in several products, increasing its nutritional and functional value.

Key-words: Myrtaceae, volatile organic compounds, Brazilian cherry



1. INTRODUÇÃO

A família Myrtaceae é uma das mais importantes da flora brasileira, apresentando potencial e significativo interesse econômico para o Brasil. Cerca de 50% de todas as espécies pertencentes a essa família são endêmicas do Bioma Mata Atlântica e, a maioria pertence aos gêneros *Eugenia*, *Campomanesia*, *Psidium* e *Myrciaria* (DE ARAÚJO et al., 2019). A grumixama (*Eugenia brasiliensis* Lamarck), comumente conhecida como cereja brasileira, pertence à esta família e é um fruto proveniente das árvores das florestas brasileiras distribuídas nas regiões sul e sudeste do país (FLORES et al., 2012; TEIXEIRA et al., 2015), tendo presença significativa no bioma da Mata Atlântica (PELLIS, 2019).

No Brasil, a produção comercial pode ser encontrada principalmente na região do “Vale do Paraíba”, no estado de São Paulo (TEIXEIRA; HASSIMOTTO; LAJOLO, 2018). Seu fruto possui compostos químicos, como antocianinas, fenilpropanóides, flavonoides, elagitaninos, polifenóis, carotenóis, açúcares, vitaminas (MACHADO et al., 2017; SILVA et al., 2014) entre outros, que devido à importância nutricional e funcional necessitam de serem identificados adequadamente. Estudos mostram a caracterização e o potencial destes compostos presentes nas folhas, cascas, semente, polpa e extrato bruto da grumixama (DE ARAÚJO et al., 2019; FLORES et al., 2012; INFANTE et al., 2016; MAGINA et al., 2010; SIEBERT et al., 2017).

Uma característica marcante em algumas variedades de grumixama é a coloração roxa, sendo esta um atributo importante que indica a presença de pigmentos antocianínicos. Em outros frutos da mesma família, como o jamelão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels), (BANERJEE; DASGUPTA; BRATATI, 2005), pitanga (*Eugenia Uniflora*), jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) O. Berg) e jambo (*Syzygium malaccense*) são encontrados estes pigmentos e já bem caracterizados. As antocianinas possuem ação antioxidante capaz de reduzir radicais livres provocando efeitos positivos sobre a manifestação de diversas patologias, como câncer e aterosclerose (CARDOSO; LEITE; PELUZIO, 2011) e por isso, há uma crescente busca por fontes ainda não exploradas desses compostos a fim de reduzir o desequilíbrio entre o sistema de defesa antioxidativo do organismo humano (PIMENTEL; FRANCKI; GOLLUCKE, 2005).

Para uma caracterização mais detalhada do fruto, a identificação é realizada empregando-se cromatografia líquida de alta eficiência, dessorção / ionização a laser assistida por eletropulverização (ELDI), espectrometria de massa de ionização por eletropulverização por dessorção (DESI-MS) e *paper spray* (FLORES et al., 2012; REYNERTSON et al., 2008; SIEBERT et al., 2017; SILVA et al., 2014, 2019a; TEIXEIRA et al., 2015), no qual o *paper-spray* (PS/MS) vem se destacando, por permitir uma análise detalhada com a identificação de diversas substâncias presentes em matrizes complexas possibilitando obter a impressão digital da amostra em amplas faixas de massa (SILVA et al., 2019a).

A grumixama, também possui características como adstringência, sendo tradicionalmente utilizados para a produção de geleias, tortas e licores (FLORES et al., 2012). O aroma dos frutos é uma das características mais apreciadas pelos consumidores e este deve-se à presença de ácidos carboxílicos, álcoois, aldeídos, cetonas, ésteres e terpenos, que são os principais representantes dos compostos orgânicos voláteis (COVs) (BICAS et al., 2011; SILVA et al., 2019b). Sabendo-se que o conjunto de COVs é específico para cada espécie e variedade de frutos, e é o responsável pela formação do aroma peculiar (EL HADI et al., 2013), torna-se necessário ampliar os estudos sobre a caracterização destes frutos. Vários métodos de extração dos COVs podem ser utilizados tais como a destilação a vácuo, destilação e concentração simultânea dos voláteis, análises do *headspace* estático e dinâmico (QUEIROGA et al., 2005), e dentre estes destaca-se a microextração em fase sólida no modo *headspace* (HP-SPME) (GARCÍA et al., 2019). Este último é um método de extração vantajoso por ser rápido, simples, sem a utilização de solvente, porém sensível, fornecendo assim resultados suficientes para uma ampla faixa de concentrações e analitos (MERKLE; KLEEBERG; FRITSCH, 2015). A microextração é realizada por meio da utilização de uma fibra extratora podendo ser de diferentes polaridades, sendo a eficiência da extração relacionadas à polaridade dos compostos presentes na amostra. Estudos mostram que a fibra semipolar Polidimetilsiloxano/ Divinilbenzeno (PDMS/DVB) é uma das que apresentam melhores resultados na extração de compostos como os terpenóides (FRANCISCO et al., 2020; GARCÍA et al., 2019), uma das principais classes responsáveis pelo *flavor*. A detecção dos voláteis extraídos é realizada por meio da cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa (GC-MS).

Diante do exposto o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização das polpas do fruto de grumixama, traçando o seu perfil químico, utilizando a técnica de espectrometria de massa por ionização ambiente em *paper-spray* (PS-MS) e a extração dos COVs por HP-SPME com a separação e identificação por cromatografia gasosa acoplada a de espectrometria de massa (GC-MS).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material vegetal

As polpas congeladas de grumixama da marca "Sítio do Bello" foram adquiridas no comércio localizado na cidade de São Paulo – Brasil (23° 27' 53,94" sul e 45° 42' 31,88" oeste), no mês de dezembro de 2018. Foram utilizadas aproximadamente 500 gramas de polpas do mesmo lote e maduras com mesmo grau de maturação, segundo informações do fabricante, as quais permaneceram sob temperatura de congelamento de -18 °C e ao abrigo da luz até o momento do uso.



2.2 Métodos

2.2.1 Obtenção dos extratos da polpa

Os extratos da polpa foram obtidos conforme metodologia descrita por Silva et al., (2019a) com adaptações. Foram pesados 0,5 gramas da amostra, previamente homogeneizada, em seguida adicionou-se 1 mL da solução de metanol a 50% e a amostra foi agitada em agitador do tipo *vórtex* por 20 segundos e prosseguiu com incubação da mesma durante 1 hora em temperatura ambiente (25 °C) e ao abrigo de luz. Após o tempo de incubação, a amostra foi centrifugada durante 15 minutos a 4 °C com rotação de 15000 x *g* em centrífuga. Em seguida o sobrenadante foi recolhido em um balão volumétrico de 5 mL. No mesmo *eppendorf* repetiu-se a extração, desta vez utilizando acetona a 70%. Novamente foi realizada agitação e ressuspensão, prosseguindo com a incubação e centrifugação conforme citado acima. O sobrenadante foi transferido para o mesmo balão volumétrico (5 mL) e seu volume completado com água deionizada. Os extratos foram armazenados em temperatura de congelamento até o momento do uso para as análises do perfil químico PS/MS.

2.2.2 Perfil químico da polpa de grumixama por *paper spray* – MS

A análise do perfil químico das amostras foi conduzida empregando-se o espectrômetro de massas LCQ Fleet (Thermo Scientific, San Jose, CA, EUA) equipado com uma fonte de ionização ambiente por *paper spray* e foi realizada em triplicatas nos modos de ionização positivos e negativos (CAMPELO et al., 2020; SILVA et al., 2019a). Para a realização das análises, 2 µL das amostras e 40 µL de metanol foram aplicadas no triângulo de papel cromatográfico acoplado ao equipamento, e a fonte de voltagem foi ligada para aquisição dos dados (Figura 1). As condições instrumentais das análises foram: voltagem da fonte PS-MS igual a + 4 kV (modo positivo) e - 3 kV (modo negativo); voltagem do capilar de 40 V; temperatura do tubo de transferência de 275 °C; voltagem das lentes do tubo de 120 V; faixa de carga massa de 100 a 1000 *m/z* nos modos positivo e negativo. Os íons foram fragmentados usando energia de colisão de 15 a 45 eV.

Os resultados referentes aos espectros de massas obtidos foram processados utilizando o *software Xcalibur* versão 2.1 (Thermo Scientific, San Jose, CA, EUA). Os espectros PS-MS médios dos modos positivo e negativo foram determinados utilizando Excel, 2016 (Microsoft, Redmond, WA, EUA). Para a tentativa de identificação dos compostos realizou-se a comparação das razões massa carga de dados da literatura com os sinais instrumentais obtidos e a subsequente fragmentação por meio da espectrometria de massas sequencial (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2020; RAMOS et al., 2020).

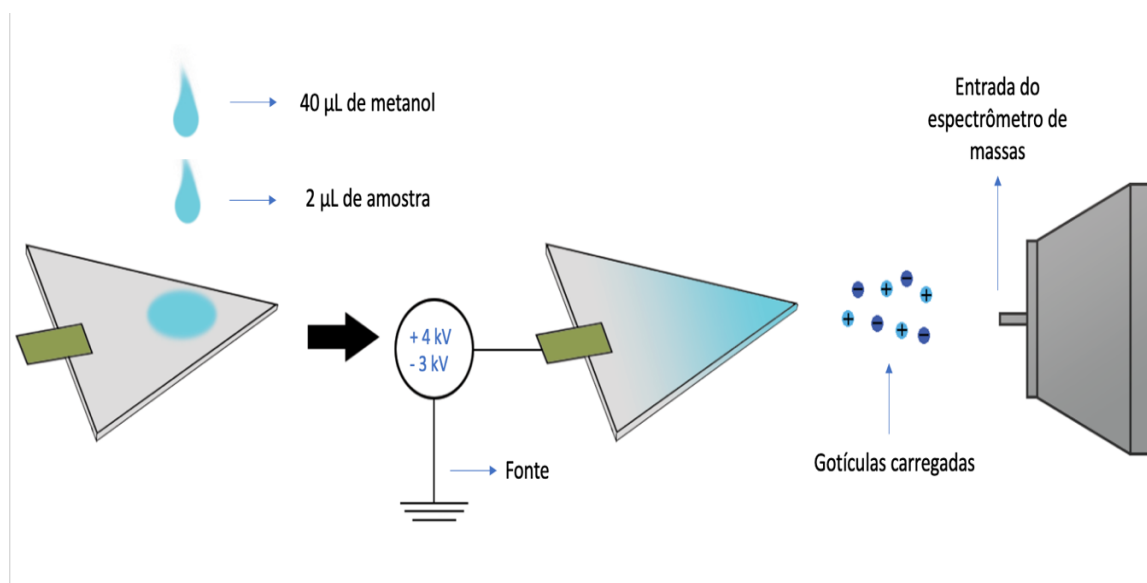


Figura 1. Diagrama do processo de ionização por *paper spray*
 Fonte: Autores (2021)

2.2.3 Perfil de compostos voláteis

A extração dos compostos orgânicos voláteis foi realizada por meio do método de microextração em fase sólida no modo *headspace* (HS-SPME) conforme descrito por García et al., (2019) utilizando a fibra Polidimetilsiloxano/ Divinilbenzeno semi-polar (PDMS/DVB). Os COVs extraídos foram separados e identificados no cromatógrafo a gás (Trace GC Ultra) acoplado a um espectrômetro de massa (Polaris Q) (GC-MS), com analisador do tipo "ion-trap".

Pesou-se 2,0 g de polpa *in natura* em frascos de *headspace* com capacidade de 20 mL e fechados com lacre de alumínio. Em seguida, os frascos foram pré-aquecidos em chapa aquecedora sem agitação por 5 minutos. Após esse tempo, a fibra PDMS/DVB foi inserida no frasco e exposta a amostra por 10 minutos. Em sequência a mesma foi removida do frasco e inserida manualmente no CG-MS a uma temperatura no injetor de 250 °C, por um tempo de dessorção de 5 minutos, temperatura da fonte de íons de 200 °C e interface de 275 °C. O gás de arraste utilizado foi o hélio com uma vazão de 1 mL.min⁻¹, e os COVs foram separados usando uma coluna capilar (HP-5ms) fenil a 5% e metilpolisiloxano a 95% (30 mx 0,25 mm x 0,25 µm; Agilent Technologies Inc., Alemanha). Inicialmente, a coluna foi mantida a 40 °C por 5 min e, em seguida, a temperatura foi aumentada a uma taxa de 2,5 °C min⁻¹ até 125 °C, seguida de um aumento de 10 °C.min⁻¹ até 245 °C e mantida por 3 min. A aquisição dos dados ocorreu no modo de varredura completa por ionização por impacto eletrônico (EI) e potência de 70 eV com um intervalo de 50 a 300 *m/z*.

A identificação dos compostos voláteis foi baseada na relação massa-carga (*m/z*) dos fragmentos de íons da amostra analisada, mediante cada espectro de massa na faixa de 50 a 300 *m/z*. Utilizando o *software* Xcalibur versão 2.1 (Ther-

mo Scientific, San Jose, CA, EUA), realizou-se uma comparação dos espectros de massas correspondente a cada pico observado no cromatograma com os dados obtidos pela biblioteca NIST (*National Institute of Standards and Technology*) (GARCÍA et al., 2020), considerando nível de similaridade (reverso índice de pesquisa, RSI) maior que 600.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Perfil químico

Os espectros do perfil químico da amostra de polpa de grumixama nos modos positivo e negativo estão apresentados nas Figuras 2 e 3 respectivamente. Por meio da tentativa de identificação foi possível listar 45 compostos na polpa de grumixama através do *PS-MS*, sendo que no modo de ionização positivo foram 18 compostos e 27 compostos no modo negativo. Estes possíveis compostos identificados, estão representados na Tabela 1 para o modo positivo de ionização e na Tabela 2 para o modo negativo de ionização. Foram encontrados flavonoides (46%) seguido de compostos fenólicos (27%) e outros compostos (27%) que incluem, açúcar e carotenoides (Figura 4).

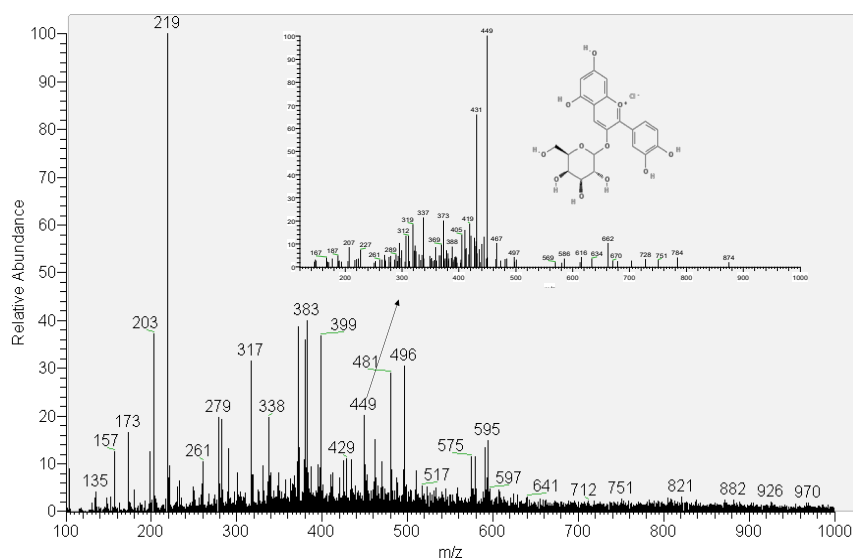


Figura 2. Representação de PS modo positivo – MS da amostra de polpa de Grumixama.
Fonte: RAMOS et al. (2020)

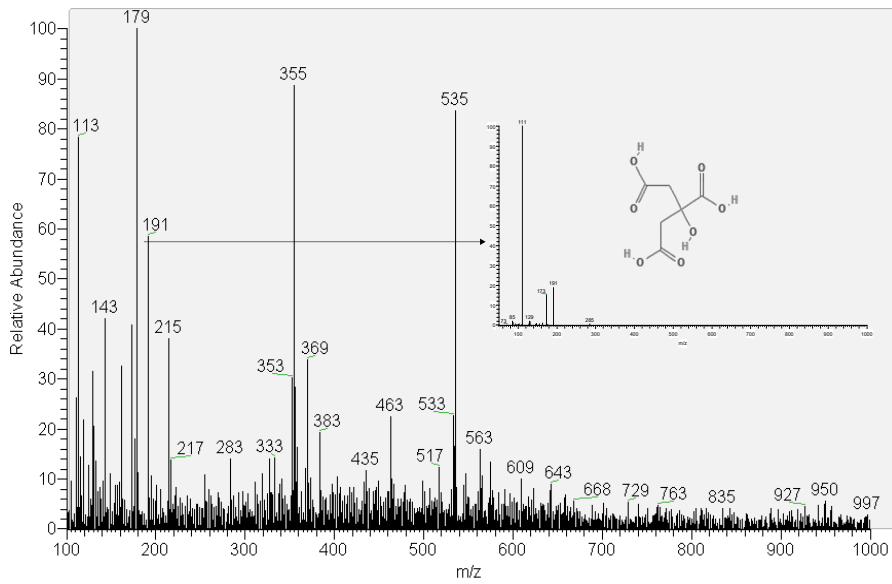


Figura 3. Representação de (a) PS modo negativo – MS da amostra de polpa de grumixama.
 Fonte: RAMOS et al. (2020)

n°	Tentativa de identificação	CAS	ID	Fórmula	m/z [] ⁺	MS/MS	Referência
Compostos fenólicos							
1	Éster de galoil-glicose	-	[M+Na] ⁺	-	355	263 233	(FARIA; MARQUES; MERCADANTE, 2011)
2	Ácido dihidrossinápico	14897-78-0	[2M+Na] ⁺	C ₁₁ H ₁₄ O ₅	475	457	(PAUDEL et al., 2013)
Flavonoide							
3	Cianidina 3-galactósido	27661-36-5	[M - 162] ⁺	C ₂₁ H ₂₁ ClO ₁₁	449	287	(TEIXEIRA et al., 2015)
4	Catequina	18829-70-4	[M+H] ⁺	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	291	273	(STEFOVA; IVANOVA, 2011)
5	Diosmetina	520-34-3	[M + H - CO3] ⁺	C ₁₆ H ₁₂ O ₆	301	286	(WANG et al., 2017)
6	Kaempferol rhamnoside	20196-89-8	[M + H] ⁺	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	433	415	(LEE; JOHNSON; TALCOTT, 2005)
7	Myricetin rhamnoside	17912-87-7	[M + H] ⁺	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	465	447	(LEE; JOHNSON; TALCOTT, 2005)
8	Quercetina-monoglucuronida	-	-	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₃	479	435 303	(MASCHERPA et al., 2012)
9	Miricetina-glucósido	19833-12-6	[M + H] ⁺	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₃	481	335	(MASCHERPA et al., 2012)
10	Miricetina-3-glcA	15648-86-9	[M+H] ⁺	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₃	495	319	(STEFOVA; IVANOVA, 2011)
11	5- piranopelargonidina-3-O-glucósido	-	[M] ⁺	-	501	295	(KAJĐŽANOSKA; GJAMOVSKI; STEFOVA, 2010)
12	Syringetin-3-glc	40039-49-4	[M+H] ⁺	C ₂₃ H ₂₄ O ₁₃	509	481	(STEFOVA; IVANOVA, 2011)
Outros compostos							
13	Triptofano	73-22-3	[M+H] ⁺	C ₁₁ H ₁₂ N ₂ O ₂	205	188	(KOSINSKA et al., 2013)
14	Ácido licanico	623-99-4	[M + H - 2H ₂ O] ⁺	C ₁₈ H ₂₈ O ₃	293	257	(WANG et al., 2017)
15	Sacarose	57-50-1	-	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	365	203	(GUO et al., 2017)
16	Gomphrenin	17008-59-2	[M+H] ⁺	C ₃₀ H ₃₇ N ₂ O ₁₈ ⁺	551	389	(GARCÍA-CRUZ et al., 2017)
17	All-trans-zeaxantina All-trans-luteína	144-68-3 127-40-2	[M+H-18] ⁺	C ₄₀ H ₅₆ O ₂	569	551	(FARIA; MARQUES; MERCADANTE, 2011; SILVA et al., 2014)
18	6'-O-malonyl-2-descarboxy-isobetanin	-	[M + H] ⁺	-	593	345 507	(GARCÍA-CRUZ et al., 2017)

Tabela 1. Perfil químico da amostra de polpa de grumixama por PS-MS no modo positivo.
Fonte: RAMOS et al. (2020)

n°	Tentativa de identificação	CAS	ID	Fórmula	m/z []	MS/MS	Referência
Compostos fenólicos							
19	Ácido ferulol málico	-	[M-H] ⁻	C ₁₄ H ₁₄ O ₈	309	291	(SPÍNOLA; PINTO; CASTILHO, 2015)
20	Hexosídeo do ácido p- coumarico	-	[M-H] ⁻	-	325	145, 163	(KAJDŽANOSKA; GJAMOVSKI; STEFOVA, 2010)
21	Ácido cafeoil-2-hidro-etano-1,1,2-tricarboxílico	-	[M-H-44] ⁻ [M-H-2x44] ⁻	-	339	295 251	(BEN SAID et al., 2017)
22	Ácido cafeico-3-glucósido	24959-81-7	[M-H-2H ₂ O] ⁻²	C ₁₅ H ₁₈ O ₉	341	305	(WANG et al., 2017)
23	Di-hidro-cafeoil-O-glucoside	-	([M-H] ⁻ - glc.)	-	343	181	(EL-SAYED et al., 2017)
24	Ácido 4-O-cafeoil quínico (ácido criptoclorogenico)	905-99-7	-	C ₁₆ H ₁₈ O ₉	353	353	(HUANG et al., 2017)
25	Ácido cafeoil-gluconico	-	([M-H] ⁻ - Caf.)	C ₁₅ H ₁₆ O ₁₁	371	209	(EL-SAYED et al., 2017)
26	Derivados do ácido cafeico	-	[M-H] ⁻	C ₂₁ H ₁₆ O ₁₁	443	245 443	(HUANG et al., 2017)
27	Hidroxi-metoxifenil-O- (O-galolil) -hexose	-	[M-H] ⁻	C ₂₀ H ₂₂ O ₁₂	453	169, 313	(ABU-REIDAH et al., 2015)
28	Tinosposídeo A	-	[M-H] ⁻	C ₂₇ H ₃₅ O ₁₁	535	517	(JIAO et al., 2018)
Flavonoide							
29	Kaempferol	520-18-3	[M-H] ⁻	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	285	241, 217, 213, 197	(BEN SAID et al., 2017)
30	Luteolina	491-70-3	[M-H] ⁻	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	285	285, 267, 241, 217, 213,197	(EL-SAYED et al., 2017)
31	Taxifolina	480-18-2	[M-H-H ₂ O] ⁻ [M-H-H ₂ O-44] ⁻ [M-H-CO-58-18] ⁻	C ₁₅ H ₁₂ O ₇	303	285 241 199 125	(CHEN et al., 2016)
32	Galocatequina	970-73-0	[M-H-CO] ⁻ [CHO] ⁻ 753	C ₁₅ H ₁₄ O	305	137, 261	(WANG et al., 2017)

33	Éter dimetílico de quercetina	4382-17-6	[M-H] ⁻	C ₁₇ H ₁₄ O ₇	329	314	(BEN SAID et al., 2017)
34	quercetina 3-glucósido	482-35-9	[M-H] ⁻	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	463	301/151	(TEIXEIRA et al., 2015).
35	Hexosídeo de quercetina	482-35-9	[M-H-162] ⁻	-	463	301	(SILVA et al., 2014)
36	3', 4-Di-hidroxi-5,6-dimetoxi-7-O-glucósido	-	[M-H] ⁻	-	491	473	(GOUVEIA; CASTILHO, 2010)
37	Quercetina acetil-hexósido	-	[M-H] ⁻	-	505	301	(BEN SAID et al., 2017)
38	Di-glucósido de di-hidro-miricetina	-	[M-H-162] ⁻	-	643	481	(FARIA; MARQUES; MERCADANTE, 2011)
39	Metil-di-hidro-miricetina glucoside	-	[M-H]	-	657	477	(FARIA; MARQUES; MERCADANTE, 2011)

Outros compostos

40	Ácido cítrico	77-92-9	[M-H-H-O-COOH-OH] ⁻	C ₆ H ₈ O ₇	191	173, 111	(SILVA et al., 2019a; WANG et al., 2017)
41	Ácido palmítico	57-10-3	[M-H-H-O] ⁻	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	255	237	(WANG et al., 2017)
42	Sacarose	57-50-1	[M+HCOO] ⁻	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	387	341	(GABBANINI et al., 2010)
43	Sweroside lactona	-	-	-	403	167	(GUO et al., 2017)
44	Derivado do ácido glucárico	-	-	C ₁₆ H ₂₆ O ₁₂	409	209	(DÍAZ-DE-CERIO et al., 2018)
45	Iso-Pentil-di-hexose	-	[M-H] ⁻	-	411	249	(EL SAYED et al., 2016)

Tabela 2. Perfil químico da amostra de polpa de Grumixama por PS-MS no modo negativo.
Fonte: RAMOS et al. (2020)

Dentre os flavonoides, desta tentativa de identificação, destacam a catequina ($m/z = 291$); derivados da quercetina como monoglucuronido de quercetina ($m/z = 479$), éter dimetílico de quercetina ($m/z = 329$), 3-glucosídeo de quercetina ($m/z = 463$), hexósido de quercetina ($m/z = 463$), acetil-hexósido de quercetina ($m/z = 505$); e também a galocatequina ($m/z = 305$). Essas substâncias são naturalmente presentes na grumixama (MAGINA et al., 2012; SILVA et al., 2014; TEIXEIRA et al., 2015) as quais estão correlacionadas à efeitos benéficos como por exemplo atividade antioxidante (MAGINA et al., 2012).

A detecção do composto cianidina 3-galactósido ($m/z = 449$) confirma a presença de antocianinas nas polpas de grumixama, assim como em outros estudos do mesmo fruto (NASCIMENTO et al., 2017; TEIXEIRA et al., 2015). Estes compostos também são flavonoides, geralmente responsáveis pelos pigmentos vermelhos, amplamente distribuídos no reino vegetal (AGUILERA-OTÍZ et al., 2011). O fruto pode ser assim considerado uma nova fonte desses compostos agregando valor a grumixama que ainda é pouco explorada (NASCIMENTO et al., 2017), uma vez que as antocianinas apresentam potenciais efeitos sobre a saúde humana, como auxílio na redução da obesidade e na resistência à insulina (LENQUISTE et al., 2012), além de exercer atividades terapêuticas como a capacidade de sequestrar radicais livres (ALMEIDA et al., 2019). No geral, as variedades de *E. brasiliensis* são consideradas fontes boas de compostos bioativos em especial antocianinas, elagitaninas e carotenoides (DE ARAÚJO et al., 2019).

Carotenoides como all-trans-zeaxantina ($m/z = 569$) e all-trans-luteína ($m/z = 569$) foram listados na tentativa de identificação da amostra em estudo e estão entre os pigmentos lipossolúveis mais comuns encontrados na natureza com ação antioxidante (MOELLER; JACQUES; BLUMBERG, 2000). Estes compostos também foram identificados em frutos como araçá (*Psidium cattleianum*) e uvaia (*Eugenia pyriformis*) ambos da mesma família do fruto de grumixama, entretanto ainda há poucas pesquisas que mostram a presença destes compostos em frutas de casca escura o que pode ser justificado pela intensidade desta coloração que pode vir a mascarar a cor característica dos carotenoides (NASCIMENTO et al., 2017).

Nas amostras de grumixama listou-se o açúcar sucrose, tanto no modo positivo ($m/z = 365$) quanto no modo negativo ($m/z = 387$) de ionização. Conforme esperado, outro composto identificado na polpa de grumixama foi o ácido cítrico ($m/z = 191$), uma vez que este é uma fonte natural de ácido orgânico, encontrada em todas as frutas cítricas (AGHERA; BHATT, 2019), o que também já foi relatado por meio de análises de acidez titulável e pH (RAMOS et al., 2020).

3.2 Compostos voláteis

A técnica de microextração em fase sólida no modo *headspace* permitiu a identificação de diversos compostos orgânicos voláteis. O cromatograma referente a



análise de voláteis na polpa de grumixama está apresentado na Figura 5.

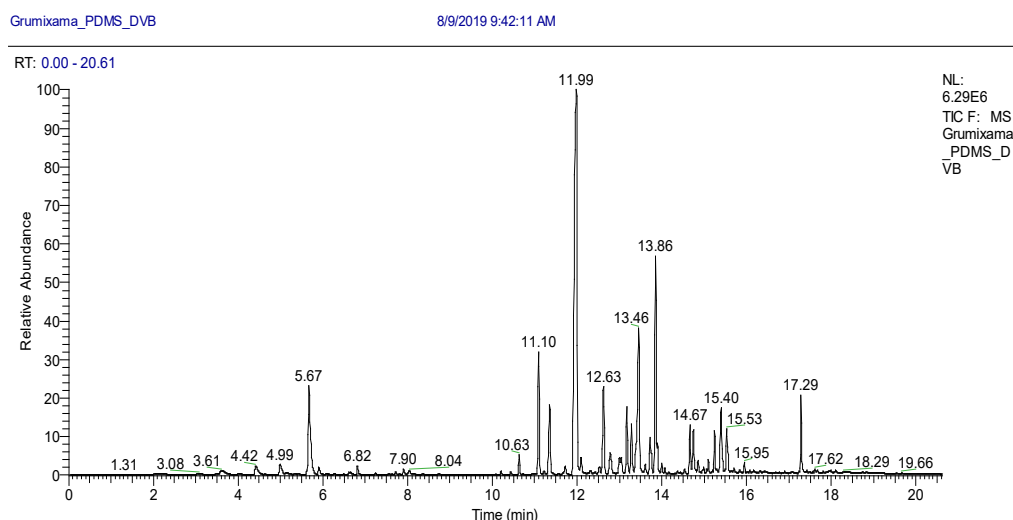


Figura 4. Cromatograma dos compostos voláteis da polpa de grumixama por CG-MS.
Fonte: RAMOS et al. (2020)

Foi possível identificar 19 COVs, sendo em sua maioria sesquiterpenos, por meio da comparação dos espectros de massas correspondente a cada pico com os dados obtidos pela biblioteca NIST, os quais estão demonstrados na Tabela 3.

Nº	RT	Área %	MS/MS	CAS	Fórmula	Composto
Monoterpenos						
1	5,67	5,71	67, 79, 93 107, 121	499-97-8	C ₁₀ H ₁₆	D-limoneno
Sesquiterpenos						
2	10,63	0,73	91, 105, 119, 161, 204	17699-1 4-8	C ₁₅ H ₂₄	α-Cubebeno
3	11,10	4,48	91, 105, 119, 161, 204	3856-25-5	C ₁₅ H ₂₄	Copaeno
4	11,35	3,31	79, 91, 119, 133, 161	475-10-7	C ₁₅ H ₂₄	Longifoleno
5	11,99	30,06	92, 105, 133, 147, 161	88-8 4-6	C ₁₅ H ₂₄	β-Guaieno
6	12,63	4,16	79,91,93, 105,147	3691-11-0	C ₁₅ H ₂₄	Guaia-I (10), 11-dieno
7	12,78	1,28	92,105,119,133,161	61262-67-7	C ₁₅ H ₂₄	Longifoleno-(V4)
8	13,00	1,33	105, 119, 161,189,204	483-76-1	C ₁₅ H ₂₄	Cadina - (10) 4-dieno
9	13,18	2,55	79,91,103,119,161	-	C ₁₅ H ₂₄	Isoleodeno
10	13,29	1,89	79,91,105,161,189	-	C ₁₅ H ₂₄	Cariofileno
11	13,46	8,70	79,91,121,161,204	22469-52-9	C ₁₅ H ₂₄	(+) -Ciclosativeno
12	13,61	0,44	79,93,119,161,191	-	C ₁₅ H ₂₄	1,1 4a-Trimetil-5-6-dimetileno-deca-hidronaftaleno
13	13,72	1,82	105,119,133,161,204	5951-67-7	C ₁₅ H ₂₄	α-Elemeno
14	13,86	8,91	90,105,119,161,204	523-47-7	C ₁₅ H ₂₄	Cadina-3,9-dieno
15	14,67	1,59	91,119,148,159,205	217 47-46-6	C ₁₅ H ₂₄	(+) - Ledeno
16	14,75	1,87	67,79,91,105,121	-	C ₁₅ H ₂₄ O	Allo-aromadendreno

17	15,25	1,41	79,105,119,161,204	470-40-6	C ₁₅ H ₂₄	Tujopseno
18	15,40	3,19	94,105,119,162,204	1405-16-9	C ₁₅ H ₂₄	Patchouleno
19	15,53	1,84	95,105,121,161,204	473-04-1	C ₁₅ H ₂₆ O	Eudesm-7 (11) -en-4-ol

Tabela 3. Compostos orgânicos voláteis identificados na polpa de grumixama
Fonte: Autores (2021)

Pode-se observar, que todos os compostos identificados pertencem à classe dos terpenos sendo eles sesquiterpenos (94,7%) e um monoterpene (5,3%). Os C₁₀ (monoterpenos) e C₁₅ (sesquiterpenos) estão dentre os compostos voláteis mais importantes presente nos frutos (SCHWAB; DAVIDOVICH-RIKANATI; LEWIN-SOHN, 2008) considerados os mais abundantes e principais responsáveis pela determinação do aroma característico (EL HADI et al., 2013). A polpa apresentou um perfil bastante complexo de sesquiterpenos com 18 compostos identificados com esta classificação.

O monoterpene identificado foi o D-limoneno. Este é o componente majoritário encontrado em óleos das cascas de laranja, sendo correlacionado a prevenção da desidratação e a inibição de crescimento microbiano nos vegetais (MULLER, 2011). Este composto é muito utilizado na indústria de alimentos como componente aromático e para dar sabor, ainda usado na obtenção de sabores artificiais como menta e hortelã, na fabricação de doces, balas e gomas de mascar (SANTOS; SERAFINI; CASSEL, 2003). A presença deste composto na grumixama torna-se vantajosa uma vez que este tem uma positiva relação com *flavor*, características desejáveis e está presente de forma natural no fruto. Assim como no presente estudo, compostos como α -cubebeno α -cubebeno e allo-aromadendreno e β -guaieno foram identificados em amostras de araçá-boi (*Eugenia stipitada*) (FRANCO; SHIBAMOTO, 2000) e de pitangas (*Eugenia uniflora* L) com diferentes biótipos de cor (laranja, vermelha e amarelo) (MESQUITA et al., 2017). Os sesquiterpenos são os compostos de maior abundância e comumente encontrados no gênero *Eugenia* (FRANCO; SHIBAMOTO, 2000; MESQUITA et al., 2017). A presença dessa classe de compostos torna a grumixama um fruto de valor biológico também pois estes possuem atividades que podem ser relacionadas à ação antibacteriana (BECKER et al., 2017).

4. CONCLUSÃO

A polpa de grumixama é um fruto ainda pouco explorado, entretanto, apresentou características de grande relevância. A técnica do paper spray permitiu a identificação de diversos compostos fenólicos responsáveis pela ação antioxidante corroborando assim, com os valores obtidos em estudos anteriores para capacidade antioxidante e compostos fenólicos da polpa e se mostrou eficiente para uma tentativa de identificação rápida do fingerprint da amostra. Estes resultados são importantes para dar início a um estudo da efetividade sobre a saúde humana e a biodisponibilidade. O HS-SPME acoplado ao GC-MS utilizando a fibra PDMS/DVB semipolar



mostrou ser uma técnica eficiente para extração com identificação de COVs presentes na polpa de grumixama, permitindo a identificação de 19 compostos sendo em sua maioria sesquiterpenos (94%). Tal resultado mostra a importância deste estudo na identificação dos compostos voláteis que são fundamentais no que se relaciona às características como o flavor do fruto e sua aceitação pelo consumidor. Desta forma, os resultados deste trabalho demonstram que a polpa da grumixama é promissora com intuito de ser explorada e tem potencial para ser introduzida em produtos alimentares.

Referências

ABU-REIDAH, I. M. et al. HPLC-DAD-ESI-MS/MS screening of bioactive components from *Rhus coriaria* L. (Sumac) fruits. **Food Chemistry**, v. 166, p. 179–191, jan. 2015.

AGHERA, P. R.; BHATT, N. S. **Citric Acid: Biosynthesis, Properties and Application**. [s.l.] LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019.

AGUILERA-OTÍZ, M. et al. Propiedades funcionales de las antocianinas. **BIOTecnia**, v. 13, n. 2, p. 16, 30 ago. 2011.

ALMEIDA, A. B. DE et al. Assessment of chemical and bioactive properties of native fruits from the Brazilian Cerrado. **Nutrition & Food Science**, v. 49, n. 3, p. 381–392, 13 maio 2019.

BANERJEE, A.; DASGUPTA, N.; BRATATI, D. In vitro study of antioxidant activity of *Syzygium cumini* fruit. **Food Chemistry**, v. 90, n. 4, p. 727–733, 2005.

BECKER, N. A. et al. Biological properties of *Eugenia uniflora* L. essential oil: chemical composition and antimicrobial activity. **VITTALLE - Revista de Ciências da Saúde**, v. 29, n. 1, p. 22–30, 10 jul. 2017.

BEN SAID, R. et al. Tentative Characterization of Polyphenolic Compounds in the Male Flowers of *Phoenix dactylifera* by Liquid Chromatography Coupled with Mass Spectrometry and DFT. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 18, n. 3, p. 512, 2 mar. 2017.

BICAS, J. L. et al. Volatile constituents of exotic fruits from Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1843–1855, ago. 2011.

CAMPELO, F. et al. Study of Thermoplastic Extrusion and Its Impact on the Chemical and Nutritional Characteristics and Two Sorghum Genotypes SC 319 and BRS 332. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, 2020.

CARDOSO, L. M.; LEITE, J. P. V.; PELUZIO, M. DO C. G. Efeitos biológicos das antocianinas no processo aterosclerótico. **Revista Colombiana de Ciências Químico - Farmacéuticas**, v. 40, n. 1, p. 116–138, 2011.

CHEN, G. et al. Analysis of Flavonoids in *Rhamnus davurica* and Its Antiproliferative Activities. **Molecules**, v. 21, n. 10, p. 1275, 23 set. 2016.

DE ARAÚJO, F. F. et al. Wild Brazilian species of *Eugenia* genera (Myrtaceae) as an innovation hotspot for food and pharmacological purposes. **Food Research International**, v. 121, p. 57–72, jul. 2019.

DÍAZ-DE-CERIO, E. et al. Characterization of bioactive compounds of *Annona cherimola* L. leaves using a combined approach based on HPLC-ESI-TOF-MS and NMR. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 410, n. 15, p. 3607–3619, 9 jun. 2018.

EL-SAYED, M. A. et al. Phytoconstituents, LC-ESI-MS profile, antioxidant and antimicrobial activities of citrus *X* limon L. Burm. F. cultivar variegated pink lemon. **Journal of Pharmaceutical Sciences and Research**, v. 9, n. 4, p. 375–392, 2017.

EL HADI, M. et al. Advances in Fruit Aroma Volatile Research. **Molecules**, v. 18, n. 7, p. 8200–8229, 11 jul.



2013.

EL SAYED, A. M. et al. In vivo diabetic wound healing effect and HPLC-DAD-ESI-MS/MS profiling of the methanol extracts of eight Aloe species. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 26, n. 3, p. 352-362, maio 2016.

FARIA, A. F.; MARQUES, M. C.; MERCADANTE, A. Z. Identification of bioactive compounds from jambolão (*Syzygium cumini*) and antioxidant capacity evaluation in different pH conditions. **Food Chemistry**, v. 126, n. 4, p. 1571-1578, jun. 2011.

FLORES, G. et al. Anthocyanins from *Eugenia brasiliensis* edible fruits as potential therapeutics for COPD treatment. **Food Chemistry**, v. 134, n. 3, p. 1256-1262, out. 2012.

FRANCISCO, V. et al. Optimization of extraction conditions of volatile compounds of roasted beef by solid-phase microextraction. **Química Nova**, 2020.

FRANCO, M. R. B.; SHIBAMOTO, T. Volatile Composition of Some Brazilian Fruits: Umu- caja (*Spondias citherea*), Camu-camu (*Myrciaria dubia*), Araça-boi (*Eugenia stipitata*), and Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 4, p. 1263-1265, abr. 2000.

GABBANINI, S. et al. Anomeric discrimination and rapid analysis of underivatized lactose, maltose, and sucrose in vegetable matrices by U-HPLC-ESI-MS/MS using porous graphitic carbon. **S. Gabbanini, E. Lucchi, F. Guidugli, R. Matera and L. Valgimigli**, v. 45, p. 1012-1018, 2010.

GARCÍA-CRUZ, L. et al. Betalains and phenolic compounds profiling and antioxidant capacity of pitaya (*Stenocereus* spp.) fruit from two species (*S. Prinosus* and *S. stellatus*). **Food Chemistry**, v. 234, p. 111-118, nov. 2017.

GARCÍA, Y. et al. SPME Fiber Evaluation for Volatile Organic Compounds Extraction from Acerola. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, 2019.

GARCÍA, Y. M. et al. Avaliação de fibra SPME para extração de compostos orgânicos voláteis de acerola. In: **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 1ed. p. 55-70.

GOUVEIA, S. C.; CASTILHO, P. C. Characterization of phenolic compounds in *Helichrysum melaleucum* by high-performance liquid chromatography with on-line ultraviolet and mass spectrometry detection. **Rapid Communications in Mass Spectrometry**, v. 24, n. 13, p. 1851-1868, 15 jul. 2010.

GUO, Y. et al. Rapid Analysis of Corni fructus Using Paper Spray-Mass Spectrometry. **Phytochemical Analysis**, v. 28, n. 4, p. 344-350, jul. 2017.

HUANG, W. et al. Comprehensive MS and Solid-State NMR Metabolomic Profiling Reveals Molecular Variations in Native Periderms from Four *Solanum tuberosum* Potato Cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 65, n. 10, p. 2258-2274, 15 mar. 2017.

INFANTE, J. et al. Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Unexplored Brazilian Native Fruits. **PLOS ONE**, v. 11, n. 4, p. e0152974, 6 abr. 2016.

JIAO, Q.-S. et al. Rapid Characterization and Identification of Non-Diterpenoid Constituents in *Tinospora sinensis* by HPLC-LTQ-Orbitrap MSn. **Molecules**, v. 23, n. 2, p. 274, 29 jan. 2018.

KAJDŽANOSKA, M.; GJAMOVSKI, V.; STEFOVA, M. HPLC-DAD-ESI-msn identification of phenolic compounds in cultivated strawberries from Macedonia. **Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering**, v. 29, n. 2, p. 181-194, 2010.

KOSINSKA, A. et al. Phenolic compounds profile of strawberry fruits of Charlotte cultivar. **Journal of Berry Research**, v. 3, p. 15-23, 2013.

LEE, J.-H.; JOHNSON, J. V.; TALCOTT, S. T. Identification of Ellagic Acid Conjugates and Other Polyphenolics in Muscadine Grapes by HPLC-ESI-MS. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 15, p. 6003-6010, jul. 2005.

LENQUISTE, S. A. et al. Freeze-dried jaboticaba peel added to high-fat diet increases HDL-cholesterol and improves insulin resistance in obese rats. **Food Research International**, v. 49, n. 1, p. 153-160, nov. 2012.



MACHADO, A. P. D. F. et al. Recovery of anthocyanins from residues of *Rubus fruticosus*, *Vaccinium myrtillus* and *Eugenia brasiliensis* by ultrasound assisted extraction, pressurized liquid extraction and their combination. **Food Chemistry**, v. 231, p. 1–10, set. 2017.

MAGINA, M. A. et al. Atividade antioxidante de três espécies de *Eugenia* (Myrtaceae). **Latin American Journal of Pharmacy**, v. 29, n. 2, p. 376–82, 2010.

MAGINA, M. D. A. et al. Bioactive triterpenes and phenolics of leaves of *Eugenia brasiliensis*. **Química Nova**, v. 35, n. 6, p. 1184–1188, 2012.

MASCHERPA, D. et al. Identification of Phenolic Constituents in *Cichorium endivia* Var. *crispum* and Var. *latifolium* Salads by High-Performance Liquid Chromatography with Diode Array Detection and Electrospray Ionization Tandem Mass Spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 49, p. 12142–12150, 12 dez. 2012.

MERKLE, S.; KLEEBERG, K.; FRITSCH, J. Recent Developments and Applications of Solid Phase Microextraction (SPME) in Food and Environmental Analysis—A Review. **Chromatography**, v. 2, n. 3, p. 293–381, 30 jun. 2015.

MESQUITA, P. R. R. et al. Discrimination of *Eugenia uniflora* L. biotypes based on volatile compounds in leaves using HS-SPME/GC-MS and chemometric analysis. **Microchemical Journal**, v. 130, p. 79–87, jan. 2017.

MOELLER, S. M.; JACQUES, P. F.; BLUMBERG, J. B. The Potential Role of Dietary Xanthophylls in Cataract and Age-Related Macular Degeneration. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 19, n. sup5, p. 522S–527S, out. 2000.

MULLER, P. S. **Microencapsulação do óleo essencial de laranja**. [s.l.] (Dissertação de mestrado em Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Paraná., 2011.

NASCIMENTO, L. et al. Characterization of Bioactive Compounds in *Eugenia brasiliensis*, Lam. (Grumixama). **Nutrition and Food Technology: Open Access**, v. 3, n. 3, 2017.

OLIVEIRA JÚNIOR, A. H. DE et al. Perfil químico de amêndoas de cacau por espectrometria de massas com ionização por paper spray. In: **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 1ed. p. 338–353.

PAUDEL, L. et al. Nonanthocyanin Secondary Metabolites of Black Raspberry (*Rubus occidentalis* L.) Fruits: Identification by HPLC-DAD, NMR, HPLC-ESI-MS, and ESI-MS/MS Analyses. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, n. 49, p. 12032–12043, 11 dez. 2013.

PELLIS, V. F. **A família Myrtaceae juss. no parque municipal da Lagoa do Peri, Santa Catarina, Brasil**. [s.l.] (Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso)- Universidade Federal de Santa Catarina, 2019.

PIMENTEL, C. V. M. B.; FRANCKI, V. M.; GOLLUCKE, A. P. . **Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos**. [s.l.: s.n.].

QUEIROGA, R. DE C. R. E. et al. Otimização das condições de extração de compostos voláteis em leite caprino utilizando a técnica de extração e concentração simultânea. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 64, n. 1, p. 97–103, 2005.

RAMOS, A. L. C. C. et al. Chemical profile of *Eugenia brasiliensis* (Grumixama) pulp by PS/MS paper spray and SPME-GC / MS solid-phase microextraction. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. 318974008, 14 maio 2020.

REYNERTSON, K. A. et al. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chemistry**, v. 109, n. 4, p. 883–890, ago. 2008.

SANTOS, A. C. A. DOS; SERAFINI, L. A.; CASSEL, E. **Estudo de Processos de Extração de Óleos Essenciais e Bioflavonoides de Frutas Cítricas**. Caxias do Sul: [s.n.].

SCHWAB, W.; DAVIDOVICH-RIKANATI, R.; LEWINSOHN, E. Biosynthesis of plant-derived flavor compounds. **The Plant Journal**, v. 54, n. 4, p. 712–732, maio 2008.

SIEBERT, D. A. et al. Determination of phenolic profile by HPLC-ESI-MS/MS and anti-inflammatory activity of crude hydroalcoholic extract and ethyl acetate fraction from leaves of *Eugenia brasiliensis*. **Revista Bra-**

sileira de Farmacognosia, v. 27, n. 4, p. 459–465, jul. 2017.

SILVA, N. A. DA et al. Phenolic Compounds and Carotenoids from Four Fruits Native from the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n. 22, p. 5072–5084, 4 jun. 2014.

SILVA, M. et al. Antioxidant Activity and Metabolomic Analysis of Cagaitas (*Eugenia dysenterica*) using Paper Spray Mass Spectrometry. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, 2019a.

SILVA, M. et al. Evaluation of the Influence of Extraction Conditions on the Isolation and Identification of Volatile Compounds from Cagaita (*Eugenia dysenterica*) Using HS-SPME/GC-MS. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, 2019b.

SPÍNOLA, V.; PINTO, J.; CASTILHO, P. C. Identification and quantification of phenolic compounds of selected fruits from Madeira Island by HPLC-DAD–ESI-MSⁿ and screening for their antioxidant activity. **Food Chemistry**, v. 173, p. 14–30, abr. 2015.

STEFANOVA, M.; IVANOVA, V. Analytical Methodology for Characterization of Grape and Wine Phenolic Bioactives. In: **Fruit and Cereal Bioactives**. [s.l.] CRC Press, 2011. p. 409–427.

TEIXEIRA, L. DE L. et al. Identification of Ellagitannins and Flavonoids from *Eugenia brasiliensis* Lam. (Grumixama) by HPLC-ESI-MS/MS. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 22, p. 5417–5427, 10 jun. 2015.

TEIXEIRA, L. DE L.; HASSIMOTTO, N. M. A.; LAJOLO, F. M. Grumixama— *Eugenia brasiliensis* Lam. In: **Exotic Fruits**. [s.l.] Elsevier, 2018. p. 219–224.

WANG, J. et al. Analysis of Chemical Constituents of *Melastoma dodecandrum* Lour. by UPLC-ESI-Q-Exactive Focus-MS/MS. **Molecules**, v. 22, n. 3, p. 476, 17 mar. 2017.



CAPÍTULO 34

ANÁLISE DO FLUXO DO PROCESSO PRODUTIVO DA INDÚSTRIA DE MINÉRIO PEDREIRA POTIGUAR, NA CIDADE DE CARAÚBAS/RN

FLOW ANALYSIS OF THE PRODUCTIVE PROCESS OF POTIGUAR
PEDREIRA ORE INDUSTRY, IN THE CITY OF CARAÚBAS / RN

Dacelinda Daniela Sobrinha
Ana Augusta da Silva Campos

Resumo

A produtividade no setor das indústrias de extração de minério é fundamental e prima tanto pela excelência operacional como pela qualidade dos produtos acabados. Assim posto, a presente pesquisa teve como objetivo analisar o sistema de produção em uma indústria de minério, com a finalidade de propor melhorias adequadas e de contribuir para o aperfeiçoamento do sistema de produção dessas indústrias. A empresa está localizada na cidade de Caraúbas-RN. Foram utilizadas ferramentas como o fluxograma, para mapear o processo de produção, bem como a análise documental e observações in loco. A pesquisa é classificada como pesquisa de campo, do tipo exploratória e com abordagem qualitativa. Observou-se que os principais motivos que impactam na produtividade do sistema analisado dizem respeito ao tempo com manutenção corretiva, falta de matéria prima, retroescavadeira quebrada, falta de um software na produção e controle de estoque, período de sazonalidade, dentre outros pontos relacionados.

Palavras-chaves: Administração da produção, Fluxograma, Processo produtivo, Indústria de minério.

Abstract

The productivity in the ore extraction industries sector is fundamental and excels in both operational excellence and in the quality of finished products. Thus, this research aimed to analyze the production system in an ore industry, in order to propose adequate improvements and to contribute to the improvement of the production system of these industries. The company is located in the city of Caraúbas-RN. Tools such as the flowchart were used to map the production process, as well as document analysis and on-site observations. The research is classified as field research, exploratory and with a qualitative approach. It was observed that the main reasons that impact on the productivity of the analyzed system is relate to the time with corrective maintenance, lack of raw material, broken backhoe, lack of software in production and stock control, seasonality period, among others related points.

Keywords: Administration of production, Flowchart, Productive process, Ore industry.



1. INTRODUÇÃO

A administração de empresas apresenta-se, atualmente, como uma das áreas mais complexas e desafiadoras do conhecimento, tendo em vista que o cenário administrativo é dinâmico, heterogêneo, instável e que a única certeza de que se tem é da presença constante de mudanças e incertezas. Essa é uma realidade que deve ser conhecida pelos profissionais que trabalham nos mais distintos níveis hierárquicos de uma organização, de qualquer porte ou segmento de mercado, bem como pelos empresários e gestores.

Nesse contexto, é notória a preocupação das empresas em adotar configurações eficientes de administrar para que, assim, possam alcançar seus objetivos. Por consequência, a administração da produção torna-se importante, haja vista as constantes mudanças econômicas, políticas e sociais recaídas sobre os sistemas de produção, as quais têm instigado as empresas a repensarem sua configuração de organização de trabalho com redução de custos. Por outro lado, nota-se que ao adotarem essa postura, as empresas passam a deixar em segundo plano objetivos de desempenho, tais como a qualidade, rapidez, confiabilidade e flexibilidade.

É importante esclarecer que o planejamento e controle da produção (PCP) está presente para responder de forma mais rápida e precisa tanto às mudanças internas como às externas às organizações. Logo, a abordagem do planejamento e controle da produção é focalizada na otimização dos controles de fluxos de informações, materiais e pessoas. Destaca-se também a programação da produção como condição essencial para que o processo de planejamento e controle de bens e serviços sejam concretizados conforme o previsto.

Considerando o exposto, este estudo procura responder à seguinte problematização: como ocorre o fluxo do processo produtivo na indústria de minério Pedreira Potiguar? O objetivo é analisar o sistema de produção na referida organização. Por consequência, como objetivos específicos, delimitou-se: (a) conhecer o processo produtivo da indústria de minério; (b) elaborar o fluxograma do processo produtivo; (c) analisar o fluxo do processo produtivo, propondo melhorias.

A importância deste estudo leva em consideração também que a organização empresarial está pautada na gestão do sistema produtivo, sendo a administração da produção uma área central na administração de empresas, sobretudo no setor industrial, administrando todas as fases de processamento.



2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, são apresentados os principais conceitos, ideias e argumentos norteadores da pesquisa. Destacam-se a conceituação da administração da produção, a definição do planejamento e controle da produção - PCP, considerando os fatores que interferem direta e indiretamente no sistema de produção.

2.1 Administração da Produção

A administração da produção é uma atividade fundamental para o pleno desenvolvimento de uma empresa, pois proporciona organização e evolução nas fases de transformação da matéria prima em produto acabado, principalmente no que se refere ao setor industrial. Isso porque a organização e a disposição de tarefas devem ser desenvolvidas constantemente, garantindo eficiência e precisão das atividades (TURBINO, 2000).

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2007, p. 29) “[...] a administração da produção trata da maneira pela qual as organizações produzem bens e serviços.” Nesse sentido, entende-se que administrar aquilo que é produzido representa a essência do objetivo da empresa, pois, desta forma, tem-se o domínio das ações, bem como a confirmação ou não da consolidação daquilo que foi planejado.

No que se refere ao conceito de produção, Starr (1976, p.17), considera que “[...] é qualquer processo ou procedimento que tem por objetivo transformar um conjunto de entradas em um conjunto específico de saídas.” Além do mais, os procedimentos operacionais são definidos a partir de situações que referem-se à evolução da empresa, tendo em vista que: “Produção constitui uma rede de processos e operações, fenômenos que se posicionam ao longo dos eixos que se interseccionam. Em melhorias de produção, deverá ser dada propriedade máxima para os fenômenos dos processos.” (SHINGO, 1996, p. 29).

A existência do processo de transformação, que é denominado de produção, envolve uma linha de raciocínio que compreende três aspectos básicos, quais sejam: entradas das matérias primas, processamento e saída. Isso para um produto ou serviço. Todavia, inclui no processo o aparato tecnológico, o investimento intelectual e financeiro, dentre outros fatores.

Sobre os materiais e procedimentos adotados na lógica da produção, observa-se que apresenta aspectos operacionais específicos, pois:



A produção não constitui a aplicação das ferramentas aos materiais. É a aplicação da lógica ao trabalho. Quanto mais clara e racionalmente for aplicada a lógica correta, a produção constituirá cada vez menos uma limitação e cada vez mais uma oportunidade. (DRUCKER, 2002, p. 236).

Drucker (2002) afirma ainda que se deve observar a coerência existente em relação à aplicação racional e ao processo produtivo, considerando-se a necessidade de utilização de ferramentas e materiais. No entanto, os processos de produção, em um aspecto técnico operacional, submetem-se a recursos que são transformados gerando um produto final. Posto isto, de acordo com Kwasnicka, (1995, p. 108) constituem “[...] as atividades da administração da produção as atividades de planejar, programar, coordenar e controlar a produção”.

Conforme os conceitos apresentados e o contexto atual do meio empresarial, entende-se que a administração da produção tem exercido papéis importantes no desenvolvimento racional do processo produtivo, devendo imprimir eficiência e eficácia aos objetivos da organização.

2.2 Administração de produção e suas fases

Existem diversas definições para a técnica de PCP, pois cada autor enfatiza um aspecto interessante e distinto ao elaborar sua abordagem. Sobre as funções do PCP, por exemplo, Crepaldi *et al* (2011) afirmam que corresponde ao cumprimento das atividades mais operacionais, como: programações da produção, controle de estoques, emissão e controle das ordens de produção, etc. Deve-se deixar claro, entretanto, que o plano de controle não se limita ao planejamento. Ele também permite:

[...] a gerência a tomar decisões sobre equipamentos, máquinas, contratação de pessoas, administração de materiais e fornecedores com base em previsões de demanda. Incluindo cálculos de capacidade produtiva, como disponibilidade de produção, tempo de ressuprimento de matéria prima, tempo de processamento, faturamento e a programação logística (CREPALDI *et al*, 2011, p. 3).

Slack, Chambers e Johnston (2007) concordam com Crepaldi *et al* (2011), pois apresentam uma mesma descrição deste termo quando afirmam que o “Planejamento e controle é a atividade de decidir sobre o melhor emprego dos recursos de produção, assegurando, assim, a execução do que foi previsto”. (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2007, p. 54).

Convém frisar que o PCP pode ser notado em todos os sistemas produtivos, ou seja, na produção de bens ou serviços. É interessante observar que as definições dadas pelos autores coincidem, o que revela a especificidade que o PCP constitui no âmbito das atividades de produção.



Para Russomano (2000. p. 49) o PCP é “[...] uma função de apoio de coordenação das várias atividades de acordo com os planos de produção, de modo que os programas preestabelecidos possam ser atendidos nos prazos e quantidades”. Sobre as contribuições que o PCP proporciona para a demanda dos consumidores, pode-se mencionar que:

O PCP é uma das atividades essenciais para uma organização, pois é a área responsável por monitorar e gerenciar as atividades de produção para satisfazer continuamente a demanda dos consumidores, e reduzir os custos relacionados aos processos (matéria-prima, insumos, mão-de-obra, entre outros). A falta desse planejamento impacta diretamente no processo produtivo e logístico, ocasionando retrabalho, transtornos com atrasos em entregas, falta de estoque de materiais produtivos, comprometendo a credibilidade com clientes e fornecedores, gerando sobrecarga sobre os colaboradores. (ESTENDER *et al*, 2017, p. 3).

Dito isso, deve-se concretizar efetivamente os planos da produção, de modo que possam ser alcançados os objetivos, metas, prazos e quantidades planejadas, podendo-se melhorar o processo de produção. Seguindo-se esse procedimento, observa-se diversas vantagens para a empresa, tais como: as melhorias para tomadas de decisões e resultados finais; compatibilizar vendas com produção; sistematizar a produção; e reduzir os custos. Com todo esse controle, não se pode deixar de considerar a qualidade, acompanhada, conseqüentemente, de melhorias no processo de produção, com os objetivos da organização sendo alcançados.

Tubino (2000) considera que não existe um padrão para a definição das atividades do PCP, pois estas dependerão da flexibilidade do sistema produtivo. Explica que, para aquelas empresas que conseguirem resolver melhor os seus problemas, os períodos serão menores e/ou maiores se houver demora. O autor afirma que existem 04 (quatro) atividades, ou fases, que correspondem ao PCP: planejamento estratégico da produção; planejamento mestre da produção; programação da produção e acompanhamento; e controle da produção.

Além de fornecer informações úteis e precisas sobre o desempenho da empresa, o PCP gera encaminhamentos precisos para outros setores da empresa, fato que contribui para a evolução do sistema produtivo.

2.3 Ferramentas de análise de processo

As medidas de desempenho da produção são definidas como o processo de quantificar a ação. Segundo Slack, Chambers e Johnston (2007), significa fazer o processamento de quantificação e de desempenho, que é presumido como derivado de ações tomadas pela administração.

As melhorias no processo produtivo partem da construção de um projeto, com



objetivos e metas pré-determinadas, associadas ao emprego de técnicas eficazes. A junção destes itens pode levar ao aumento da produção, com economia de tempo e redução de despesas.

Outro fator que, igualmente, representa a melhoria do processo produtivo é observado quando a divisão do trabalho é feita tendo em vista a realidade da instituição, bem como o perfil do seu quadro funcional. Quando a empresa obtém vantagens através deste procedimento, observam-se resultados positivos. Em outras palavras, essa melhoria:

Proporciona aprendizado mais rápido. É obviamente mais fácil aprender como fazer uma tarefa relativamente pequena e simples do que uma grande complexa. [...] a automação torna-se mais fácil. A divisão de uma tarefa total em pequenas partes faz urgir a possibilidade de automatização de algumas dessas tarefas simples. [...] trabalho não produtivo reduzido. Esse é provavelmente o mais importante benefício da divisão do trabalho. Evita a perda de tempo no manuseio de ferramentas, por exemplo. (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2007, p. 278-279).

Além destes, existem outros benefícios, como a redução de danos físicos e da baixa flexibilidade. Todos estes fatores influenciam no desempenho do processo produtivo.

Tubino (2000) define algumas funções do acompanhamento e controle da produção que, ao serem desenvolvidos de forma eficaz, contribuem para a evolução do empreendimento. Dentre as funções que considera, inclusive com o armazenamento de informações (banco de dados) para avaliação de desempenho, o autor relaciona os seguintes:

Coleta e registro de dados sobre o estágio das atividades programadas; comparação entre o programado e o executado; identificação dos desvios; Busca de ações corretivas; emissão de novas diretrizes com base nas ações corretivas; fornecimento de informações produtivas aos demais setores da empresa; preparação de relatórios de análise de desempenho do sistema produtivo. (TUBINO, 2000, p. 187).

Observa-se, então, que a coleta e registro de dados sobre estas situações, aliadas aos demais serviços e ações da empresa, requer constantes revisões e avaliações no intuito de detectar possíveis falhas/problemas e, assim, poder saná-los com brevidade. Esse conjunto de elementos é fator condicionante do processo produtivo. Existem algumas ferramentas que auxiliam os gestores na análise do sistema produtivo, objetivando sua melhoria, tais como: O diagrama de causa e efeito (espinha de peixe), fluxograma, 5S's, entre outras.



2.3.1 Fluxogramas

Os fluxogramas correspondem a técnicas de melhoramento de operações, uma vez que oferecem uma visão geral do processo e das oportunidades de melhorias. Trata-se de um esquema que revela o andamento das ações, permitindo a sua edição (modificações, adequações, etc) sem que seja preciso interromper o processo (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2007).

Esse modelo de exposição compreende todas as fases do processo produtivo, detalhando os encaminhamentos deste até os despachos finais das notas fiscais, por exemplo, e a entrega ao consumidor (CREPALDI *et al*, 2017).

Para conquistar maior segurança nas ações de controle, resolução de problemas e busca por melhorias, o administrador deve conhecer esses modelos de apresentação das fases de produção de uma empresa, de modo que tenha uma leitura visual destas. Eles permitem uma melhor familiarização com o sistema e favorecem o entendimento da dinâmica desenvolvida.

Considerando que cada empresa tem sua realidade no que se refere à busca por melhorias no processo produtivo, Slack, Chambers e Johnston (2007) descrevem que o fluxograma deve conter, de forma padronizada e/ou universal, somente informações sobre as necessidades dos consumidores, principalmente sobre os fatos que os têm deixado insatisfeitos, para que, assim, sejam buscadas melhorias.

3. METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida pode ser considerada exploratória e descritiva. Para Gil (2010, p. 27), “[...] as pesquisas exploratórias têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses.” Já a pesquisa descritiva tem como objetivo descrever as características de uma população ou fenômeno, ou estabelecer relação entre variáveis.

Na revisão bibliográfica, para uma proximidade com o tema, foram utilizadas pesquisas já realizadas, disponíveis principalmente em livros, artigos científicos e *web*. Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, a pesquisa é classificada ainda como estudo de campo. Segundo Gil (2010, p. 53), “[...] o estudo de campo procura muito mais o aprofundamento das questões propostas do que a distribuição das características da população segundo determinadas variáveis.”

No que se refere aos procedimentos metodológicos, a pesquisa pode ser classificada como um estudo de caso. Segundo Gil (2010, p. 37), o estudo de caso “[...] consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento [...]”. O estudo de caso,



enquanto método de pesquisa, conforme Collis e Hussey (2005, p. 72), “[...] é um exame extensivo de um único exemplo de um fenômeno de interesse e é também um exemplo de uma metodologia fenomenológica”. Ainda na perspectiva desses autores, “[...] costuma-se descrever estudos de caso como pesquisa exploratória, usada em áreas nas quais há poucas ou um conjunto deficiente de conhecimentos” (COLLIS; HUSSEY, 2005, p. 73). Dessa forma, o estudo de caso possibilita que o fenômeno seja estudado em seu ambiente natural, permitindo descrever a situação do contexto em que está sendo realizada determinada investigação.

Também a pesquisa pode ser classificada como documental, pois foram feitas consultas e análises de documentos da empresa e observações *in loco* para compreender a sistematização dos processos de trabalho. Tais informações foram obtidas por meio de visitas ao campo do processo produtivo da indústria de minério investigada.

Posteriormente, foi elaborado um fluxograma do processo produtivo identificado mediante as informações coletadas, a fim de se proceder com a análise qualitativa. Esta, por sua vez, contou com o cruzamento das informações obtidas com o que pressupõe a Teoria da Administração da Produção. Os dados estão expostos na forma de análises descritivas e interpretativas, que constitui um diagnóstico sobre as atividades desenvolvidas na empresa pesquisada.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

O estudo de caso foi realizado na Pedreira Potiguar, uma indústria de minério cuja matriz está localizada em Macaíba/RN. Fundada em janeiro de 1998, existe há mais de 20 (vinte) anos, atuando em 07 (sete) estados brasileiros: Rio Grande do Norte; Ceará, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e São Paulo.

A Pedreira Potiguar possui várias filiais no estado do Rio Grande do Norte, uma delas no município de Caraúbas, na zona rural, especificamente no Sítio Jacarandá, localizado às margens da RN 233, cerca de 05 Km do perímetro urbano. O empreendimento conta com 42 funcionários, distribuídos em setores, e que desempenham tarefas específicas. Esse corpo técnico possui a formação necessária, o treinamento e conhecimento técnico profissional.

4.1 Mapeamento dos Processo e das relações de trabalho

Os resultados do mapeamento realizado na indústria, junto ao encarregado do setor de produção, seguem expostos no fluxograma apresentado na figura 1.

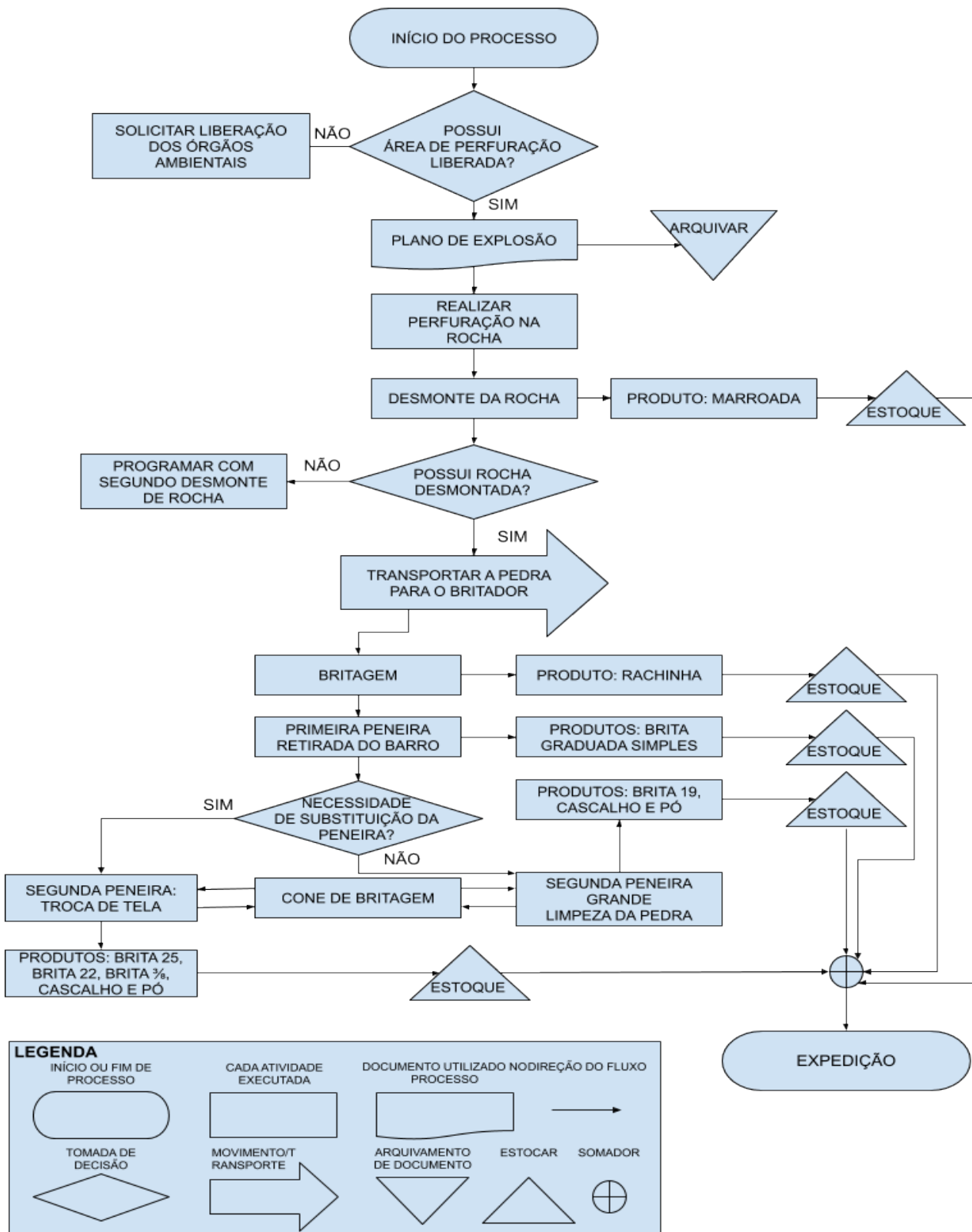


Figura 1 – Fluxograma do processo de produção da Indústria de minério
 Fonte: Elaborado pelas autoras (2019).

No fluxograma ilustrado na figura 1 é possível ver todo processo produtivo da indústria Pedreira Potiguar, indicando todos os produtos gerados. A empresa atua na extração de minério, no município de Caraúbas-RN. O processo de produção inicia-se pela perfuração liberada. Se esta não é liberada, solicita-se liberação dos órgãos ambientais. Se sim, prossegue-se com o plano de explosão, onde é utilizado e depois arquivado.

Após o plano de explosão, que consiste em realizar a perfuração na rocha, segue-se com o desmonte da mesma, produzindo, assim, o primeiro produto que é a marroada. Este depois é estocado e, conseqüentemente, expedido. Se ele não possuir a rocha desmontada, programa-se o segundo desmonte de rocha. Se a rocha foi desmontada, deve-se transportar a pedra para o britador, passando na primeira britagem, onde parte da rocha já gera o segundo produto, que é rachinha, a ser estocada e ir para expedição.

Parte da pedra passa para a primeira peneira, na qual realiza-se a retirada do barro, que gera a BGS, a qual será estocada e irá para a expedição. Conseqüentemente, a empresa irá analisar se há necessidades de substituição da peneira. Não havendo necessidade, a pedra vai para a segunda peneira, seguindo para o cone de britagem. Esta retornará para a segunda peneira, que realizará a limpeza da pedra, gerando-se os seguintes produtos: brita 19, cascalho e pó industrial, que serão estocados e, posteriormente, levados para a expedição.

Se houver necessidade de substituição da peneira, esta receberá uma nova tela. Conseqüentemente, passará a produzir a brita 15, brita 22, brita 3/8, cascalho e o pó industrial. Todos serão estocados e, posteriormente, irão para a expedição.

Ressalta-se que todos os produtos, no momento da venda, passam por uma balança eletrônica de precisão, e as informações são repassadas para o responsável de controle da produção da empresa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se a importância do PCP em uma indústria, observa-se que é dever do gestor traçar objetivos, metas e ações para efetivar uma programação do sistema produtivo. O sistema de produção deve ser planejado e executado de modo eficiente para que os resultados gerem benefícios para a empresa. Por isso, faz-se necessário o mapeamento do processo de produção e a análise constante dos dados que devem ser coletados e transformados em informações que possibilitem decisões assertivas para a indústria.

A presente pesquisa teve como objetivo analisar o sistema de produção de uma indústria de minério e propor melhorias adequadas que possam possibilitar escolhas corretas. Para cumprir com este objetivo, foi realizada uma entrevista, análise documental e observações *in loco* do processo de produção da empresa estudada.

Por meio das informações obtidas, constatou-se a importância do processo produtivo e do mapeamento no processo de produção, identificando cada etapa, desde o início, com a liberação e plano de explosão, a detonação da rocha, até seu produto acabado, observado no fluxograma elaborado. O fluxograma serve para ter



uma melhor visualização e compreensão de como acontece o processo de produção, auxiliando em momentos de planejamento, possibilitando decisões baseadas em escolhas corretas.

Constatou-se ainda que a indústria não usa nenhum tipo de *software* para controle da produção, realizando-o apenas com o uso de planilha em Excel. No entanto, sugere-se o uso de um sistema informatizado, com *software* que auxilie a indústria em todo processo de planejamento de seu sistema produtivo, com base no MRP. Isso tornará a indústria mais eficiente e até mesmo eficaz.

Foi averiguado também que o controle da capacidade das peças e de todo o britador ainda é superficial, pois é realizado de modo visual. A periodicidade existente igualmente deixa a desejar, pois há diversas peças em que sua capacidade não é apenas medida em horas, havendo uma grande necessidade da periodicidade no controle. Sugere-se, portanto, o uso do PCP em todas as suas fases e a realização da manutenção preventiva como alternativa à manutenção corretiva, comumente usada pela indústria. Também a utilização do ciclo PDCA como procedimento corriqueiro é uma técnica eficaz.

A indústria de minério não tem nenhuma ferramenta prática para o controle de estoque, pois os produtos, ao saírem do britador, não são pesados, sendo quantificados apenas na balança eletrônica, que já vai para a expedição. Também foi constatado que toda a produção é vendida diariamente, porém, sugere-se que a empresa realize a aplicação de técnica de controle do estoque. Mas, antes, deve-se ocorrer o planejamento e um diagnóstico detalhado do estoque na indústria de minério em Caraúbas-RN.

Mediante a análise de documentos, constatou-se que a falta da matéria prima ocasiona a parada da produção por conta do atraso dos explosivos. A realização do planejamento pode levar à antecipação do problema, que, conseqüentemente, poderá ser sanado. Observou-se que não há um planejamento prévio para compra de explosivos em tempo hábil, de modo que as atividades chegam a parar, na espera deste material. Haja vista o atraso desse produto, necessário para o início do processo de produção, que é realização da detonação e, conseqüentemente, o desmonte da rocha, sugere-se a utilização do PCP para um melhor andamento das atividades, como também o uso do ciclo do PDCA.

Conforme a pesquisa realizada, pode-se observar que a indústria está com certas dificuldades na produção, necessitando do PCP e do uso de técnicas como o gráfico de Pareto, ciclo PDCA, o 5s, dentre outras, como também de um maior número de pessoas qualificadas para as paradas programadas da produção. A necessidade de treinamento foi evidenciada especificamente junto à empresa fornecedora do equipamento, bem como a contratação de outros profissionais capacitados para realizar a manutenção preventiva.

As paradas da máquina de britagem e da retroescavadeira acarretam a para-



lisação do processo de produção, corroborando para a efetivação de manutenções preventivas. A sugestão da gerência foi analisar a compra de outra máquina retroescavadeira para, assim, atender a demanda existente na empresa.

Diante do exposto, o presente estudo identificou que as três causas críticas de paralização do processo produtivo pela análise realizada foram a manutenção corretiva, a falta de matéria prima e a quebra da retroescavadeira. Compreende-se, então, que as deficiências supracitadas delimitam o sistema de produção, diminuindo sua efetividade.

Acredita-se que além de contribuir para o desenvolvimento acadêmico, a presente pesquisa irá proporcionar aos pesquisadores, discentes e profissionais de áreas afins a compreensão da importância do PCP, juntamente com a análise das variáveis existentes na produção, e que este planejamento seja tratado como fator preponderante.

Referências

- COLLIS, J; HUSSEY, R. **Pesquisa em administração**: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- CREPALDI, A. et al. **Planejamento e Controle da Produção (PCP)**. Sorocaba: UNISO, 2011.
- DRUCKER, P. F. **Introdução à Administração**. São Paulo: Pioneira, 2002.
- ESTENDER, A. C. et al. A Importância do Planejamento e Controle de Produção. In: VI SINGEP. **Anais [...]**. São Paulo – SP, Brasil, 13 e 14 nov. 2017.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- KWASNICKA, Eurice Lacava. **Introdução a Administração**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1995.
- RUSSOMANO, V. H. **Planejamento e controle da produção**. 6.ed. São Paulo: Pioneira, 2000.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia da Produção**. Trad. Eduardo Schaan. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2. ed, 7. Reimpressão. São Paulo: Atlas, 2007.
- STARR, Martin K. **Administração da Produção**. Tradução: Miguel C. Santoro e outros. São Paulo: Ed. Edgard Blucher Ltda, 1976.
- TUBINO. D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000. CDD-685.2.



CAPÍTULO 35

COMPARATIVO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA DAS PLACAS CERÂMICAS EM CHAPAS DE GESSO ACARTONADO

COMPARATIVE ADHESION RESISTANCE OF CERAMIC PLATES IN
PLASTERBOARD

Christyanne Dennyse Dos Santos Silva

Leonardo José Silva Vale

Klayne Kattiley dos Santos Silva

Ângelo Just Costa e Silva

João Gabriel Souza dos Reis

Rayssa Valéria da Silva

Carlos Fernando Gomes do Nascimento

Camila Mota de Araújo

Pedro Adolfo Rodrigues Maciel

Igor Albuquerque da Rosa Teixeira

Resumo

O método construtivo convencional tem grande volume de desperdício de materiais, gerando questionamento quanto às questões ambientais. Atualmente a procura pelo método de construção seca, que busca minimizar a geração de resíduos, tem sido cada vez mais frequente. Nesse tipo de construção, as paredes internas são feitas, muitas vezes, de gesso acartonado, que serve como base para a aplicação de revestimentos cerâmicos. No que diz respeito à aplicação de revestimentos cerâmicos, a resistência à aderência é um fator primordial para a durabilidade e estética do sistema como um todo. Neste trabalho foi realizada uma análise para determinar a resistência de aderência à tração simples de revestimentos cerâmicos, aplicados com a argamassa colante do tipo AC III sobre diferentes chapas de gesso acartonado (tipo standart e tipo resistente à umidade) mediante o ensaio de arrancamento, de modo a verificar se as bases atendem às recomendações mínimas de resistência de aderência indicadas pela NBR 13754/1996. Dentre as constatações, foi possível observar que a chapa standart (ST) apresentou um comportamento mais eficiente em relação à chapa resistente à umidade (RU). Foi feita também uma análise de variância (ANOVA) que mostrou que os resultados apresentaram variações estatisticamente significativas.

Palavras chave: Gesso acartonado, Placa cerâmica, Argamassa colante, Resistência de aderência.

Abstract

The conventional construction method has a large volume of waste materials, generating questions about environmental issues. Currently, the search for the dry construction method, which seeks to minimize the generation of waste, has been increasingly frequent. In this type of construction, the internal walls are often made of plasterboard, which serves as a basis for the application of ceramic tiles. With regard to the application of ceramic tiles, adhesion resistance is a major factor for the durability and aesthetics of the system as a whole. In this work, an analysis was carried out to determine the adhesion resistance to simple traction of ceramic tiles, applied with the adhesive mortar of type AC III on different sheets of plasterboard (standard type and moisture resistant type) by means of the pullout test, in order to verify whether the bases meet the minimum adhesion resistance recommendations indicated by NBR 13754/1996. Among the findings, it was possible to observe that the standard plate (ST) presented a more efficient behavior in relation to the moisture resistant plate (RU). An analysis of variance (ANOVA) was also performed, which showed that the results showed statistically significant variations.

Keywords: Plastered, Ceramic plate, Adhesive mortars, Grip resistance.



1. INTRODUÇÃO

A engenharia civil tem buscado cada vez mais desenvolver métodos construtivos simplificados e sustentáveis, um exemplo disso são os métodos de construção seca. Os sistemas de construção seca são uma tecnologia teoricamente recente no Brasil, de modo que ainda há receio sobre sua utilização. Uma maneira de aumentar a aceitação no mercado nacional é desenvolver estudos e pesquisas que comprovem a eficiência deste método e das suas variações.

A aplicação das placas cerâmicas sobre as paredes do sistema de construção seca é uma das preocupações no que diz respeito à esse sistema construtivo. As chapas de gesso acartonado compõem boa parte do sistema de construção seca e apresentam superfícies com baixa rugosidade, assim surgem inseguranças quanto à aderência no assentamento de placas cerâmicas com argamassa colante. É de extrema importância verificar se esse sistema atende as exigências normativas brasileiras, apresentada pela NBR 13755/2017 [1] no que diz respeito à resistência à aderência das bases

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Construção seca

De acordo com Freitas e Crasto (2006) [2], o método de construção a seco surgiu por volta do ano de 1810. Sucedeu pela necessidade de se construir casa de alta qualidade, com rapidez e redução dos custos. Isso pelo fato do grande crescimento demográfico, aumentando a demanda por habitações. O material disponível e o mais viável da época era a madeira, o sistema de Wood frame foi utilizado para solucionar os problemas. A matéria prima do aço surgiu após a 2ª revolução industrial com o desenvolvimento da indústria introduzindo o sistema de Steel frame.

O sistema de construção seca é caracterizado pelo uso de uma estrutura de perfis leve de aço, que é o método do steel frame ou madeira conhecido por wood frame, contrapostas com placas estruturais OSB. Este método construtivo é bastante sustentável visto que reduz de forma significativa o volume de resíduos da obra e o consumo de água, seus materiais podem ser reciclados. Inúmeras são as vantagens desse sistema, entre elas: o tempo de construção, aumento da área útil na construção, custo benefício, redução considerável dos desperdícios da construção; entre outras. [3]



2.2 Steel frame

O *Steel Frame* é uma construção industrializada e a seco devido ao seu sistema construtivo que utiliza perfis de aço dobrados a frio como estrutura e que trabalha em conjunto com os subsistemas racionalizados. O sistema é especificado pela concepção de racionalização e modulação, que é, cada vez mais, utilizada no Brasil .[4]

O *Steel Frame* é uma construção industrializada e a seco devido ao seu sistema construtivo que utiliza perfis de aço dobrados a frio como estrutura e que trabalha em conjunto com os subsistemas racionalizados. O sistema é especificado pela concepção de racionalização e modulação, que é, cada vez mais, utilizada no Brasil [4]

2.2.1 Placas Cimentícias

As placas cimentícias são componentes produzidos industrialmente, com alto padrão de qualidade e prontas para o uso na obra. Segundo a NBR 15498/2016[5], é um produto industrializado oriundo da mistura do cimento portland, aditivos, fios, telas, com exceção das fibras de amianto.

De acordo com a NBR 15498/2016 [5] as placas cimentícias contempladas são classificadas em duas classes. As placas de classe A são indicadas para ambientes sujeitos a ação direta dos ventos, sol e de chuvas, ou seja, ambientes externos. Ainda podem ser classificadas conforme sua resistência a tração na flexão, sendo subdivididas em quatro categorias.

2.2.2 Placas de Gesso Acartonado

Gesso acartonado é uma placa de gesso produzida através de um processo de mistura entre o gesso, água e aditivos entre laminas de cartão, é um produto industrial e são classificadas a depender da sua necessidade de uso. Conforme a NBR 15758-1/2009 [6] os tipos de chapas são Standard que é conhecida também por sua abreviação ST, sua aplicação é em paredes, revestimentos e forros em áreas secas, possuem sua coloração cinza ou branca. Já a resistente a umidade com sua abreviação RU, possui sua coloração verde e é utilizada em áreas sujeitas a umidade por tempo limitado, geralmente presente em áreas molhadas como banheiros e cozinhas. A resistente a fogo é conhecida por sua abreviação RF, são utilizadas em áreas secas que necessitam de um cuidado maior com o risco de incêndio, ela tem sua coloração rosa.



2.3 Resistência de aderência à tração

A aderência é um fenômeno químico e mecânico. É a competência da argamassa de fixar uma peça a uma determinada base. A NBR 13528/2010 [7] define aderência como a propriedade do revestimento de resistir às tensões de tração e cisalhante atuantes na interface com o substrato. A NBR 13528/2010 [7] determina o método para realização do ensaio da resistência de aderência à tração de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas.

3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram realizados testes experimentais *in loco* com a finalidade de analisar a resistência de aderência de revestimentos cerâmicos aplicados sobre dois tipos diferentes de substratos que são: chapa de gesso acartonado standard (ST) e chapa de gesso acartonado resistente a umidade (RU). utilizando a argamassa colante AC III.

Para melhor compreensão do trabalho, é apresentado na Figura 1 um fluxograma detalhado das análises realizadas.

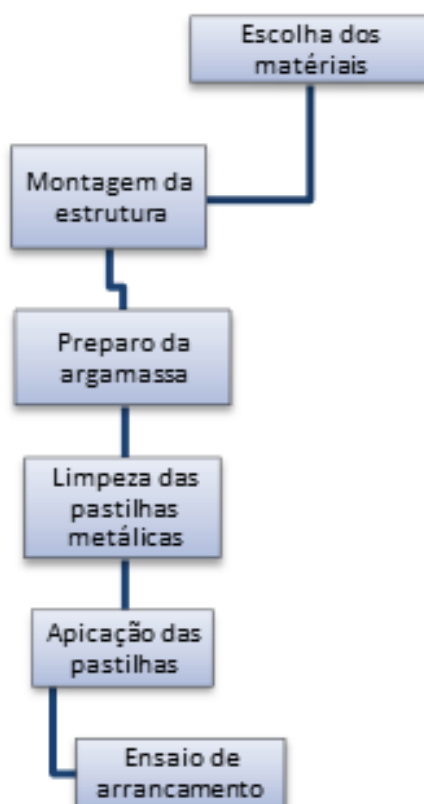


Figura 1- Fluxograma das análises da pesquisa
Fonte : Autores (2020)

3.1 Placas cerâmicas

Para realização do ensaio deste trabalho foram escolhidas placas cerâmicas convencionalmente utilizadas para revestimento de parede. As placas escolhidas para o ensaio tem sua dimensão de 10x10 cm, foram utilizadas um total de 20 placas para o experimento. A figura 2 mostra a cerâmica utilizada.



Figura 2 – Placa cerâmica utilizada para assentamento
Fonte : Autores (2020)

3.2 Argamassa Colante

Segundo a NBR 14081-1/2012 [8] existem três tipos de argamassas colantes industrializadas para assentamento de placas cerâmicas para revestimento, que são: Argamassa colante industrializada classe I; Argamassa colante industrializada classe II; Argamassa colante industrializada classe III. Para o ensaio foi utilizada a Argamassa colante industrializada classe III, que possui um comportamento mais eficaz no quesito aderência quando comparada as outras duas.

3.3 Chapas de gesso acartonado

O gesso acartonado é encontrado no mercado em diferentes tipos como ST, RU e RF. As chapas utilizadas no teste experimental foram a do tipo Standard e do tipo RU (Resistente à umidade). A chapa ST em algumas situações é utilizada em áreas molhadas pelo fato que possuir sua superfície menos lisa que a chapa RU.

Para o ensaio foram utilizadas 1 chapa ST e 1 RU ambas com a mesma seção de 120x180 cm, que posteriormente foram fixadas na estrutura de steel frame, uma em cada lado.

3.4 Equipamentos

Os principais equipamentos utilizados para realização do ensaio foram fornecidos pela Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP e por mais duas empresas da área da construção civil.

Primeiramente, foi utilizada uma parafusadeira para fixar as chapas nos perfis de aço. Para aplicação da argamassa no substrato foram utilizados colher de pedreiro e desempenadeira metálica dentada. Na limpeza das pastilhas foi necessário o uso de uma estufa e espátula de aço. Por fim, o aderímetro para o ensaio de arrancamento por tração que permita uma velocidade de carregamento uniforme de (250 ± 50) N/s; e pastilhas metálicas não deformáveis com seção quadrada de 10x10cm que possuem um dispositivo central para acoplamento da máquina.

3.5 Métodos

A metodologia do ensaio para determinação da resistência de aderência analisada a partir do arrancamento por tração das placas cerâmicas fixadas com argamassa colante, segue as exigências propostas pela NBR 13755/2017[1]. A proposta apresentada no presente trabalho é utilizar o gesso acartonado como substrato, visto a carência de estudos e pesquisas no âmbito da utilização da argamassa colante revestidas de placas cerâmicas.

3.5.1 Montagem da estrutura

Os substratos foram fixados nos perfis de aço na parte interna da estrutura de uma casa pré montada de steel frame, local onde são realizados ensaios de uma empresa, na cidade de Vitória de Santo Antão – PE. Para fixação foram utilizados parafusos gn 25, específicos para gesso com auxílio de uma parafusadeira. Em um lado foi fixado uma chapa de gesso acartonado ST e no outro lado uma chapa de gesso acartonado RU. Na figura 3 é apresentado uma das faces antes da aplicação da argamassa e das placas cerâmicas.





Figura 3 - Chapa de gesso RU fixada sobre a estrutura
Fonte : Autores (2020)

3.6 Preparo da argamassa colante

Os procedimentos para o preparo da argamassa colante foram realizados de acordo com as exigências do fabricante. Foi utilizada a argamassa colante AC III. Após esse procedimento, aguardou a massa descansar por 10 minutos, tempo estipulado pelo fabricante.

3.7 Limpeza das pastilhas metálicas

Para realização do ensaio de arrancamento as pastilhas devem estar totalmente limpas, sem nenhum resíduo. O procedimento utilizado para a limpeza das pastilhas foi realizado em laboratório com a seguinte sequência: primeiramente foram colocadas as pastilhas em uma estufa a 200°C por três horas, para facilitar a retirada posterior de todo substrato presente. Em seguida, com o auxílio de marreta e espátula, foram retirados todos os resíduos presente nas pastilhas.

3.8 Ensaio de arrancamento

A princípio a resistência de aderência será em função das propriedades específicas dos materiais empregados e do método de execução do assentamento. Para garantir um bom desempenho e condição de um todo, deve existir uma boa aderência entre os elementos constituintes. Este ensaio tem intuito de determinar a aderência entre o substrato que neste caso inclui a chapa de gesso acartonado ST e chapa de gesso acartonado RU, placa cerâmica e argamassa colante.

A norma que define as diretrizes e procedimentos deste ensaio é a NBR

13755/2017[1], mesma estabelece os processos necessários para determinação da resistência de aderência, por meio do arrancamento por tração simples. Segundo a NBR 13755/2017 [1] após 28 dias de cura os valores de resistência devem ser maiores ou iguais a 0,3 MPa. O ensaio foi realizado nos dois tipos de substrato, conforme apresentado nas Figuras 4 e 5.

Após o preparo da argamassa, colocou-se a argamassa sobre a desempenadeira no seu lado liso e estendeu-se pelo substrato, seguindo um movimento de vaivém. O excesso da argamassa foi retirado e descartado. Este processo é repetido até que a argamassa tenha uma camada com espessura suficiente. O assentamento das placas cerâmicas se deu início logo após a aplicação da argamassa sobre o substrato.



Figura 4 - Placas cerâmicas assentadas sobre a chapa RU
Fonte : Autores (2019)



Figura 5 - Placas cerâmicas assentadas sobre a chapa Standard
Fonte : Autores (2019)

3.8.1 Aplicação das pastilhas metálicas para o ensaio de arrancamento

O tempo de espera, mínimo, para cura normal da argamassa colante é de 28 dias. Assim, foram decorridos 30 dias para sua realização. Foi aplicado adesivo

epóxi tixotrópico de alto desempenho sobre as pastilhas. Logo após a aplicação do adesivo epóxi nas pastilhas metálicas, as mesmas foram fixadas nas placas cerâmicas (Figura 6), para então acoplar a máquina para o ensaio de arrancamento por tração, conforme mostra a figura 18. O tempo de espera para cola secar foram de três horas.



Figura 6 - Pastilhas de aço coladas nas placas cerâmicas
Fonte : Autores (2019)

3.8.2 Ensaio de arrancamento das placas cerâmicas

O ensaio de arrancamento das placas cerâmicas verifica a interação entre as camadas constituintes no substrato, determinando o valor máximo da tensão de aderência suportada. Ele consiste na aplicação de uma força com velocidade de incremento constante até a ruptura entre o substrato e a placa cerâmica.

A máquina foi acoplada as pastilhas, zerou-se a força registrada no equipamento e deu início a execução do ensaio, aplicando a carga de tração por meio da rotação da manivela do equipamento, a uma velocidade uniforme de (250 ± 50) N/s até ocorrer a ruptura do substrato. O mesmo procedimento foi realizado em todas as placas cerâmicas da chapa de gesso acartonado ST e da chapa de gesso acartonado RU. A figura 7 mostra este procedimento do ensaio.



Figura 7 - Ensaio de resistência de aderência a tração
Fonte : Autores (2019)

Em seguida, é analisada a forma de ruptura e anotado o valor de tração máximo suportado por cada corpo de prova, para assim ser calculado a resistência de aderência a tração de cada corpo de prova. Segundo a NBR 13755/2017 [1] a ruptura pode acontecer ocasionalmente entre quaisquer das interfaces. Sendo assim se faz necessário que se especifique seu tipo de ruptura juntamente com os seus resultados da resistência de aderência. Os tipos de rupturas existentes mais comuns são:

- Ruptura na interface argamassa e substrato (A/S);
- Ruptura da camada de argamassa colante (A);
- Ruptura do substrato (S);
- Ruptura na interface argamassa e placa cerâmica (P/A);
- Ruptura da placa cerâmica (P);
- Falha na colagem da peça metálica (F).

Ruptura na interface argamassa e substrato se dá pelo desprendimento da chapa de gesso acartonado e da argamassa colante, assim o contato entre os materiais se torna o ponto mais frágil da adesão. Rupturas da camada de argamassa colante são ocasionadas pelo rompimento do material adesivo. As rupturas que ocorrem no substrato é consequência da falta de eficiência da resistência da chapa de gesso acartonado. Já as rupturas na placa cerâmica e argamassa sucedem da má aderência entre os mesmos. Rupturas da placa cerâmica ou falha na colagem da peça metálica podem ter seus resultados desconsiderados, pois constata a fragilidade da placa cerâmica devido à má qualidade do material ou ainda uma inadequada colagem das pastilhas.



3.8.3 Cálculo da resistência de aderência a tração

Ao final de todo esse processo, é necessário calcular a tensão de ruptura de cada placa cerâmica, por meio da equação abaixo :

$$f_t = T / A \quad (1)$$

Onde:

f_t é a tensão de ruptura, arredondada à segunda decimal e expressa em megapascals (MPa);

T é a força de ruptura, expressa em newtons (N);

A é a área da placa cerâmica, expressa em milímetros quadrados (mm²).

Vale ressaltar, que as rupturas dos tipos P e F devem ter seus valores desconsiderados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após realizados todos os processos descritos acima do ensaio são mostrados e analisados todos os resultados obtidos, assim como todas as porcentagens dos tipos de ruptura (Tabela 1), afim de se obter uma análise completa das condições de resistência de aderência a tração, e assim ser feita uma comparação dos valores obtidos com os estimados pela norma.

CHAPA DE GESSO ACARTONADO ST					
CP	Carga (KGF)	Força (N)	AREA (MM ²)	MPA	TIPO DE RUPTURA
1	86,8	859,1464	10000	0,0859	100% S
2	139,9	1384,7302	10000	0,1385	100% S
3	103,9	1028,4022	10000	0,1028	100% S
4	99,7	986,8306	10000	0,0987	100% S
5	119	1177,862	10000	0,1178	100% S
6	105,2	1041,2696	10000	0,1041	100% S
7	100,4	993,7592	10000	0,0994	100% S
8	57,5	569,135	10000	0,0569	100% S
9	125,2	1239,2296	10000	0,1239	100% S
10	164,1	1624,2618	10000	0,1624	100% S
MÉDIA				0,10	
DESVIO PADRÃO				3%	

Tabela 1 - Resultados ensaio na chapa de gesso ST
Fonte : Autores (2019)

Na chapa de gesso acartonado ST a média da tensão de arrancamento foi de 0,10 MPa, e todas as placas cerâmicas sofreram rupturas no substrato (Figura 8), não havendo desprendimento entre a argamassa colante e a chapa de gesso acartonado.



Figura 8 - Ruptura no substrato da chapa ST
Fonte : Autores (2019)

Realizou-se o ensaio na chapa de gesso acartonado RU. Foram realizados os mesmos procedimentos e os resultados e descrições das rupturas referentes ao assentamento com a argamassa colante AC III segue descrito abaixo na tabela 2.

CHAPA DE GESSO ACARTONADO RU					
CP	Carga (KGF)	Força (N)	AREA (MM ²)	MPA	TIPO DE RUPTURA
1	68,8	680,9824	10000	0,0681	100% S
2	73,7	729,4826	10000	0,0729	100% S
3	31	306,838	10000	0,0307	100% S
4	63,4	627,5332	10000	0,0628	100% S
5	50	494,9	10000	0,0495	100% S
6	43	425,614	10000	0,0426	100% S
7	80,7	798,7686	10000	0,0799	100% S
8	56,8	562,2064	10000	0,0562	100% S
9	86,3	854,1974	10000	0,0854	100% S
10	64,7	640,4006	10000	0,0640	100% S
MÉDIA				0,06	
DESVIO PADRÃO				2%	

Tabela 2. Resultados ensaio na chapa de gesso RU
Fonte : Autores (2019)

Na chapa de gesso acartonado RU a media da tensão de arrancamento foi de 0,06 MPa, e todas as placas cerâmicas predominantemente sofreram rupturas no substrato (Figura 9), não havendo desprendimento entre a argamassa colante e a chapa de gesso acartonado, da mesma forma que ocorreu com a chapa de gesso acartonado ST. Porém, na chapa RU os valores de tensão foram inferiores aos da chapa ST.



Figura 9 - Ruptura no substrato da chapa RU
Fonte : Autores (2019)

Analisando os resultados finais obtidos, pode-se verificar que a chapa de gesso acartonado ST obteve melhores resultados de resistência quando comparado com a chapa de gesso acartonado RU. Esses resultados podem estar relacionados ao silicone presente na composição da chapa RU com propriedades de resistência a umidade, que interfere na penetração da argamassa.

5. CONCLUSÕES

O sistema de construção seca, mais especificamente o steel frame vem crescendo no mercado, tornando os usuários mais exigentes. As paredes desse sistema de construção são constituídas por várias camadas, entre elas a placa cimentícia, chapa de OSB e gesso acartonado e podem receber uma diversidade de acabamentos em sua base, desde texturas, pinturas, revestimento cerâmico, entre outros. Visto as várias possibilidades de uso do revestimento cerâmico nesse sistema, foi analisado experimentalmente o comportamento das placas cerâmicas quando assentadas sobre chapas de gesso acartonado e sua resistência de aderência.

Na estrutura montada com paredes de fechamento interno de gesso acartonado foram assentadas 20 placas cerâmicas com a argamassa colante industrializada de classe 3 – AC III, nas duas faces da estrutura. Em uma face foram assentadas 10 placas cerâmicas sobre a chapa de gesso acartonado ST e na outra 10 placas cerâmicas sobre a chapa de gesso acartonado RU. Foram utilizadas pastilhas metálicas 10x10 com mesma seção das placas cerâmicas para que assim o aderímetro se acoplasse sobre as mesmas e obter os resultados de aderência a tração.

A recomendação mínima de resistência de aderência apontada pela NBR 13755/2017 [1] é de 0,3Mpa após 28 dias de cura da argamassa. Os resultados obtidos nos ensaios da chapa ST apresentaram resistência média de 0,10MPa. Nos ensaios com a chapa RU apresentaram valores menores, com sua resistência média de 0,06 MPa. Em analogia, esses valores ainda podem estar relacionados com o tipo de argamassa utilizado, provavelmente se fosse utilizado o gesso cola os

valores dariam superiores por ser um material mais compatível.

Em suma, os resultados obtidos nos ensaios da chapa ST obtiveram resistência de aderência superior aos resultados obtidos com a chapa RU. Tal comportamento pode ser justificado pela natural maior permeabilidade à água das chapas do tipo ST, que permite uma maior ancoragem mecânica da argamassa.

Assim, comprova a resistência à umidade da chapa RU, que dificulta ancoragem mecânica da argamassa.

Referências

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13754**: Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.
- [2] FREITAS, A. M. S.; CRASTO, C. M. **Steel Framing: arquitetura**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. 121p. (Série Manual da Construção Civil).
- [3] BERTOLINI, Hibrán Osvaldo Lima. **Construção via obras secas como fator de produtividade e qualidade**. Projeto de Graduação apresentado ao curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.
- [4] RODRIGUES, Francisco Carlos. **Steel Framing: Engenharia**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. (Série do Manual da Construção em Aço).
- [5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15498**: Placa de fibrocimento sem amianto – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2016.
- [6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15758-1**: Sistemas construtivos em chapa de gesso para drywall – Projeto e procedimentos executivos para a montagem. Parte 1: Requisitos para sistemas usados como parede. Rio de Janeiro, 2009.
- [7] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13528**: Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2010.
- [8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13818**: Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 1997.
- [9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14081-1**: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2012.
- [10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13754**: Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.



AUTORES¹

1 Currículo vide Lattes / Linkendin

Adriene de Freitas Lima

Graduanda em Engenharia de Produção, Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia – ICET/UFAM, Itacoatiara-AM.

Alanna Mirella Gonçalves de Carvalho

Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Potiguar, UnP, Brasil. Departamento financeiro na Renoservice Autopeças e Serviços.

Alexandre Tadeu Simon

Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1975). Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (2001). Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Metodista de Piracicaba (2005). Suas linhas de pesquisa estão relacionadas com Logística, Gestão da Cadeia de Suprimentos e Indústria 4.0. Atualmente é professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Metodista de Piracicaba.

Amanda Dantas Freitas

Graduação em Gestão em Logística pela Universidade de Pernambuco, UPE, Brasil.

Ana Augusta da Silva Campos

Doutorado em Psicologia Social e Antropologia das Organizações pela Universidade de Salamanca - ES (2012), convalidado pela Universidade Federal de Pernambuco (2014) conferindo os direitos e prerrogativas inerentes ao Diploma de Doutorado em Psicologia Cognitiva no âmbito do Território Nacional, mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal da Paraíba (1999), graduação em Administração pela Universidade Estadual da Paraíba (1993) e graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande (1995). Atualmente é professora da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. Tem experiência na área de Administração atuando, principalmente, nos seguintes temas: administração da produção, relações humanas, gestão de pessoas, qualidade, Instituição de Ensino Superior, clima organizacional, empreendedorismo e inovação.

Ana Carolina Cellular Massone

Docente na UniLaSalle e Universidade Candido Mendes. Mestre em Engenharia Mecânica pelo Instituto Militar de Engenharia. Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.



Ana Celia Vidolin

Mestranda em Engenharia Civil UTFPR, linha de pesquisa gestão, produtividade e suprimentos. Atua como pesquisadora principalmente nos temas: logística, supply chain, lean management, gestão e estratégia empresarial. Especializações em Engenharia Logística e Operações (Lean Logistics); Lean Six Sigma Black Belt reconhecido pela International Association for Six Sigma Certification (IASSC - em desenvolvimento); Engenharia da Produção (em desenvolvimento), Gerenciamento e Controle da Qualidade Ambiental; Logística Empresarial e MBA em Gestão Empresarial. Possui graduações em Engenharia Geológica, Administração e Engenharia da Produção (em desenvolvimento).. Vivência profissional no ambiente fabril em supply chain, comércio exterior, logística internacional, administração de materiais e produção; gestão organizacional e lean management. Atuação como docente em diversas faculdades na capital curitibana e região metropolitana para cursos de graduação, pós-graduação e especialização e cursos profissionalizantes no SENAC. Professora conteudista e corretora para IES.

Ana Julia Dal Forno

Professora Adjunta das Engenharias na Universidade Federal de Catarina (UFSC) - campus Blumenau e vice-diretora de centro da mesma instituição até 17/12/2020. Colaboradora do PGETEX - Mestrado em Engenharia Têxtil (2019). Realizou o Pós Doutorado em Engenharia de Produção (UFSC-2014), na qual também é Doutora pela mesma Universidade e fez Sandwich pela Technische Universität Berlin (TUB - Alemanha). Mestre em Engenharia de Produção pela UFSC (2008). Foco da pesquisa: Gestão do Desenvolvimento Enxuto de Produtos e Processos, Gestão da Inovação, Benchmarking, Manufatura Enxuta, Melhoria de Processos. Lean e Indústria 4.0.

Ana Luiza Coeli Cruz Ramos

Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP. Foi membro do Núcleo de Estudos em Microbiologia de Alimentos durante o ano de 2014. Foi bolsista de Iniciação Científica PIVIC/ Ufop e PIP/Ufop financiada pela Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP durante os anos de 2014 a 2016, na área de Microbiologia de Alimentos. Foi membro do Núcleo de Estudos em Cerveja e Bebidas Alcoólicas - NECEB vinculado a projeto de extensão no ano de 2016. Possui mestrado em Ciência de Alimentos pela Universidade Federal de Minas Gerais. Atualmente é aluna de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG.

André Clementino de Oliveira Santos

Possui Graduação de Tecnologia em Processamento de Dados pelo Centro de Ensino Superior do Pará (1993), Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal



do Pará (1995), Mestrado em Engenharia de Produção pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1998). É Professor Assistente IV da Universidade do Estado do Pará atuando na área de Gestão da Produção com ênfase em Engenharia de Métodos, Planejamento, Projeto e Controle de Sistemas de Produção.

André Dallora dos Reis

Graduando em Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Itajuba (UNIFEI) - Campus Itabira. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica nos seguintes temas: Processos de Manufatura, Desenho Técnico, Elementos de Máquinas e Projetos de Máquinas. Atua na área de projetos técnicos e experimentos de pesquisa operacional em usinagem.

Ângelo Just Costa e Silva

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (1996), Mestre (2001) e Doutor (2008) em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo. Atualmente é Professor Assistente da Universidade de Pernambuco e Universidade Católica de Pernambuco. Diretor Técnico da Tecomat Engenharia Ltda. Coordenador do GT de Argamassas do ANTAC (Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído). Possui atuação na área de Engenharia Civil, com ênfase em Materiais e Componentes de Construção.

Antônio Augusto Ulson De Souza

Bolsista de Produtividade em Pesquisa 1B - CA EQ. Scopus Author ID 35593447900. ORCID 0000-0002-7115-2621. ResearcherID: K-1051-2012. Concluiu a graduação em Engenharia Química, na UFRJ em 1982; o mestrado em Engenharia Química, na UNICAMP em 1985; o doutorado em Engenharia Mecânica, na Universidade Federal de Santa Catarina em 1992; e o pós-doutorado em Engenharia Química, na University of California at Davis - USA, em 1997. Atualmente é PROFESSOR TITULAR da Universidade Federal de Santa Catarina. É líder do Grupo de Pesquisa cadastrado no CNPq: TECTEXTIL - Desenvolvimento Tecnológico Têxtil, desde 1999. Foi Chefe e Subchefe do Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos da UFSC. Publicou 203 artigos em periódicos especializados e 502 trabalhos em anais de eventos. Possui 8 capítulos de livros publicados. Possui 7 depósitos de patente e 436 itens de produção técnica. Participou de mais de 60 eventos no exterior e no Brasil. Orientou 44 dissertações de mestrado e coorientou 46, orientou 32 teses de doutorado e coorientou 31 teses de doutorado, orientou 17 trabalhos de pós-doutorado, além de ter orientado 137 trabalhos de iniciação científica, 38 trabalhos de conclusão de curso e 11 monografias de cursos de especialização lato sensu, nas áreas de Engenharia Química, Engenharia de Alimentos, Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção, Engenharia de Materiais e Metalúrgica, Engenharia de Segurança do Trabalho. Recebeu 10 prêmios e/ou homenagens. Vem atuando como revisor de 23 periódicos internacionais e 5 nacionais. Entre 1986 e 2017 participou de 69 projetos de pesquisa, sendo que coordenou 40 destes. Atualmente participa



de 5 projetos de pesquisa, sendo que coordena 1 destes. Atua na área de Engenharia Química, com ênfase em Têxteis, Petróleo e Petroquímica, Meio ambiente e Produtos Naturais. Em suas atividades profissionais interagiu com 977 colaboradores em coautorias de trabalhos científicos.

Bruna Táfila da Silva Souza

Graduação em Engenharia de Produção pela PUC-Minas.

Bruno Nonato Ferreira Ramos

Graduação em andamento em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará, UEPA, Brasil.

Bruno Sales Salvador

Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Metodista de Piracicaba (2015), com período de intercâmbio acadêmico pela Universidade Técnica de Berlim (2013). Atualmente é mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Metodista de Piracicaba. Atua profissionalmente na área de Logística e Gestão da Cadeia de Suprimentos no ramo automobilístico.

Bruno Silva Cota

Doutor em Processos de Fabricação pela Universidade Federal de Minas Gerais, Mestre em Processos de Fabricação pela Universidade Federal de Minas Gerais e Eng. Mecânico pelo Centro Universitário do Leste de Minas Gerais. Possui experiência na área da Engenharia Mecânica por meio do contato profissional, pelo desenvolvimento de patentes e por meio da publicação de artigos científicos em congressos. Atuou como professor no CEFET-MG, tendo experiência em docência em processos de fabricação: Usinagem, Metrologia, Soldagem e Manutenção. Atuou na gestão de contratos de empresas do setor metal mecânico e na gestão da manutenção da sinterização da USIMINAS - Ipatinga. Trabalhou em pesquisas e consultorias para a FCA - Fiat Chrysler Automóveis, em assuntos ligados aos programas federais: "Inovar Auto", "Lei do Bem" e "Rota 2030". Atualmente é professor Adjunto na Universidade Federal de Itajubá - Campus Itabira, ministrando as disciplinas: Desenho, Manutenção, Soldagem, Usinagem e Elementos de Máquinas.

Bruno Venanzio Trasatti

Engenheiro de controle e automação e cientista da computação, mestrado em engenharia mecatrônica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Possui experiência acadêmica e industrial, principalmente nos temas: Simulação a Eventos Discretos (SED); Modelagem descritiva de dados; Desenvolvimento de sistemas de machine learning aplicados a controle de sistemas industriais; Proces-



samento de nuvem de pontos; Visão computacional para identificação de padrões e não conformidades. Gerenciou o Laboratório de Manufatura Digital do Centro de Competência em Manufatura do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (CCM-ITA). Atualmente é líder da equipe de software e manufatura digital do Instituto SENAI de Inovação em Soluções Integradas em Metalmeccânica, na Federação das Indústrias do Rio Grande do Sul, atuando como pesquisador em inteligência artificial, modelagem matemática, digitalização e simulação a eventos discretos.

Camila Mota de Araújo

Graduada em Engenharia Civil, pela UNICAP- Universidade Católica de Pernambuco por meio de bolsa integral do Programa Universidade para Todos (ProUni). Técnica em Edificações pelo SENAI-Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Ensino Médio (2º Grau) pelo SESI- Serviço Social da Indústria. Discente bolsista do programa PIBIC - 2018/2019 da Universidade Católica de Pernambuco. Monitora (2018/2019) das disciplinas Construção Civil I e Construção Civil II na Universidade Católica de Pernambuco. Participante do programa de internacionalização da UNICAP (Universidade Católica de Pernambuco) - ICAM (Institut Catholique d'Arts et Métiers, em Nantes, França. Desenvolvendo o projeto final de conclusão de curso em tempo integral durante seis meses.

Carlos Eymel Campos Rodriguez

Professor do Magistério Superior na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) - Campus Itabira. Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade de Cienfuegos - Cuba (2005). Mestrado em Eficiência Energética pela Universidade de Cienfuegos (2009). Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Itajubá (2014) ? Área de Concentração: Conversão de energia. Participação em projetos de pesquisa e desenvolvimento nos temas: energia geotérmica, recuperação de calor residual, ciclos não convencionais (ORC, Kalina, CO2 supercrítico/transcrítico) e eficiência energética.

Carlos Fernando Gomes do Nascimento

Atualmente é Mestrando em Ciências dos Materiais pela UFPE (2020) sob orientação da Prof^a. Dr^a. Nathália Bezerra de Lima. Possui formação em Engenharia Civil pela UNICAP-PROUNI (2019). Possui formação técnica em Segurança do trabalho e Administração. Tem experiência em Engenharia e projeto estrutural com ênfase em Materiais constituintes. Atuou como monitor das disciplinas de Materiais de Construção Civil II, Topografia I e Geometria Descritiva. Foi bolsista CNPQ de iniciação científica/UNICAP sob orientação da Prof.^a Dr^a Eliana Cristina Barreto Monteiro do período 08/2017 - 08/2019 e 08/2019 a 12/2019. Foi estagiário na sua área com ênfase em manutenção, planejamento, orçamento, projetos elétricos (fotovoltaicos) e infraestruturas no Instituto Federal de Pernambuco (IFPE) no Departamento de Obras e Projetos (DOP). Participou e organizou palestras, congressos, minicursos, seminários em sua área por mais de 2 anos como Coordenador de Expansão



do Diretório Acadêmico de Engenharia Civil. Participa de organizações de eventos voltados para sua área em outras IES. Tem interesse na área de Engenharia Civil, no âmbito profissional e acadêmico, com ênfase em patologias das edificações, durabilidade, prevenção, recuperação das estruturas de concreto armado, materiais e sustentabilidade, além de publicar artigos nacionais e internacionais na sua área.

Carlos Filipe Nascimento

Possui graduação em Engenharia Mecânica pelo Centro Universitário do Leste de Minas Gerais (2015). Mestrando em Engenharia de Produção, Universidade Federal De Itajubá – UNIFEI, Itabira-MG. Atualmente é instrutor de formação profissional - SENAI - Departamento Regional de Minas Gerais. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Engenharia de Produção, atuando principalmente nos seguintes temas: otimização, planejamento de experimentos, qualidade e função desirability.

Carlos Henrique de Oliveira

Possui graduação em Engenharia Mecânica com ênfase em Produção pela Universidade Federal de Itajubá (1999). Professor voluntário no Projeto Mahle Formare atuando nas disciplinas de matemática aplicada e raciocínio lógico (2003). Especialização em Qualidade e Produtividade pela Universidade Federal de Itajubá (2005). Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Itajubá (2013). Professor na Universidade Federal de Itajubá (2014) Profissional: Engenheiro de processos na Mahle Metal Leve S/A (2000). Supervisor de Produção na Sense Ltda (2011). Engenheiro de Processos na Helicópteros do Brasil S/A (2012). Áreas de interesse: Estatística Multivariada, Otimização, Metodologia de Superfície de Resposta e Projeto de Experimentos, Engenharia da Qualidade, Projetos Seis Sigma e Lean Manufacturing.

Carlos Victor Costa de Carvalho

Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Maranhão, Brasil. Graduação em andamento em Nutrição pelo UNICEUMA, Brasil.

Cayna Enos Cruz Moraes

Graduação em andamento em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará, UEPA, Brasil.

Cezar Augusto Romano

Graduado (Ago/1977) em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) e Licenciado (Dez/1990) no Curso de Formação de Professores de Disciplinas Especializadas pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, com mestrado



(Nov/2000) e doutorado (Fev/2005) em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). É Professor Titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) onde atua desde Set/1979. Foi Diretor-Geral do Campus Medianeira da UTFPR (Dez/1992 a Ago/1996) e Vice-Reitor da UTFPR (Ago/1996 a Fev/2002). Diretor-Geral do Campus Curitiba (Jan/2014 a Dez/2017). Conselheiro Eleito do Conselho Universitário (COUNI) da UTFPR de Nov/1995 a Out/1999 e de Mar/2010 a Fev/2018 e do Conselho de Planejamento e Administração (COPLAD) de Mar/2010 a Dez/2017. É Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade Ambiental Urbana (PPGSAU) e do Mestrado Profissional em Administração Pública (PROFIAP). Atua nas áreas de estratégia, planejamento, gestão, qualidade e inovação com foco na produtividade organizacional.

Christyanne Dennyse Dos Santos Silva

Engheira Civil, UNICAP, Recife-PE.

Cintia Fabiana Pereira Mora

Graduação em Engenharia de Produção pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná, PUC/PR, Brasil.

Claudemir Gomes de Santana

Possui graduação em Química Bacharelado Com Atribuição Tecnológica pela Universidade Federal do Maranhão (1992), mestrado em Química (Química Analítica) pela Universidade de São Paulo (2002) e doutorado em Química (Química Analítica) pela Universidade de São Paulo (2004). Atualmente é professor - Unidade de Ensino Superior Dom Bosco. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Análise de Traços e Química Ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: água, resíduos, gestão ambiental, corrosão e efluentes.

Claudilaine Caldas de Oliveira

Doutora em Engenharia de Produção - Área de Concentração em Ergonomia pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Engenharia de Produção - Área de Concentração em Ergonomia em Processos Produtivos. Especialista em Vigilância Sanitária em Alimentos. Engenheira de Produção Agroindustrial. Atualmente, Professora Adjunta do Curso em Engenharia de Produção do Departamento em Engenharia Têxtil (DET) da Universidade Estadual de Maringá (UEM) – Campos Regional de Goioerê (CRG). Participante do grupo de pesquisas: Grupo de Estudo do Movimento Humano (GEMH) e Grupo de Estudos e Pesquisa em Processos e Gestão de Operações (GEPPGO). Possui experiência na área de Engenharia de Produção, atuando principalmente nos seguintes temas: Ergonomia; Educação em Engenharia de Produção; Gestão da Produção e Gestão da Qualidade.



Cristine Nunes Ferreira

Possui graduação em Física pela Universidade Federal Fluminense (1994), mestrado em Física pelo Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (1997) e doutorado em Física pelo Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (2002). Atualmente é professor do ensino básico técnico e tecnológico do Instituto Federal Fluminense. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Física das Partículas Elementares e Campos, atuando principalmente nos seguintes temas: cordas cósmicas, ensino de ciências e novas tecnologias, supersimetria, teorias escalares-tensoriais e divulgação científica.

Cynthia Helena Soares Bouças Teixeira

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (1998), mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Minas pela Universidade Federal de Minas Gerais (2001), doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Minas pela Universidade Federal de Minas Gerais (2005) e certificação em Engenharia da Qualidade pela ASQ (2015). Possui experiência profissional nas áreas de Pesquisa & Desenvolvimento, Gestão do Conhecimento, Transferência de Tecnologia e Propriedade Intelectual em empresa do ramo siderúrgico.

Dacelinda Daniela Sobrinha

Possui graduação em Bacharel em Administração pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN e graduação em Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFRSA. É Técnica em Meio Ambiente, pelo Serviço Nacional de aprendizagem Comercial - SENAC. Participou como aluna pesquisadora do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica da UERN. Com experiência de trabalho como docente em Matemática pela rede pública de ensino básico; e pela Empresa Métodos Estratégicos de Técnica de Assessoramento - LTDA, atuando no projeto como Agente de Orientação Empresarial pelo programa Negócio a Negócio do SEBRAE - Serviço de Apoio às Micros e Pequenas Empresas do RN.

Daiane Bárbara Silva de Oliveira

Graduação em Engenharia de Produção pela PUC-Minas.

Danielle Cristina dos Santos Lisboa

Graduada em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco, atualmente participo de projetos de pesquisa na área de materiais e saneamento, com habilidades em ferramentas computacionais como autocad, excel.



Danilo Colombo

Possui Mestrado em Sistemas de Gestão pela UFF. Possui MBA em Gestão de Investimentos pela Universidade Unyleya. Possui graduação em Engenharia Mecatrônica pela Universidade de São Paulo (2012). Possui Curso de Formação em Engenharia de Petróleo pela Universidade Petrobrás. Atualmente trabalha no Centro de Pesquisa da Petrobrás, na área de desenvolvimento de softwares para gerenciamento de integridade, segurança e confiabilidade na Engenharia de Poço. Também cursa Ciências Econômicas na Universidade Federal Fluminense.

Danilo Taverna Martins Pereira de Abreu

Mestrando em Engenharia Naval e Oceânica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Graduado em Engenharia Naval pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2017). Atua como pesquisador no Laboratório de Análise, Avaliação e Gerenciamento de Riscos (LabRisco), no qual desenvolve atualmente pesquisas nos seguintes temas: análise de confiabilidade humana, análise de risco associada à navegação em águas restritas, integridade de poços de petróleo, e análise RAM de sistemas de engenharia. Possui interesse na área de análise de risco tecnológico, com ênfase nas indústrias marítima, offshore, óleo e gás, e portuária.

Débora de Brito Silva

Graduação em Engenharia Civil pela Unidade de Ensino Superior Dom Bosco, UNDB, Brasil.

Deborah Maila Rocha Ihuarakuí

Graduação em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Uninorte, Rio Branco-Acre.

Deise Santos Madeira

Engenheira Civil formada pela Universidade Federal de Itajubá (2016). Estágio realizado na Construtora Lego Engenharia com participação efetiva no apoio e fiscalização de obras, monitoramento e controle da qualidade, padronização dos serviços executados e análise de projetos. Graduação com ênfase na área de transportes, mobilidade urbana e logística. Em outras oportunidades profissionais, realizou o acompanhamento de processos administrativos e atendimento ao público. Como formação complementar, conhecimento e habilidades nas ferramentas Autocad (Base, Civil, Mecânica e 3D), Pacote Office completo, Excel avançado, SketchUp e noções de design gráfico.



Diego do Prado Coelho

FATEC Zona Leste.

Douglas Dellaretti Mendes

Graduação em Farmácia pela Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Brasil.

Edwin Vladimir Cardoza Galdamez

Natural de San Ignacio - El Salvador. É docente da Universidade Estadual de Maringá (UEM), desde 2008 e bolsista produtividade da Fundação Araucária na área de Ciências Sociais Aplicadas no período 2019-2021. É Diretor adjunto do Centro de Tecnologia (CTC) e membro do Conselho de Administração (CAD), nomeado para o período 2020-2024. Coordenou o Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PGP) no período 2018-2020. Também é docente permanente do Programa de Pós-graduação em Ciências Contábeis (PCO) do Centro de Ciências Sociais Aplicadas (CSA/UEM), em 2014. É fundador e líder do Grupo de Pesquisa em Engenharia da Qualidade (GEPQ) registrado no CNPq. Participa como Diretor do Comitê de Indicadores de Desempenho da Saúde do HUBCONNECT HEALTHTECH de Maringá (PR), apoiado pelo Conselho de Desenvolvimento Econômico de Maringá (CODEM). Na UEM assumiu os cargos de Coordenador adjunto (2009-2010) e Coordenador do Curso de Graduação em Engenharia de Produção (2010-2014) e membro do Conselho Universitário (COU) (2014-2016). Foi representante da UEM no Sistema de Governança do Arranjo Produtivo Local (APL) de Confecção de Maringá no período de 2009 a 2014. Tem contribuído com o desenvolvimento científico e tecnológico da área de Engenharia de Produção e Ciências Contábeis como orientador de alunos de graduação (Iniciação Científica, Extensão, Estágios e Trabalhos de Conclusão de Cursos) e pós-graduação (stricto sensu e lato sensu), inseridos em diferentes projetos de pesquisa e extensão, financiados por órgãos externos e internos da universidade. Tem experiência com a coordenação de projetos tecnológicos colaborativos com outras universidades do país e do exterior e entidades do terceiro setor. Também vem atuando na consolidação de eventos de extensão universitária promovidos para integrar a universidade, sociedade e empresas. Além disso, os resultados das pesquisas científicas e tecnológicas são divulgados em periódicos reconhecidos pela comunidade científica nacional e internacional. E, os principais temas de pesquisa de interesse são na área de Avaliação de Desempenho Organizacional, Engenharia e Custos da Qualidade e Engenharia e Custos da Segurança do Trabalho.

Eliacy Cavalcanti Lélis

Administradora e engenheira, especialista em educação superior, mestre e doutora em engenharia de produção, pós-doutoranda em tecnologias da inteligência e design digital. Tem experiência profissional administrativa e técnica na manufatura e em serviços no setor público e privado. Pesquisadora, professora, conteudista e



tutora na graduação e pós-graduação nas áreas de administração e engenharia. Parecerista, referee. Leciona e publica nas áreas de gestão da qualidade, gestão ambiental, responsabilidade social, gestão de projetos, gestão da produção e de operações, logística, gestão da cadeia de suprimentos, estratégia, sistema de informação, gestão de marketing, segurança e saúde do trabalho, metodologia de pesquisa, avaliação institucional, mobilidade urbana e acessibilidade.

Emerson José de Paiva

Possui graduação em Matemática pelo Centro Universitário do Sul de Minas (1991), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Itajubá (2008), na área de Pesquisa Operacional (Programação Não-linear) e Projeto de Experimentos e doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Itajubá (2012) na área de Projeto e Fabricação. Tem experiência em Ciência da Computação, com ênfase em Arquitetura de Sistemas e, atualmente, é professor de Otimização e Simulação da Universidade Federal de Itajubá, Campus Itabira. Participa do Grupo de Otimização da Manufatura, atuando no desenvolvimento de métodos de otimização estocástica multivariados. Áreas de interesse: Estatística Multivariada (Análise de Componentes Principais), Simulação, Otimização, Metodologia de Superfície de Resposta e Projeto de Experimentos.

Ernando Ciscouto Pauliqui Peluso

Formado em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual de Maringá com ênfase em Agroindústria, faz especialização em Gestão Industrial e de Negócios na Universidade Estadual de Londrina. Tem experiência trabalhando no mercado privado por três anos nos segmentos de metalúrgica, cooperativa e fábrica de etiquetas. Desde 2017 atua com consultorias de melhoria de processos com base na metodologia Lean Six Sigma com foco em redução de desperdícios e variabilidade dos processos, implantando processos mais enxutos e controle por meio de indicadores e metas. Já atendeu clientes nos seguintes segmentos: indústria de confecção, farmácia de manipulação, escritórios de advocacia, laboratório de exames, fábrica de sofás, lojas de móveis planejados, universidade, depósito de material de construção, empresas de ar condicionado e outros. É credenciado consultor Sebrae e Sebraetec.

Fábio André Ludolf Cacais

Possui graduação em Licenciatura em Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2006), Mestrado em Metrologia e Qualidade pelo INMETRO (2015) e Doutorado em Radioproteção e Dosimetria na área de Metrologia pelo (IRD/LNMRI) 2020. Tem experiência em projetos de Pesquisa e Desenvolvimento na área de Metrologia, com ênfase em Metrologia de Massa. Tem experiência na área de Gestão de Sistema da Qualidade de Laboratórios de Calibração segundo a NBR/ISO 17025.



Gabriel Bittencourt Jardim

Graduação em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário La Salle - Niterói, UNILASALLE, Brasil.

Gilson Brito Alves Lima

Engenheiro Civil. Possui Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho (1995), Extensão em Gestão Ambiental Empresarial (1995) e em Ciclo de Estudos de Políticas e Estratégia (1996), Mestrado em Engenharia Civil (UFF, 1992) e Doutorado em Engenharia de Produção (COPPE/UFRJ, 2000). Professor Titular do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal Fluminense, com atuação na formação de profissionais acadêmicos e de pesquisa, através da orientação de diversos trabalhos de doutorado, mestrado, especialização, graduação e supervisão de pós-doutorado. Atuou na Coordenação de diversos Cursos de Extensão e Pós-Graduação Lato Sensu e Stricto Sensu, dentre os quais: Extensão em Gerenciamento Ambiental Empresarial, Especialização em Engenharia de Segurança; Especialização em Gestão de Manutenção; Especialização em Gerencia de Riscos, Doutorado em Sistemas de Gestão Sustentáveis. Possui diversas publicações nacionais e internacionais em eventos e em periódicos científicos de alto impacto, dentre os quais: Computers and Industrial Engineering, Human and Ecological Risk Assessment, IEEE America Latina Transactions, IEEE Transactions on Engineering Management, Journal of Cleaner Production, Journal of Environmental Management, Pesquisa Operacional, Petroleum Science, Petroleum Science and Technology, Process Safety Progress, Produção, Reliability Engineering & Systems Safety, Soft Computing, SPE Drilling and Completion, SPE Production and Operations, Sustainability. Participa das principais sociedades científicas nacionais de sua área de atuação, dentre as quais: Sociedade Brasileira e Pesquisa Operacional (SOBRAPO), Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos (ABRAMAN), Sociedade Brasileira de Engenharia de Segurança (SOBES), Associação Brasileira de Análise de Risco, Segurança de Processos e Confiabilidade (ABRISCO). Atua nas áreas de Ensino, Pesquisa e Extensão, através de projetos de pesquisa, formação e desenvolvimento tecnológico, com ênfase nos seguintes temas da Gestão Tecnológica Industrial e de Serviços: Análise de Risco, Segurança de Processos, Meio Ambiente, Manutenção e Confiabilidade Industrial.

Grazielle Teófilo Valeriano Chaves

Graduação em Engenharia de Produção pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, PUC Minas, Brasil.



Helen Bruna dos Santos Corrêa

Graduação em Engenharia de Produção pela Faculdade Pitágoras, Maranhão. Profissional com experiência nas áreas Administrativa, Planejamento Estratégico e atuação na análise e acompanhamento de resultados, desenvolvimento, orientação, execução e planejamento de atividades. Em empresas nacionais de médio e grande porte, dos segmentos de Serviços de Gestão, Telecomunicação e Hospitalar. Atuação fortemente em resolução de problemas e na melhoria contínua dos processos, na reestruturação de processos, consultoria de negócios, vendas, suporte técnico e treinamentos de profissionais, visando a maximização dos resultados corporativos com o menor custo operacional.

Henrique de Oliveira Prata Mendonça

Graduação em andamento em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de São João Del-Rei, UFSJ, Brasil.

Igor Albuquerque da Rosa Teixeira

Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Pernambuco, Brasil (2020). Engenheiro civil do CONTECNICA, Brasil.

Inayara Cristina Alves Lacerda

Possui mestrado em Microbiologia pela Universidade Federal de Minas Gerais (2002) e doutorado em Microbiologia pela Universidade Federal de Minas Gerais (2006). Atualmente é Professor Associado da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), atuando nas disciplinas de Microbiologia de Alimentos, Higiene de Alimentos, Microbiologia Industrial e Biotecnologia em alimentos no Departamento de Alimentos da Faculdade de Farmácia-UFMG. Tem experiência na área de Microbiologia aplicada, atuando principalmente nos seguintes temas: microbiologia de alimentos, microbiologia industrial, uso de culturas iniciadoras (bactérias lácticas e leveduras) em diferentes processos fermentativos, produção de polvilho azedo e Isolamento de micro-organismos produtores de lipase.

Jessica Alves Trindade Lima

Mestranda em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação - UFMA, Pós-graduada em Gestão da Qualidade e Produtividade pela Faculdade de Negócios Excellence - FAENE (2016) com Especialização em Mediação e Tutoria em EAD pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA (2018) e na Metodologia Green Belt Lean Six Sigma - Voitto Treinamento e Desenvolvimento (2016); Bacharel em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA (2015), Técnica em Design Gráfico pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - IFMA (2009). Atuou como Consultora Sênior de Indi-



cadores na Ágil Engenharia; Estagiária de Engenharia na VALE S.A; Supervisora Comercial na RACCO Perfumaria; Analista Sênior de Gestão e Controle no ISEC, foi Co-fundadora e atuou como Instrutora, Palestrante e Diretora de Marketing e Inovação na MAP Treinamentos e Desenvolvimento. Possui vasta experiência na Docência de Nível Superior e em Treinamentos e Instrutoria educacional com ênfase em Ferramentas de Gestão, Qualidade, Metodologia Lean e Pacote Office.

Joan Gustavo Ribeiro Pereira

Graduação em andamento em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará, UEPA, Brasil.

João Gabriel Souza dos Reis

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Pernambuco (2019), onde foi monitor da disciplina de Concreto Armado. Mestrado em andamento em Engenharia Civil pela mesma universidade. Possui afinidade com as áreas de Construção Civil e Infraestrutura Urbana. Dispõe de grande interesse em aperfeiçoamento do conhecimento.

João Paulo Seixas Alves e Silva

Possui graduação em Sistemas de Informação pelo Instituto Federal Fluminense (2017). Atualmente é gerente proprietário de farmácia e finalizando o mestrado em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão. Desenvolve pesquisas no campo de Ciência de Dados e Inteligência Artificial. Dissertação em qualificação sobre Identificação de Partículas em Altas Energias utilizando técnicas de Machine Learning em bases de dados do CERN.

Jorge Bezerra Lopes Chaves

Graduado em Administração pela Universidade Estadual do Ceará (1982), sendo Mestre em Administração e Desenvolvimento Empresarial pela Universidade Estácio de Sá (2001). É professor da UVA-Universidade Veiga de Almeida, da Universidade de Vassouras, FASE- Faculdade Arthur Sá Earp Neto - Petrópolis-RJ., está na Unicreci - Universidade Corporativa do Conselho Regional de Corretores de Imóveis-RJ. Foi professor da Univ Estácio de Sá-Rio de Janeiro-RJ., do UNILASALLE-Niterói-RJ e da ESPM-Escola Superior de Polícia Militar - Niterói-RJ. Foi coordenador acadêmico do IBMEC-RJ na área corporativa. É consultor Senior da GPS - Global Professional School, em Orlando-Flórida-USA, para assuntos de Ética, BMG-Business Model Generation, Gestão de Processos e Planejamento Estratégico. É professor/tutor de EaD -Ensino a Distância.



Juliedson Serigati Salvalagio

Graduação em Engenharia pela Universidade Estadual de Londrina, Brasil(2000).
Engenheiro de Petróleo do Petróleo Brasileiro - Rio de Janeiro - Matriz , Brasil.

Júlio Onésio Ferreira Melo

Graduado em Farmácia pela Universidade Federal de Minas Gerais, doutorado em Ciências Químicas (Conceito 7 Capes) pela Universidade Federal de Minas Gerais. Docente no ensino superior desde 2000, trabalhando com as áreas de Fitoquímica, Química Farmacêutica , Farmacognosia e Química Orgânica. Professor e pesquisador Associado IV da Universidade Federal de São João del Rei. Coordenador dos Programas de Extensão desde 2014 nas áreas de Árvores do Cerrado; Água e Meio Ambiente e de Ensino de Química. Coordenador de Projetos de Pesquisa nas áreas de Estudo de compostos voláteis de frutos por CG/MS; Estudo da composição química de frutos por ESI/MS e Paper Spray/MS; Estudo metabólico de plantas por DESI/MS; Estudo das alterações metabólicas em plantas de milho e soja na presença de ácaros fitófagos e lagartas, por CG/MS e ESI/MS; Estudo da qualidade das águas. Professor colaborador e orientador no Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos (UFMG).

Klayne Kattiley dos Santos Silva

Mestranda em Engenharia Civil na Universidade Católica de Pernambuco, Bacharel em Engenharia Civil (UNICAP) por meio de bolsa integral PROUNI. Experiência em execução e gestão de obras verticais. Experiência em projetos de iniciação científica (PIBIC) com projetos voltados para análise de concreto através de MND (métodos não destrutivos) e estudo da reação álcali-agregado. Interesse na pesquisa aplicada, principalmente no que diz respeito às estruturas de concreto, patologias e recuperação das estruturas.

Leonardo Ayres Cordeiro

Doutorado incompleto em Economia no CEDEPLAR/UFMG, Mestrado em Administração, pós-graduação em Administração Financeira e em Educação para o Ensino Profissional, graduação em Economia. Experiência como educador em instituições de Minas Gerais, com experiência nas disciplinas de Economia, Engenharia Econômica, Custos, Contabilidade Gerencial, Finanças, Mercado de Capitais, Marketing, Gestão Estratégica, Gestão de Projetos e Empreendedorismo. Experiência como coordenador de cursos de pós-graduação presencial e virtual. Experiência na elaboração e formatação de cursos técnicos para as unidades do SENAC no Estado de Minas Gerais. Atuação como membro de conselho administrativo e consultor, em instituições públicas e empresas do setor privado, com destaque nas áreas de estratégias comerciais, marketing e diagnóstico de empresas, com consultoria econômica em sindicato de classe na FIEMG, e como gestor de empresas de pequeno e médio porte.



Leonardo Cardoso Galvão

Graduação em andamento em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará, UEPA, Brasil.

Leonardo José Silva do Vale

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Pernambuco (2019). Atuou como pesquisador de iniciação científica da Universidade Católica de Pernambuco. Tendo experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Construção Civil e desenvolvimentos de projetos. Dispondo de grande interesse em pesquisas e aperfeiçoamento do conhecimento.

Liane Mählmann Kipper

Bolsista produtividade CNPq. Professora titular da Universidade de Santa Cruz do Sul e Coordenadora do Mestrado em Sistemas e Processos Industriais de 2013 até 2015. Atua na graduação e na PGSS (PPGSI, PPGPSI e PPGTA). Nas áreas de gestão do conhecimento, inovação e criatividade, e em gerenciamento de processos e métodos e técnicas de pesquisa desenvolve ensino, pesquisa e extensão com foco em: melhoria e gestão de processos, sistemas enxutos: inovação, criatividade, design thinking, design science research, desenvolvimento de produtos e tecnologias para otimização e melhoria de processos. Tem também experiência na área de Física e Física Experimental. De 1995 até 2009 atuou junto a gestão universitária em especial nas áreas de pesquisa e pós-graduação (lato sensu e stricto sensu). Atua na extensão da área tecnológica e educacional e no TECNOUNISC coordena o Laboratório Interativo de Criatividade (LIC).

Lucas Nadler Rocha

Formado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco, tenho experiência com Excel, AutoCad e SketchUp. Noções de Programação e ferramentas computacionais.

Luís Borges Gouveia

Possui graduação em Licenciatura em Matemáticas Aplicadas/Informática pela Universidade Portucalense Infante D. Henrique (1989), mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (1994) e doutorado em Ciência da Computação pela Universidade de Lancaster (2002). Atualmente é professor catedrático da Universidade Fernando Pessoa. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Ciência da Computação, atuando principalmente nos seguintes temas: tecnologias de informação e da comunicação, sociedade da informação, distance learning, information technologies e cidades e regiões digitais.



Manuela de Cássia Silva de Carvalho

Graduação em andamento em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará, UEPA, Brasil.

Marcelo Aparecido Carlos

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Braz Cubas (2005), com MBA em Gestão Empresarial. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em processos de usinagem. Atualmente mestrando em Engenharia Mecânica na Unicamp. Atua na área acadêmica desde 2013.

Márcia de Fátima Moraes

Possui Graduação em Engenharia de Produção Agroindustrial pela Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão (2002), Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo (2008) e Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (2017). Atualmente é Professora Adjunta da Universidade Estadual do Paraná, Campus de Campo Mourão. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Pesquisa Operacional, Logística e Educação em Engenharia de Produção.

Maurício Moraes Neves Júnior

Possui graduação em Engenharia de Petróleo pela Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF (2004). Possui Mestrado em Sistema de Gestão pela Universidade Federal Fluminense - UFF (2019). Ingressou na Petrobras - Petróleo Brasileiro em 2007. Atuou em diversas áreas técnicas e gerenciais na construção de Poços Marítimos. Atualmente é Engenheiro de Petróleo Sênior, ocupando cargo de Gerente em Implantação de Projetos de Poços Marítimos em Águas Profundas. Possui diversos anos em experiência técnica e gerencial na Engenharia de Poços. Participa das principais sociedades internacionais de sua área de atuação, dentre as quais: Society Petroleum Engineers - SPE.

Mauro Ramalho Silva

Possui Graduação em Nutrição pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Mestrado e Doutorado em Ciência de Alimentos pela Universidade Federal de Minas Gerais. Tem experiência em Bromatologia, Microbiologia de Alimentos, Tecnologia de Alimentos nos seguintes temas: tecnologia de carne, hidrólise proteica enzimática, processos de separação por membranas, desenvolvimento de ingredientes e produtos alimentícios, otimização de métodos analíticos, determinação de compostos voláteis e caracterização do perfil químico de matrizes pela espectrometria de massas com ionização por ESI e Paper Spray.



Mayanne Camara Serra

Mestranda em Design na Linha de Pesquisa Ergonomia e Usabilidade de Produtos e Sistemas (UFMA), Especialista em Higiene e Segurança do Trabalho (UNYLEYA), Engenheira Produção (UEMA) e técnica em Design de Produto (CEFET-MA/IFMA). Titular de patente depositada no INPI. Possui experiências profissionais em atividades administrativas e de produção; experiências acadêmicas em Empresa Júnior, em produção de artigos, além de organização e participação de eventos acadêmicos.

Michele Bezerra Saito

Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Especialista em Gestão da Produção pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Graduada em Ciências Econômicas pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Professora Assistente da Universidade de Pernambuco (UPE) e do MBA de Gestão da Produção da FCAP - UPE. Leciona na Faculdade Damas da Instituição Cristã e sócia-majoritária da M&S Consultoria. Áreas de interesse: Processos Produtivos, Gestão de Serviços e Otimização de Processos.

Moisés dos Santos Rocha

Professor Assistente 40 horas em regime de tempo integral e dedicação exclusiva na Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), atuou como pesquisador pelo Grupo de Estudo em Infraestrutura e Logística da Energia (GLEN/UFC), foi professor em cursos de graduação de Engenharia de Produção, Administração e em cursos tecnológicos nas Faculdades do Nordeste (FANOR), UNICHRISTUS e FAMETRO. Possui graduação em Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade Regional do Cariri (2004), mestrado acadêmico em Logística e Pesquisa Operacional pela Universidade Federal do Ceará (2010) e doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) . Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase Gestão da Produção, mas especificamente em Logística, Pesquisa Operacional, Planejamento e Controle de Produção, Engenharia de Qualidade, Custos, indústria têxtil e indústria calçadista.

Nivaldo Lemos Coppini

Atualmente, o professor Coppini é PESQUISADOR SÊNIOR junto ao CNPq e Professor Titular Colaborador da Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP atuando em atividades de pós-graduação e pesquisa & desenvolvimento. Formou-se em Engenharia Mecânica pela Escola de Engenharia de São Carlos USP (1970). Obteve seu título de Mestre e de Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas em 1974 e 1978, respectivamente; Realizou uma série de visitas e estágios de curta duração em diversas instituições internacionais Americanas, Inglesas, Italianas, Alemãs, Espanholas Croatas e Japonesas. Até aposentar-se em 1995, atuou como Professor Titular da Unicamp - Universidade Estadual de Cam-



pinas, onde ocupou diversos cargos administrativos relevantes: foi Diretor do Centro de Tecnologia, Presidente da Câmara Curricular (cargo equivalente ao de Pró Reitoria de Ensino de Graduação e Pós-Graduação), Vice-Diretor da Faculdade de Engenharia de Campinas, Chefe do Departamento de Engenharia de Fabricação do qual foi líder da equipe que o criou; foi Coordenador de Curso de Engenharia Mecânica; Foi professor Titular da Faculdade de Engenharia Mecânica e de Produção da UNIMEP - Universidade Metodista de Piracicaba; atuou como docente pesquisador em tempo integral da Universidade Nove de Julho junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção até dezembro de 2012; participou e liderou a equipe de construção do referido programa; Foi Professor Colaborador do Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté - UNITAU; foi Presidente da ABEPRO- Associação Brasileira de Engenharia de Produção; atuou como coordenador do projeto SP01 - Otimização dos Processos de Usinagem do Instituto Fábrica do Milênio que congregou uma rede de Instituições de Ensino e Pesquisa de todo o País; e foi colaborador da Empresa Sandvik do Brasil S. A. Indústria e Comércio na qualidade de Editor do Encarte Científico da Revista O Mundo da Usinagem e membro da equipe de organização de cursos de treinamento oferecidos para o setor segmento industrial afim com a referida empresa; tem experiência na área de Engenharia Mecânica e de Produção Mecânica sempre com ênfase em Processos de Fabricação, tendo orientado várias dezenas de trabalhos de mestrado e doutorado nas diferentes universidades em que trabalhou; é especialista em temas relacionados à tecnologia e gestão dos processos de produção, em particular do processos de usinagem. Foi bolsista PVNS/CAPES da Universidade Federal do ABC (UFABC) durante o período de 02/2014 a 01/2015.

Pedro Adolfo Rodrigues Maciel

Possui graduação em engenharia civil pela Universidade Católica de Pernambuco (1998). Atualmente é engenheiro civil e de segurança do trabalho da Universidade Católica de Pernambuco, Tem experiência na área de Engenharia Civil e Segurança do Trabalho, com ênfase em Construção e Instalações Prediais, atuando principalmente nos seguintes temas: Gestão, Gestão de Projetos, segurança, andaimes, canteiros, estresse e telhado.

Pedro Bonfim Segobia

Engenheiro Civil graduado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Especialista em Planejamento e Gestão de Trânsito e Docência no Ensino Superior, ambos, pelo Centro Universitário de Maringá. Professor do Instituto de Ensino Superior do Acre - IESACRE no curso de Engenharia Civil.

Pio Marinheiro de Souza Neto

Graduação em Administração pela Faculdade de Ciências Cultura e Extensão do RN. Mestre em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), atualmente é professor da Faculdade de Engenharia, Letras e Ciên-



cias Sociais (FELCS), com sede no Campus de Currais Novos/RN. Atua na áreas de Administração de Materiais, Gestão da Qualidade e Logística. Tem experiência na área de gestão, com ênfase em Política e Planejamento Governamentais, atuando principalmente nos seguintes temas: economia solidária, logística e cadeia de suprimentos.

Rafael Chaves de Sousa Ichihara

Instrutor de Educação e Tecnologias I no Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis (CTGAS-ER). Professor DNS I na Universidade Potiguar (Laureate International Universities). Possui Mestrado em Engenharia pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Graduação em Tecnologia em Automação Industrial pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Atua na área de instrumentação industrial desde 2008, mais precisamente em sistemas de medição de vazão volumétrica de gás à baixa pressão no Laboratório de Medição de Vazão do CTGAS-ER. As principais atividades incluem a gestão da produção do laboratório; programação e parametrização de dispositivos automatizados; desenvolvimento/manutenção de planilhas de estimativa de incerteza de medição e manutenção do Sistema de Gestão da Qualidade do laboratório. É signatário autorizado pelo CTGAS-ER - mediante comprovação da competência técnica pelo avaliador da Comissão Geral de Acreditação (CGCRE) do INMETRO - para responder tecnicamente pelos resultados de medição dos certificados emitidos pelo laboratório. Atuou como professor em diversos cursos técnicos do CTGAS-ER e possui diversos cursos complementares na área de atuação. Leciona na Universidade Potiguar nas áreas de automação, eletrotécnica e pesquisa operacional.

Rafael Fernando Petri

Mestrando em Engenharia Têxtil pela UFUSC, Engenheiro de Produção graduado pela Universidade Regional de Blumenau - FURB, Pós-Graduado em Lean manufacturing pela SUSTENTARE - Escola de Negócios. Possui extenso conhecimento e experiência de 22 anos em engenharia industrial, tendo atuado em projetos de otimização do processo produtivo (layout, perdas, organização do trabalho, análise de método de falhas - FMEA, gestão de materiais, projeto seis sigma). Implantou e coordenou a gestão Lean Manufacturing e sistemas de gerenciamento de produção e manutenção, implantação de indicadores e custos industriais e de manutenção em diferentes segmentos de negócios. Atua também como professor de graduação em engenharia de produção da Universidade Regional de Blumenau - FURB e consultor em engenharia industrial dentro das indústrias de transformação.

Raisa Bezerra de Lima

Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Potiguar, UnP, Brasil.



Raquel Linhares Bello Araújo

Possui graduação em Farmácia pela Universidade Federal de Minas Gerais (1997) e mestrado em Ciência de Alimentos pela Universidade Federal de Minas Gerais (2000). Doutora em Ciência de Alimentos na Faculdade de Farmácia da UFMG. Professora Associada I do Departamento de Alimentos da Faculdade de Farmácia da UFMG. Possui experiência na área de análise de nutrientes, estudo e aplicação de resíduos alimentares, desenvolvimento de produtos a partir de resíduos, alimentos funcionais e para fins especiais. Desenvolvimento de dietas enterais contendo nutrientes bioativos.

Raymundo Jorge de Sousa Mançú

Doutorando em Ciência da Informação pela Universidade Fernando Pessoa (UFP) - Cidade do Porto - Portugal (início 2018, em andamento conclusão prevista para julho de 2021). Mestrado em Administração Estratégica pela Universidade Salvador (UNIFACS) - Salvador-Ba (2006-2008). Especialista em Sistemas de Gestão Integrados (SGI) pelo Centro Universitário Jorge Amado (UNIJORGE) - Salvador-Ba (2005-2006). Graduação em Administração com Habilitação em Gestão de Negócio pela Faculdade Santíssimo Sacramento (FSSS) - Alagoinhas-Ba (2001-2004). Professor e Coordenador da Pós-Graduação de Gestão de Petróleo e Gás Natural da Faculdade Santíssimo Sacramento (2009-Atual). Coordenador e Professor do Curso de Administração de Empresas da Faculdade Santo Antônio (FSA) - Alagoinhas-Ba (2007-2009). Funcionário da Unidade de Exploração e Produção de Petróleo da Bahia (UO-BA) - Petrobras S.A (1982-Atual), atuando como Técnico de Operação Sênior e Supervisor de Produção (até 2014). Técnico Master e Professor da Universidade Petrobras, com experiência nas áreas de Gestão e de Técnicas de Engenharia de Perfuração e Completação de Poços, Elevação e Produção de Petróleo e Gás Natural, atuando principalmente nos seguintes processos: gestão, atividades de produção de petróleo e gás natural. Auditor Líder e Auditor Interno de Segurança Operacional, nas áreas de gestão e de processos industriais, conforme requisitos da qualidade, segurança, meio ambiente e de saúde ocupacional (Q.S.M.&S.T.), assim como de requisitos legais da ANP, das 37 Normas Regulamentadoras (NR's) do Ministério da Economia - Escola Nacional de Inspeção do Trabalho (ENIT) - Secretaria de Inspeção do Trabalho, e de Outras Normas da Indústria do Petróleo. Atualmente atuando na gerência de suporte técnico e controle da produção de petróleo e gás natural da UO-BA/ATP-N/STCP, na Unidade de E&P da Bahia - Petrobras, responsável por "Práticas Operacionais", com foco na Segurança Operacional e na Integridade das Instalações de Produção de Petróleo e de Gás Natural. Realiza pesquisas sobre os Sistemas de Gestão Integrados (SGI) das normas ABNT NBR ISO 9001 (SGQ); ISO 14001 (SGA) e ISO 45001 (SGS&ST) e dos Regulamentos Técnicos da ANP: RTSGSO, RTSGI, RTDT, RTSGSS e RTSGIP.



Rayssa Valéria da Silva

Graduanda do curso de Engenharia Civil na Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP) através do Financiamento Estudantil (FIES). Possui formação técnica em Administração. Tem experiência em Engenharia, elaboração de orçamentos e gestão de obra. Atua como monitora na disciplina de Concreto Armado I. É bolsista Unicap de Iniciação Científica sob a orientação do Prof. Dr. Fuad Carlos Zarzar Júnior no período de 07/2018 - 07/2019 e 08/2019 - atualmente. Foi estagiária em sua área com ênfase em manutenção, reformas, construção, orçamento, planejamento e gestão de obras. Tem interesse na área de Engenharia Civil, no âmbito profissional e acadêmico, com ênfase planejamento, inovações, vida útil, prevenção, materiais de construção, além de publicar artigos nacionais e internacionais na sua área.

Renan Pereira Maciel

Graduação em andamento em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará, UEPA, Brasil.

Renata Martins Tavares

Graduação em andamento em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará, UEPA, Brasil.

Renata Medeiros Lobo Muller

Bacharel em Química pela Universidade Federal do Pará (2005), Mestre em Materiais pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares/USP (2008). Doutora em Química pela Universidade Federal do Pará (2011- 2016). Tem experiência na área de Química Analítica, com ênfase em Instrumentação Analítica (Análise de amostras ambientais e biológicas a nível de ultratraços). Possui experiência no magistério superior em Instituições Privadas para cursos de Engenharia e da área da Saúde. Desenvolveu pesquisas, publicações e orientações na área de materiais, corrosão e sustentabilidade. Atuou como professor na Faculdade Pitágoras nos cursos de Engenharia (Ambiental, Química, Civil e Produção) e no Centro Universitário - UNDB nos cursos de Engenharia Civil, Engenharia de Produção, Biomedicina e Farmácia.

Reynaldo Chile Palomino

Possui graduação em Ingeniería Industrial - Universidad Nacional de San Agustín (1987), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (1995) e doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2001). Atualmente é professor Adjunto da Universidade Federal de Sergipe. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Planejamento, Projeto e Controle de Sistemas de Produção, atuando principalmente nos seguintes temas: Produção Enxuta, Planejamento Programação e Controle



da Produção, Logística.

Ricardo Luiz Perez Teixeira

Professor adjunto na Universidade Federal de Itajubá Campus de Itabira, Curso de Engenharia dos Materiais. Doutor em Ciências, Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2011) com doutorado em cotutela em Engenharia Mecânica pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (2011), Mestre em Engenharia Metalúrgica e de Minas pela Universidade Federal de Minas Gerais (2004), Graduado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (1996) e especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Federal de Minas Gerais (1998). Professor de magistério superior pela Universidade Federal de Itajubá campus avançado de Itabira para cursos envolvendo materiais metálicos e compósitos (2013). Associado à ABM: Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração e à SME: Sociedade Mineira de Engenheiros. Professor de magistério superior pela Universidade Federal de Itajubá campus avançado de Itabira para cursos envolvendo materiais metálicos e compósitos (2013). Associado à ABM, Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração e à SME, Sociedade Mineira de Engenheiros.

Richard Andrés Estombelo Montesco

Engenheiro Industrial da Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (1991) e Mestrado em Engenharia Elétrica (2003) e Doutorado Engenharia Química pela Unicamp. Pós-Doutorado em Engenharia de Produção pela Ufscar. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em: Pesquisa operacional, atuando principalmente nos seguintes temas: procedimentos heurísticos, programação da produção (Scheduling), sistemas APS (Advanced Planning Scheduling), CBS (Constraint Based Search), Gestão de custos, Projeto fábrica (Layout, Instalações Industriais), Gestão de Operações, Engenharia de Métodos.

Robson Luciano de Almeida

Possui graduação em Engenharia Química pela UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná (1999), Mestrado (2005) e Doutorado (2008) em Engenharia Química pela UEM - Universidade Estadual de Maringá, área de Desenvolvimento de Processos. Trabalhou na Sadia S.A., unidade de Toledo-PR, na área de extração de óleo de soja com solvente hexano de 2000 a 2006, onde atuou na rotina de fábrica como engenheiro químico. Dentre os atividades realizadas na Fábrica de óleo pode-se citar solução de problemas utilizando a metodologia PDCA, liderança de círculos de CCQ, reestruturação do Cálculo de UEP (Unidade de Esforço de Produção), implantação da Manutenção Autônoma, implantação da Metodologia NOSA 5 estrelas (segurança) e acompanhamento de ampliações de fábrica. Trabalhou na Sperafico Agroindustrial Ltda na área de projetos, supervisão e gerência de produção de 2007 a 2009 nas unidades de Marechal Cândido Rondon/PR e Bataguassú/MS. De 2009 a 2019 compôs o quadro docente da PUCPR, câmpus Toledo minis-



trando diversas disciplinas da engenharia. Foi coordenador do curso de Engenharia de Produção da PUCPR de 2011 a 2019. Atualmente é professor adjunto no curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia na UTFPR, câmpus Toledo.

Rodinei Augusti

Possui graduação em Química pela Universidade Estadual de Campinas (1986), mestrado em Química pela Universidade Estadual de Campinas (1990) e doutorado em Química pela Universidade Estadual de Campinas (1993). Atualmente é professor titular da Universidade Federal de Minas Gerais. Desenvolve trabalhos sobre a aplicação da espectrometria de massas em várias áreas, como o monitoramento de reações de interesse ambiental e o controle de qualidade de bebidas alcoólicas. É assessor das seguintes revistas: *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, *Journal of Mass Spectrometry*, *Analytical Chemistry*, *Inorganic Chemistry*, *Journal of the Brazilian Chemical Society*, *Analyst (London)*, *Journal of the American Society for Mass Spectrometry* e *Química Nova*.

Rony Peterson da Rocha

Doutor e Mestre em Engenharia Química pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia Química da UEM - Universidade Estadual de Maringá. Especialista em Gestão Ambiental e Especialista em MBA Gestão Empresarial pela UNESPAR Campus de Campo Mourão. Graduado em Engenharia de Produção Agroindustrial pela Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão. Atualmente é Professor e Coordenador do Curso de Engenharia de Produção Agroindustrial da UNESPAR Campus de Campo Mourão. Pesquisador do Grupo de Estudos e Pesquisas em Processos e Gestão de Operações (GEPPGO).

Rubya Vieira de Mello Campos

Graduada em Engenharia de Produção Agroindustrial pela Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR/Campus de Campo Mourão - FECILCAM (2008). Especialista em Gestão em Agronegócio pelo Centro Universitário de Maringá - CESUMAR (2009). Mestre em Engenharia Urbana - Departamento de Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Maringá - UEM (2012). Doutora em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá - UEM (2017). Professora do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Pesquisadora dos Grupos de Pesquisas: Controle e Preservação Ambiental (UEM) e do GPMAgro - Grupo de Pesquisas em Materiais Agroindustriais (UNESPAR) nas áreas de Engenharia da Sustentabilidade e Engenharia do Produto.

Silvério dos Santos Brunhoso Cordeiro

Professor Dr. Associado. Universidade Fernando Pessoa-Portugal.



Suelen Fidelis Araújo

Graduação em Engenharia de Produção pela PUC-Minas.

Syntia Lemos Cotrim

Graduada em Engenharia de Produção (2011) pela Universidade Estadual de Maringá. Participou do programa bolsa estágio oferecido pela Universidade Estadual de Maringá, no Departamento de Engenharia de Produção na área de Ergonomia. Adquiriu experiência prática na área de Engenharia de Produção, por meio do estágio desenvolvido na empresa 3W Lamfer do Grupo FA Maringá onde atuou no setor de Planejamento e Controle de Produção e na Cocamar Cooperativa Agroindustrial, onde atuou nos setores de Desenvolvimento de Produtos e Treinamento, . Dentre as atividades mais relevantes, destaca-se a participação na implantação do software UEP e acompanhamento do projeto de modernização da indústria de fios. Atuou como Engenheira de processo na Dusul Indústria Alimentícia. É mestre em Engenharia Urbana pelo departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá. Doutorando do programa de pós-graduação em Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá.

Tarcísio Gonçalves de Brito

Possui graduação em Engenharia Mecânica, especialização em Engenharia Ambiental, mestrado em Engenharia Mecânica e doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Itajubá (2015). Tem experiência nas áreas de Engenharia Mecânica e Produção, atuando nos seguintes temas: Processos de Manufatura, Desenho Técnico I e II, Elementos de Máquinas, Dinâmica de Máquinas, Controle de Qualidade. Atua na área de Projeto e Análise de Experimentos. Pesquisa Operacional. Atualmente professor adjunto C1 da Universidade Federal de Itajubá, Brasil.

Taynara Regiane França Martins

Graduação em ENGENHARIA DE PRODUÇÃO pela Faculdade Estácio de São Luis, ESTÁCIO SÃO LUÍS, Brasil.

Thaynara Cristina Lelis Moreira

Graduação em Engenharia de Produção pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, PUC Minas, Brasil.

Thermerson Felipe Monteiro de Lima

Graduação em andamento em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará, UEPA, Brasil.



Victor Emmanuel de Oliveira Gomes

Doutor em engenharia mecânica e aeronáutica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica, ITA, em cooperação com a Universidade de Magdeburg - Otto-von-Guericke-Universität. Possui mestrado pelo ITA e graduação em engenharia mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina. É diretor do Instituto SENAI de Inovação em Soluções Integradas em Metalmeccânica (FIERGS) e diretor da Unidade EMBRAPII em Sistemas de Sensoriamento, onde gerencia projetos para o desenvolvimento de produtos e de processos industriais, e orienta pesquisas na área de Manufatura Digital. Possui experiência acadêmica e industrial, principalmente, nos temas: Simulação a Eventos Discretos, Digitalização e Metrologia 3D, Gestão da Inovação, Análise de Desempenho Tecnológico e Organizacional.

Victor Manuel Loayza Mendoza

Possui mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1991). É Pesquisador do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Tem experiência na área de Metrologia Científica, com ênfase em Metrologia de Massa. Também possui experiência em e Sistema de Gestão da Qualidade de Laboratórios de Calibração segundo a NBR/ISO 17025, bem como em projeto mecânico utilizando ferramentas CAD, automação e robótica.

Wellington Rocha Silva

Graduação em andamento em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Itajubá, UNIFEI, Brasil.

Weverton Gomes Leonel

Graduação em Engenharia de Produção pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, PUC Minas, Brasil.

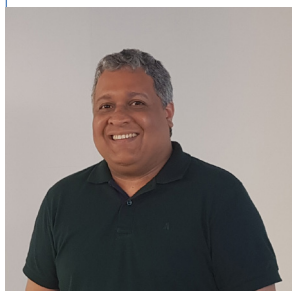
Yvelyne Bianca Iunes Santos

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (1995), mestrado em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1998) e doutorado em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia pela Universidade Federal do Pará (2012). Atualmente é Professora Adjunta IV da Universidade do Estado do Pará e Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia de Produção da UEPA. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Pesquisa Operacional e Planejamento e Controle da Produção, atuando principalmente nos seguintes temas: Otimização de Processos Produtivos, Modelagem Matemática e Processos Estocásticos.



ORGANIZADORES

Eduardo Mendonça Pinheiro



Doutorado em Agroecologia pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA, em andamento). Mestre em Agroecologia pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA, 2017). Pós Graduação em Gestão de Projetos pelo Centro Universitário Internacional (UNINTER, em andamento). Especialista em Gestão Agroindustrial pela Universidade Federal de Lavras-MG (UFLA, 2006), Especialista em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Internacional (UNINTER, 2017). Graduado em Agronomia pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA, 2004), Licenciatura Plena pela Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL, 2008). Mestrado em Engenharia pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA, interrompido em 2014). Engenheiro Agrônomo concursado pela Secretaria Municipal de Agricultura, Pesca e Abastecimento de São Luís (SEMAPA). Sócio Proprietário da Editora Pascal LTDA. Professor dos cursos de Engenharia pela Faculdade Pitágoras/FAMA. Professor Conteudista e Pesquisador do Curso de Tecnologia de Alimentos pela UEMANET. Consultor pelo Programa Alimentos Seguros (PAS).

Patrício Moreira de Araújo Filho



Doutor e Mestre em Engenharia Mecânica, na área de Projetos e Materiais, pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Licenciado em Física pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Consultor da Fundação de Amparo à Pesquisa no Maranhão (FAPEMA), é Professor/pesquisador Adjunto na Universidade do CEUMA (UniCeuma), Líder de grupo de pesquisa em engenharia aeronáutica e aeroespacial (GPEAA) e Coordena o Projeto SAE-UniCeuma desenvolvendo atividades nas áreas de Engenharia e Ensino.

Glauber Tulio Fonseca Coelho



Possui Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional - UNIDERP (2020), mestrado em Engenharia Civil (Concentração: Saneamento Ambiental) pela Universidade Federal do Ceará - UFC (2009), MBA em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas - FGV e graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual do Maranhão (2006). Discente do curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Atualmente é Coordenador Acadêmico da Faculdade Pitágoras de São Luís, bem como professor de disciplinas na área de Meio Ambiente e Tecnologia da Construção. Possui experiência em Construção Civil, Gestão de Projetos, Meio Ambiente, Hidrologia e Drenagem. Empresário no setor de livros virtuais científicos, sócio proprietário da Editora Pascal LTDA.

Nesta obra os Organizadores ressaltam a importância da série científica “Engenharia 4.0: a era da produção inteligente” no contexto empresarial, científico e seus utilitários, por se tratar de tema da maior relevância para a indústria e centros de pesquisa que buscam identificar propostas com o potencial de desenvolvimento tecnológico e inovação. Pautada com trabalhos focalizados em discussões da Engenharia a respeito da produção inteligente e sua nova fronteira, oportuniza aos acadêmicos, professores e profissionais atuantes excelente material para novas reflexões.

ISBN: 978-65-86707-36-6



9 786586 707366

△ 5320