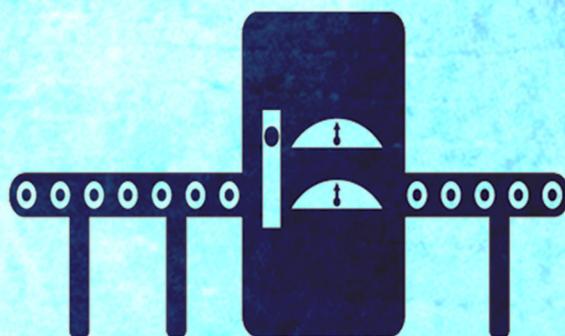
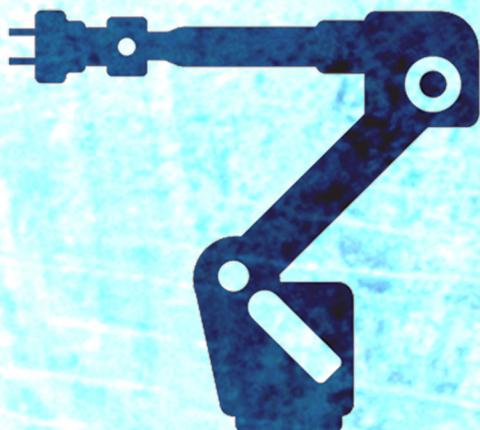


Marcos William Kaspchak Machado
(Organizador)



Engenharia de Produção: What's Your Plan? 2



 **Atena**
Editora

Ano 2019

Marcos William Kaspchak Machado
(Organizador)

Engenharia de Produção:
What's Your Plan? 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E57 Engenharia de produção: what's your plan? 2 [recurso eletrônico] /
Organizador Marcos William Kaspchak Machado. – Ponta
Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Engenharia de Produção:
What's Your Plan?; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-254-8

DOI 10.22533/at.ed.548191204

1. Engenharia de produção – Pesquisa – Brasil. 2. Indústria –
Administração. 3. Logística. I. Machado, Marcos William Kaspchak.
II. Série.

CDD 620.0072

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Engenharia da Produção: What’s your plan?*” é subdividida de 4 volumes. O segundo volume, com 37 capítulos, é constituído com estudos contemporâneos relacionados aos processos de gestão da produção, desenvolvimento de produtos, gestão de suprimentos e logística, além de estudos direcionados à aplicação dos conceitos da Indústria 4.0.

A área temática de gestão da produção e processos aponta estudos relacionados a gestão da demanda, dimensionamento da capacidade produtiva e aplicação de ferramentas de otimização de processos, como o *lean production* e técnicas de modelagem, além de estudos relacionados ao desenvolvimento de novos produtos.

Na segunda parte da obra, são apresentados estudos sobre a aplicação da gestão da cadeia de suprimentos, desde os processos de dimensionamento logístico, gestão de estoque até soluções emergentes provenientes da indústria 4.0 para otimização dos recursos fabris.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra que retrata os recentes avanços científicos do tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de conhecimentos e inovações, e auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área de engenharia de produção.

Boa leitura!

Marcos William Kaspchak Machado

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE E PREVISÃO DE DEMANDA PARA VENDAS EM UMA EMPRESA DE EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS	
Loreine Gabriele Martins da Silva Oliveira João Batista Sarmento dos Santos Neto Giovanna Casamassa Tiago Quinteiri Diego Rorato Fogaça Francisco Bayardo Mayorquim Horta Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.5481912041	
CAPÍTULO 2	15
ENGENHARIA DE MÉTODOS: ESTUDO DOS TEMPOS E MOVIMENTOS NA MELHORIA DA PREPARAÇÃO DE FOOD TRUCK NA CIDADE DE REDENÇÃO – PA	
Nayane dos Santos de Santana Ítalo Lopes da Silva Adilson Sousa Miranda Aline Oliveira Ferreira Nayara Cristina Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.5481912042	
CAPÍTULO 3	28
UTILIZAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM UMA PANIFICADORA EM UM DISTRITO DO MUNICÍPIO DE SERTÂNIA/PE: UM ESTUDO DE CASO	
Marcos Vinicius Leite da Silva Fabiano Gonçalves dos Santos Pedro Vinicius dos Santos Silva Lucena Caio Anderson Cavalcante da Silva Felipe Alves Mendes da Silva Samuel Hesli de Almeida Nunes	
DOI 10.22533/at.ed.5481912043	
CAPÍTULO 4	39
O USO DE PRÁTICAS DE PRODUÇÃO ENXUTA PARA O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA	
Paulo Ellery Alves de Oliveira William Pinheiro Silva Hellany Cybelle Araujo de Lima Arthur Arcelino de Brito Rafael de Azevedo Palhares Mariana Simião Brasil de Oliveira Felipe Barros Dantas Nathaly Silva de Santana Pedro Osvaldo Alencar Regis Eliari Rodrigues Silva Railma Rochele Medeiros da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.5481912044	

CAPÍTULO 5 55

DEFINIÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA NO PROCESSO DE MONTAGEM DE BOBINAS:
ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE FIOS E CABOS

Cryslaine Cinthia Carvalho Nascimento
Aianna Rios Magalhães Veras e Silva
Francimara Carvalho da Silva
Danyella Gessyca Reinaldo Batista
Priscila Helena Antunes Ferreira Popineau
João Isaque Fortes Machado
Leandra Silvestre da Silva Lima
Paulo Ricardo Fernandes de Lima
Pedro Filipe Da Conceição Pereira

DOI 10.22533/at.ed.5481912045

CAPÍTULO 6 68

AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE TEMPERATURA EM UMA UNIDADE DE FABRICAÇÃO DE
ARTEFATOS DE CIMENTO DA REGIÃO CENTRO-SUL DE MATO GROSSO

Eduardo José Oenning Soares
Elmo da Silva Neves
Alexandre Gonçalves Porto
Alexandre Volkman Ultramar
Francisco Lledo dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.5481912046

CAPÍTULO 7 81

UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA MUNDIAL SOBRE OHSAS 18001
PUBLICADA EM PERIÓDICOS INDEXADOS PELA SCOPUS E WEB OF SCIENCE

Thales Botelho de Sousa
Gustavo Ribeiro da Conceição
Franklin Santos Loiola
Larissa Roberta Jorge França
Wilson Juliano Lemes Sumida de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.5481912047

CAPÍTULO 8 93

PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO DE ESTOQUE PARA UMA LOJA DE ROUPAS

Éder Wilian de Macedo Siqueira

DOI 10.22533/at.ed.5481912048

CAPÍTULO 9 105

MELHORIAS NO ARRANJO FÍSICO VISANDO O AUMENTO DA CAPACIDADE PRODUTIVA: UM
ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA MONTADORA DE VEÍCULOS

Jeferson Jonas Cardoso
Joanir Luís Kalnin

DOI 10.22533/at.ed.5481912049

CAPÍTULO 10 116

A APLICABILIDADE DE FERRAMENTAS ESTRATÉGICAS DO LEAN MANUFACTURING - UM ESTUDO DE CASO DA INDÚSTRIA TÊXTIL DE CUIABÁ – MT

Andrey Sartori
Bruna Vanessa de Souza
Claudinilson Alves Luczkiewicz
Ederson Fernandes de Souza
Esdras Warley de Jesus
Fabrício César de Moraes
Moisés Phillip Botelho
Rosana Sifuentes Machado
Rosicley Nicolao de Siqueira
Rubens de Oliveira
William Jim Souza da Cunha

DOI 10.22533/at.ed.54819120410

CAPÍTULO 11 132

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO WOOD FRAME E A ALVENARIA CONVENCIONAL PARA UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR NA CIDADE DE DOURADOS - MS

Cíntia da Silva Silvestre
Filipe Bittencourt Figueiredo

DOI 10.22533/at.ed.54819120411

CAPÍTULO 12 150

APLICAÇÃO DO DMAIC E TÉCNICA DE MODELAGEM PARA MELHORIA DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SAPATA

Taís Barros da Silva Soares
Camilla Campos Martins da Silva
Fredjoger Barbosa Mendes
Jarbas Dellazeri Pixiolini
Rodolfo Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.54819120412

CAPÍTULO 13 166

APLICAÇÃO DO *QUICK RESPONSE MANUFACTURING* (QRM) PARA A REDUÇÃO DO TEMPO DE MANUTENÇÕES PROGRAMADAS EM UMA SUBESTAÇÃO TRANSMISSORA DE ENERGIA ELÉTRICA

Jader Alves de Oliveira
Fernando José Gómez Paredes
Tatiana Kimura Kodama
Moacir Godinho Filho

DOI 10.22533/at.ed.54819120413

CAPÍTULO 14 180

ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL: ESTUDO DE UMA MICROCERVEJARIA EM NOVA LIMA - MINAS GERAIS

João Marcelo Soares Bahia
Rafael Assunção Carvalho de Paula
Eduardo Romeiro Filho

DOI 10.22533/at.ed.54819120414

CAPÍTULO 15	192
EFEITO DA APLICAÇÃO DO OEE EM UMA INDÚSTRIA LÁCTEA GOIANA	
Darlan Marques da Silva	
Angélica de Souza Marra	
Jordania Louse Silva Alves	
DOI 10.22533/at.ed.54819120415	
CAPÍTULO 16	206
ANÁLISE DOS RESULTADOS DO PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING EM UMA EMPRESA FABRICANTE DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS: UM ESTUDO DE CASO	
Bruno Henrique Phelipe	
Walther Azzolini Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.54819120416	
CAPÍTULO 17	218
AS ETAPAS CRÍTICAS PARA MELHORIA DOS PROCESSOS PRODUTIVOS INTERNOS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO SERIADA	
Manoel Gonçalves Filho	
Clóvis Delboni	
Reinaldo Gomes da Silva	
Sílvio Roberto Ignácio Pires	
DOI 10.22533/at.ed.54819120417	
CAPÍTULO 18	235
PROPOSTA DE REDUÇÃO DE <i>LEAD TIME</i> NA LINHA DE PRODUTOS TERMOELÉTRICOS DE UMA PEQUENA EMPRESA FAMILIAR DO INTERIOR PAULISTA	
Fernanda Veríssimo Soulé	
Nayara Cristini Bessi	
Luana Bonome Message Costa	
Ana Beatriz Lopes Françoso	
Tatiana Kimura Kodama	
Luís Carlos de Marino Schiavon	
Moacir Godinho Filho	
DOI 10.22533/at.ed.54819120418	
CAPÍTULO 19	253
CONSTRUÇÃO NAVAL BRASILEIRA: PERSPECTIVAS E OPORTUNIDADES A PARTIR DO DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE OPERACIONAL	
Maria de Lara Moutta Calado de Oliveira	
Sergio Iaccarino	
Elidiane Suane Dias de Melo Amaro	
Daniela Didier Nunes Moser	
Eduardo de Moraes Xavier de Abreu	
DOI 10.22533/at.ed.54819120419	
CAPÍTULO 20	266
AVALIAÇÃO DE UMA MARCA DE REMOVEDOR DE ESMALTE A BASE DE ACETONA BASEADA EM QUATRO DIMENSÕES DO <i>BRAND EQUITY</i>	
Felipe Zenith Fonseca	
Flávia Gontijo Cunha	
Gabriela Santos Medeiros Madeira	
Valdilene Gonçalves Machado Silva	
DOI 10.22533/at.ed.54819120420	

CAPÍTULO 21 277

ESTUDO DO COMPORTAMENTO DAS FERRAMENTAS REVESTIDAS COM PVD NA USINAGEM DO ALUMÍNIO 6351-T6

Rodrigo Santos Macedo
Marcio Alexandre Goncalves Machado
Vanessa Moraes Rocha de Munno
Ricardo Felix da Costa

DOI 10.22533/at.ed.54819120421

CAPÍTULO 22 291

MIX DO MARKETING EM DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: ESTUDO DE CASO EM EMPRESA DE LATICÍNIOS

Rafael de Azevedo Palhares
Rogério da Fonsêca Cavalcante
Thyago de Melo Duarte Borges
Evaldo Soares de Azevedo Neto
Natalia Veloso caldas de Vasconcelos
Rodolfo de Azevedo Palhares

DOI 10.22533/at.ed.54819120422

CAPÍTULO 23 303

A RELAÇÃO ENTRE A GESTÃO DO CONHECIMENTO E A LOGÍSTICA: FATORES RELEVANTES E NOVAS PERSPECTIVAS COM BASE NA LOGÍSTICA 4.0

Davidson de Almeida Santos
Osvaldo Luiz Gonçalves Quelhas
Carlos Francisco Simões Gomes
Sheila da Silva Carvalho Santos
Marcius Hollanda Pereira da Rocha
Rosley Anholon

DOI 10.22533/at.ed.54819120423

CAPÍTULO 24 318

ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS COM ESPECIFICIDADES DE TEMPERATURA E UMIDADE: UM ESTUDO DE CASO

Clayton Gerber Mangini
Claudio Melim Doná
Julio Cesar Aparecido da Cruz
Wagner Delmo Abreu Croce

DOI 10.22533/at.ed.54819120424

CAPÍTULO 25 331

ESTUDO DO PROCESSO PRODUTIVO E COMERCIAL DO QUEIJO MINAS ARTESANAL CANASTRA DE UMA FAZENDA EM MEDEIROS-MG

Rafael Izidoro Martins Neto
Humberto Elias Giannecchini Fernandes Rocha Souto
Bárbara Andrino Campos Silva
Marcelo Teotônio Nametala

DOI 10.22533/at.ed.54819120425

CAPÍTULO 26	346
GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS EM SERVIÇOS POR MEIO DO FLUXO DE INFORMAÇÕES: CASO DO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO GETÚLIO VARGAS	
Manoel Carlos de Oliveira Junior Sandro Breval Santiago Saariane Arruda Bastos	
DOI 10.22533/at.ed.54819120426	
CAPÍTULO 27	358
GESTÃO DE RISCOS DE RUPTURAS E ESTRATÉGIAS DE RESILIÊNCIA EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS	
Márcio Gonçalves dos Santos Rosane Lúcia Chicarelli Alcântara	
DOI 10.22533/at.ed.54819120427	
CAPÍTULO 28	373
SELEÇÃO DE MODAL DE TRANSPORTE ATRAVÉS DE UM MÉTODO DE APOIO À DECISÃO MULTICRITÉRIO	
Myllena de Jesus Fróz da Silva Mônica Frank Marsaro Mirian Batista de Oliveira Bortoluzzi	
DOI 10.22533/at.ed.54819120428	
CAPÍTULO 29	385
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE PRESTADORES DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS UTILIZANDO A ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS	
Isabella russo vanazzi Luís Filipe Azevedo de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.54819120429	
CAPÍTULO 30	398
PROPOSTA DE MELHORIA COM ENFOQUE NA GESTÃO DE ESTOQUE EM UM SUPERMERCADO	
Rafael de Azevedo Palhares Evaldo Soares de Azevedo Neto Samira Yusef Araujo de Falani Bezerra Camila Favoretto Laura Maria Rafael Dellano Jatobá Bezerra Tinoco Leila Araújo Falani Lílian Salgueiro Azevedo	
DOI 10.22533/at.ed.54819120430	
CAPÍTULO 31	410
DESAFIOS DA SUPPLY CHAIN 4.0	
Felipe de Campos Martins Alexandre Tadeu Simon Fernando Celso Campos Renan Stenico de Campos	
DOI 10.22533/at.ed.54819120431	

CAPÍTULO 32	423
CUSTOMCOLOR: UMA SIMULAÇÃO DA PRODUÇÃO CUSTOMIZADA APLICANDO OS CONCEITOS DA INDÚSTRIA 4.0	
Nicole Sales Libório	
Yrlanda de Oliveira dos Santos	
Jorge Luis Abadias Barbosa	
Vandermi João da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.54819120432	
CAPÍTULO 33	433
IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0 SOBRE O FUTURO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO	
Caio Zago Cuenca	
Caio Marcelo Lourenço	
Raquel Lazzarini dos Santos Françoso	
Fernando César Almada Santos	
DOI 10.22533/at.ed.54819120433	
CAPÍTULO 34	444
O PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA 4.0 E SEU ALINHAMENTO COM OS PARADIGMAS ESTRATÉGICOS DE GESTÃO DA MANUFATURA	
Paulo Eduardo Pissardini	
José Benedito Sacomano	
DOI 10.22533/at.ed.54819120434	
CAPÍTULO 35	457
UM MODELO DE PROCESSOS DO PROJETO DE ADAPTAÇÃO EMPRESARIAL AO PARADIGMA DAS INDÚSTRIAS 4.0	
Thales Botelho de Sousa	
Fábio Müller Guerrini	
Carlos Eduardo Gurgel Paiola	
Márcio Henrique Ventureli	
DOI 10.22533/at.ed.54819120435	
CAPÍTULO 36	469
ESTIMANDO A RECIPROCIDADE DO MODAL DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO BRASILEIRO	
Ronan Silva Ferreira	
Priscila Caroline Albuquerque da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.54819120436	
CAPÍTULO 37	482
ESTUDO DE OPERAÇÃO DA COLETA SELETIVA NO BAIRRO URCA, RIO DE JANEIRO	
Frederico do Nascimento Barroso	
Marcelle Candido Cordeiro Lino Marujo	
Leonardo Mangia Rodrigues	
Lino Guimarães Marujo	
DOI 10.22533/at.ed.54819120437	
SOBRE O ORGANIZADOR	494

ANÁLISE E PREVISÃO DE DEMANDA PARA VENDAS EM UMA EMPRESA DE EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS

Loreine Gabriele Martins da Silva Oliveira

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia
Campo Grande – Mato Grosso do Sul

João Batista Sarmiento dos Santos Neto

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia
Campo Grande – Mato Grosso do Sul

Giovanna Casamassa Tiago Quinteiri

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia
Campo Grande – Mato Grosso do Sul

Diego Rorato Fogaça

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia
Campo Grande – Mato Grosso do Sul

Francisco Bayardo Mayorquim Horta Barbosa

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia
Campo Grande – Mato Grosso do Sul

RESUMO: A previsão de demanda é uma importante ferramenta para otimização de estoques. Antecipar-se à demanda possibilita atendimento ao cliente com maior agilidade,

gerando um diferencial à empresa em relação à satisfação do cliente. Este trabalho apresenta um estudo de caso de previsão de demandas feito com base em uma empresa de equipamentos agrícolas na cidade de São Gabriel do Oeste – Mato Grosso do Sul. Os dados históricos de vendas foram divididos em quatro grupos, sendo que neste artigo são abordados os resultados para o grupo de Combustíveis e Lubrificantes. Com a análise dos dados foi possível sugerir o método de previsão mais adequado para os produtos. Devido às diferentes características de cada um, o método utilizado foi o modelo de Holt-Winters Multiplicativo. Após a definição do modelo, foram realizadas as previsões futuras, seguidas da validação pela técnica 4MAD. Verificou-se que o método apresentava poucos erros de previsão, e que para o caso da empresa em questão a previsão de demanda deve ser realizada com métodos quantitativos juntamente com os métodos qualitativos.

PALAVRAS-CHAVE: Previsão de demanda; Peças Agrícolas; Holt-Winters.

ABSTRACT: Demand forecasting is an important tool for inventory optimization. Anticipating demand enables customer service with greater agility, generating a differential to the company in relation to customer satisfaction. This paper presents a case study of forecasting demands made based on an agricultural equipment

company in the city of São Gabriel do Oeste - Mato Grosso do Sul. Historical sales data were divided into four groups, and in this article are addressed the results for the Fuels and Lubricants group. With the data analysis it was possible to suggest the most appropriate forecasting method for the products. Due to the different characteristics of each one, the method used was the Holt-Winters Multiplicative model. After the definition of the model, the future predictions were followed, followed by the validation by the 4MAD technique. It was found that the method had few forecast errors, and that for the company in question demand forecasting should be performed with quantitative methods along with qualitative methods.

KEYWORDS: Demand forecast; Agricultural Parts; Holt-Winters.

1 | INTRODUÇÃO

A previsão da demanda é a base para o planejamento estratégico da produção, de vendas e finanças de qualquer empresa. Com ela as empresas podem desenvolver os planos de capacidade, fluxo de caixa, vendas, produção e estoques, mão-de-obra, compras etc. Permite que os gestores desses sistemas antevejam o futuro e planejem adequadamente suas ações (ZANELLA, 2015).

Como existem diferentes métodos para realizar previsões de demanda, cabe à empresa selecionar o método mais adequado ao seu sistema, considerando as características dos produtos/serviços oferecidos, como a sazonalidade, por exemplo. As previsões de demanda são essenciais para o planejamento das empresas, desde o controle de estoques, fluxo de caixa, planejamento de produção e vendas etc (BALLOU, 2007).

Segundo Martins e Laugeni (2006), para que a empresa possa se antecipar à demanda e realizar os pedidos conforme as necessidades dos clientes recomendam-se que ela elabore uma previsão de vendas. Os modelos de previsão de demanda são importantes ferramentas para a otimização de estoques. Porém, para que o modelo obtenha respostas satisfatórias para a previsão de demanda, ele deve representar as particularidades e características da empresa.

Este trabalho tem o intuito de desenvolver, aplicar e validar um modelo de previsão de demanda que mais se adequa à realidade de uma empresa de implementos para o ramo do agronegócio, no setor de vendas de maquinários, peças e equipamentos agrícolas, na matriz, em Campo Grande – Mato Grosso do Sul. Com isso, busca-se dimensionar o estoque e realizar os pedidos de maneira que atenda com excelência as necessidades dos clientes.

O foco do trabalho está na venda de equipamentos agrícolas: peças, lubrificantes e materiais diversos da filial de São Gabriel do Oeste. A filial abrange as cidades de Bandeirantes, Camapuã, Rio Negro, Rio Verde e a própria cidade de São Gabriel do Oeste para atendimento. Atualmente, a previsão de demanda é feita com base na opinião e informações repassadas pelos vendedores de cada filial para a matriz.

2 | REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Modelo de Holt – Winters

O modelo de *Holt – Winters* é usado para suprir a necessidade do cálculo da previsão de demanda para sazonalidade e tendência variáveis, sendo considerado um modelo dinâmico de previsão. Para que o modelo funcione corretamente são usadas equações de ajuste para os índices de nível, tendência e sazonalidade. Além disso, existem duas abordagens para tal método, a aditiva e a multiplicativa. A forma mais apropriada depende do comportamento da sazonalidade (HYNDMAN; ATHANASOPOULOS, 2012).

Método Aditivo: Tal método é utilizado para casos em que a sazonalidade não depende do nível da demanda. As Equações 1, 2, 3 e 4 são usadas no método aditivo.

$$F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m} \quad (1)$$

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2)$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (3)$$

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (4)$$

Onde:

s = número de períodos por ciclo sazonal;

m = horizonte de previsão;

α, β, γ = constantes de suavização (com valores entre 0 e 1);

F_{t+m} = previsão para o período $t + m$;

L_t = estimativa do nível da série temporal no período t ;

T_t = estimativa de tendência da série temporal para o período t ;

S_t = estimativa do componente sazonal da série temporal no período t .

Método Multiplicativo: Usado em casos em que sazonalidade varia conforme o nível da demanda. Para o cálculo da previsão por este método são utilizadas as Equações 5, 6, 7 e 8.

$$F_{t+m} = (L_t + b_t m)S_{t-s+m} \quad (5)$$

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (6)$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (7)$$

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (8)$$

Onde:

s = número de períodos por ciclo sazonal;

n = horizonte de previsão;

α, β e γ = constantes de suavização (com valores entre 0 e 1);

F_{t+m} = previsão para o período $t + m$;

L_t = estimativa do nível da série temporal no período t ;

T_t = estimativa de tendência da série temporal para o período t ;

S_t = estimativa do componente sazonal da série temporal no período t .

O cálculo da previsão de demanda pelo método de *Holt-Winters* requer equações iniciais para o período $t = 0$. Bertolo (2009), sugere uma das maneiras de inicialização por meio das Equações 9, 10 e 11.

$$L_s = \frac{1}{s}(x_1 + x_2 + \dots + x_s) \quad (9)$$

$$T_s = \frac{1}{s} \left(\frac{x_{s+1} - x_1}{s} + \frac{x_{s+2} - x_2}{s} + \dots + \frac{x_{s+s} - x_s}{s} \right) \quad (10)$$

$$S_1 = \frac{x_1}{L_s}, S_2 = \frac{x_2}{L_s}, \dots, S_s = \frac{x_s}{L_s} \quad (11)$$

Onde:

L_s = estimativa do nível da série temporal no período s ;

T_s = estimativa de tendência da série temporal para o período s ;

S = estimativa do componente sazonal da série temporal;

s = número de períodos por ciclo sazonal

x = demanda real.

Vale ressaltar que para a obtenção das constantes de suavização, pode ser utilizada a ferramenta *Solver* do *software Microsoft Excel*. O objetivo é a minimização dos erros do erro quadrático médio pelo uso de um algoritmo de otimização.

2.2 Controle e monitoramento do modelo de previsão

Para o monitoramento e controle do modelo, a ferramenta utilizada foi a MAD (*Mean Absolute Deviation*). A MAD tem base nos limites superior e inferior, que geralmente possuem o valor de quatro MAD (*Mean Absolute Deviation*), equivalentes a três desvios-padrões (TUBINO, 2007). A Equação 12 é usada para que seja determinado o valor do MAD, relacionado aos limites superior e inferior para o gráfico de controle.

$$r = \frac{\sum |D_{atual} - D_{prevista}|}{n} \quad (12)$$

D_{atual} = demanda ocorrida no período

$D_{prevista}$ = demanda prevista no período

n = números de períodos

Sendo assim, o modelo de previsão pode ser considerado válido e sob controle quando os erros estiverem dentro dos limites estipulados.

2.3 Classificação ABC

Também conhecida como classificação ABC, a Curva de Pareto segue o raciocínio de que poucos itens são responsáveis pela maioria dos acontecimentos estudados. Dessa maneira alguns itens serão mais importantes que os demais (TUBINO, 2007).

Para Peinado e Graeml (2007), a atribuição da importância do item, na maioria das vezes, é relativo à sua representatividade financeira para o capital da empresa. Dessa maneira, os itens são divididos em três classes. Na classe A estão os itens considerados muito importantes. A classe B engloba os itens com importância moderada e a classe C contém os itens considerados como menor importância.

A Figura 1 ilustra um exemplo para classificação ABC de produtos.

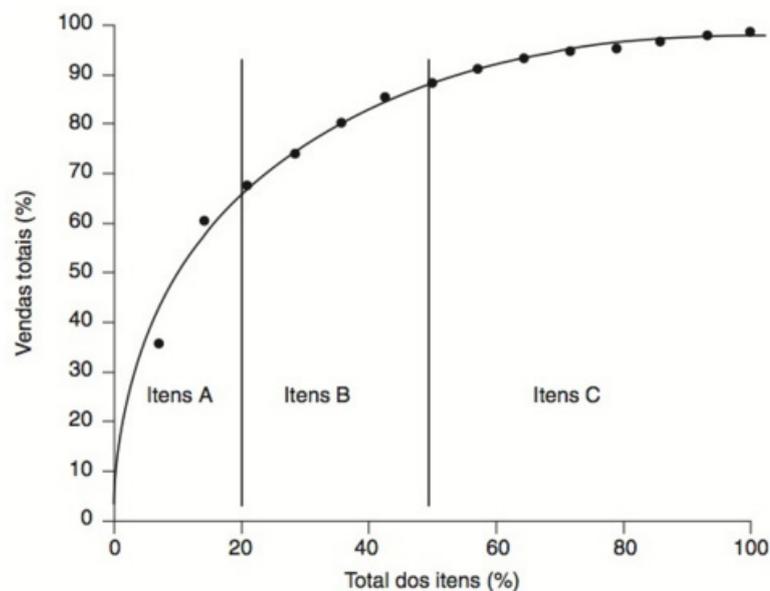


Figura 1 – Exemplo gráfico para classificação ABC de produtos

Fonte: Ballou, 2007

Ballou (2007) cita a classificação ABC como o conceito 80-20, dividindo os itens de acordo com as atividades de venda, sendo que 20% dos itens mais bem classificados entram para o grupo A, os 30% no grupo B, e os demais no grupo C.

Segundo Medeiros (2009), por meio desse diagrama podemos observar a relação causa-efeito, e, portando, priorizar a ação que trará o melhor resultado.

3 | METODOLOGIA

Quanto à finalidade da pesquisa, a mesma pode ser considerada aplicada, cujo objetivo é a resolução de um problema e obtenção de conhecimentos em relação a uma situação específica. A pesquisa também pode ser considerada como descritiva e quantitativo, e em relação ao método aplicado ela pode ser considerada como estudo de caso (GIL, 2009).

O trabalho em questão foi realizado com base na demanda dos itens de uma empresa de implementos agrícolas. Os dados foram coletados com visitas à empresa. À empresa, que divide seus itens comercializados em 4 grupos: Combustíveis e Lubrificantes, Materiais Diversos, Peças de Colheitadeiras e Peças de Tratores. Neste artigo, serão apresentados os resultados para o primeiro grupo de itens, o grupo que representa os Combustíveis e Lubrificantes. Dessa forma, a Curva ABC foi gerada separadamente para o grupo escolhido e a escolha dos itens para a análise de previsão de demanda foi com base nos itens que tiveram maior representatividade no faturamento da empresa com base nos dados histórico no período de 2012 a 2015.

Em sequência, foram elaborados gráficos de demanda para visualização das características dos itens e definição do melhor método a ser empregado. O cálculo da previsão da demanda futura compreendeu o período de setembro de 2015 a agosto de 2016. Para efeito de obtenção dos erros e comparação com a demanda real, foram realizadas previsões para o período de janeiro de 2013 a agosto de 2015.

Para as constantes de suavização α , β e γ do método Holt-Winter foi determinado valor inicial de 0,5 e posteriormente, esse valor foi otimizado utilizando a ferramenta Solver do software Microsoft Excel. A otimização ocorreu com base na minimização do valor do erro médio absoluto.

Na validação do modelo utilizado para previsão, foi calculado o valor da MAD para os resultados encontrados. Sendo assim possível identificar o erro do modelo escolhido.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise dos dados de vendas

Para escolha dos itens priorizados foi aplicado a Curva ABC para o grupo Combustíveis e Lubrificantes, o mesmo pode ser observado na Figura 2.

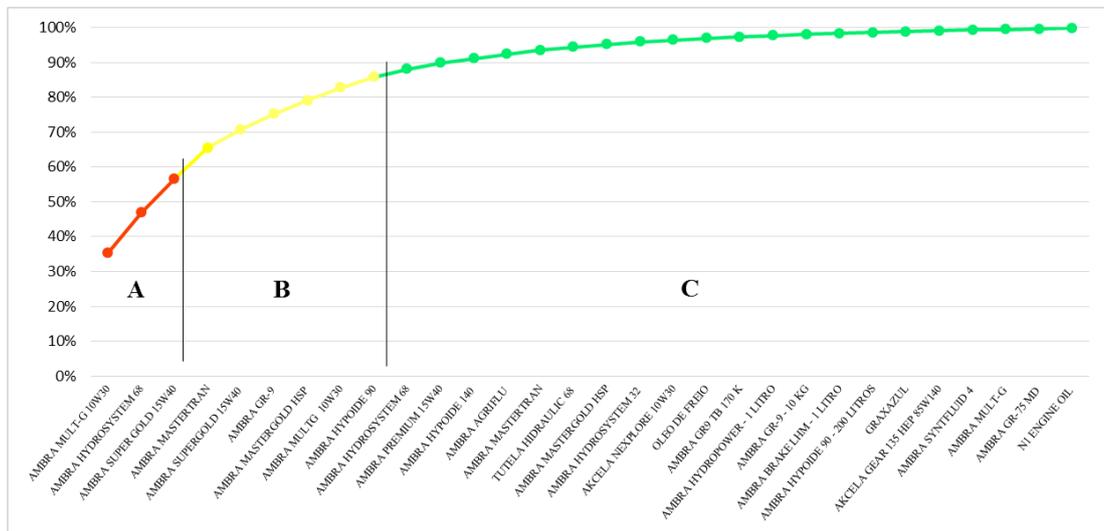


Figura 2 – Curva ABC para o grupo Combustíveis e Lubrificantes

Fonte: Elaborada pelos autores

Após realizada a análise dos dados históricos, foram escolhidos os itens que apresentassem histórico de vendas entre 2012 e 2015. Sendo assim, para o grupo Combustíveis e Lubrificantes os itens com maior representatividade (47% do faturamento), foram os lubrificantes “Ambra Mult-G 10W30” e “Ambra Hydrosystem 68”.

4.2 Previsão de demanda

No intuito de identificar um método adequado para a previsão de demanda, foram gerados gráficos com dados históricos de venda para identificação de variáveis como sazonalidade e tendência. As Figuras 3 e 4 demonstram o histórico das vendas para os combustíveis “Ambra Mult-G 10W30” e “Ambra Hidrosystem 68” respectivamente.

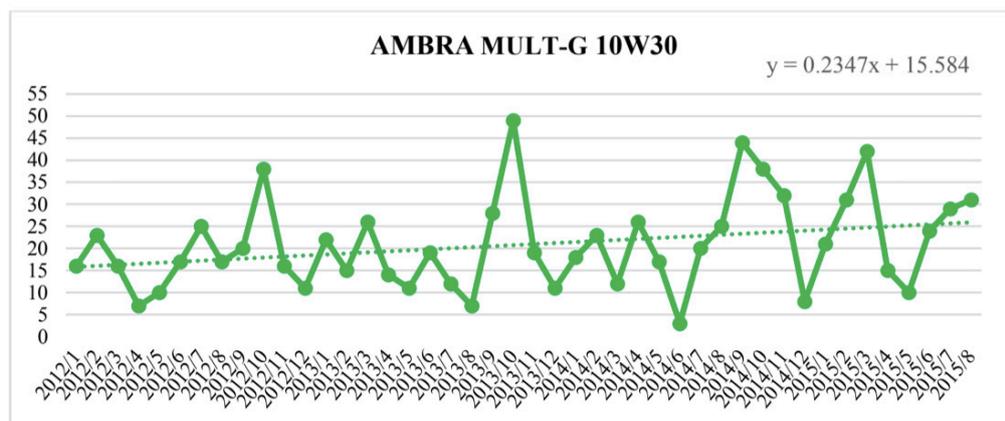


Figura 3 – Histórico de demanda para o produto Ambra Mult-G 10W30

Fonte: Elaborada pelos autores

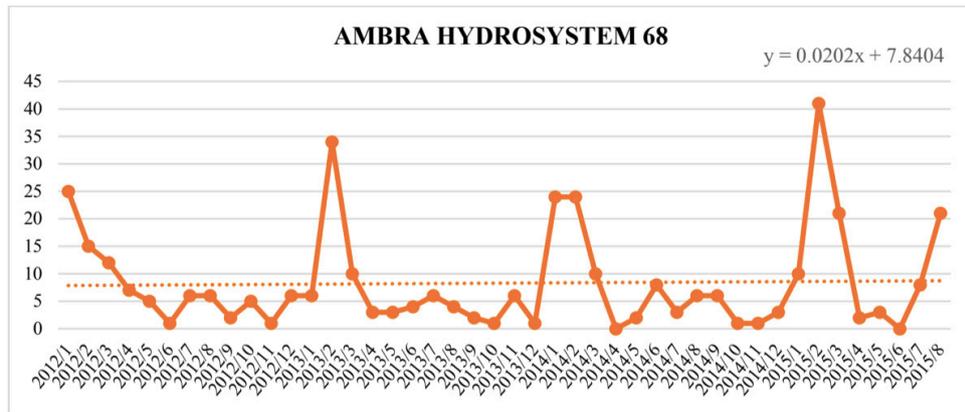


Figura 4 – Histórico de demanda para o produto Ambra Hidrosystem 68

Fonte: Elaborada pelos autores

Notou-se que para os dois produtos, a demanda apresenta tendência e sazonalidade. Para o produto “Ambra Mult-G 10W30” percebeu-se que houve um aumento nas vendas a cada final de ano, entre agosto e novembro. Já para o produto “Ambra Hidrosystem 68” houve ocorrência de aumento nas vendas no começo de cada ano, entre janeiro e março.

Sendo assim, optou-se como o método mais adequado de previsão para os dois produtos do grupo o modelo de *Holt-Winters* Multiplicativo, já que apresentam componentes de tendência e sazonalidade com uma variação sazonal que aumenta e diminui ao longo do tempo.

Para obtenção dos erros e para comparação com a demanda real, foi calculada a previsão para cada mês entre o período de janeiro de 2013 a agosto de 2015. Essas previsões encontram-se na coluna “Previsão” dos APÊNCIDES A e B.

A Tabela 1 resume os valores otimizados para as constantes de suavização α , β e γ , obtidas por meio da minimização do Erro Quadrático Médio (MSE), e do Erro Médio Absoluto (MAD).

Produto	α	β	γ	MAD	MSE
AMBRA MULT-G 10W30	0,0056	1,0000	0,1848	7,12	80,79
AMBRA HYDROSYSTEM 68	0	0	0,7860	7,94	129,03

Tabela 1 – Valores das constantes de suavização e erros para os produtos do grupo Combustíveis e Lubrificantes

Fonte: Elaborada pelos autores

As Figuras 5 e 6 demonstram graficamente a diferença entre demanda real com a prevista para cada mês no período de janeiro de 2013 a agosto de 2015.

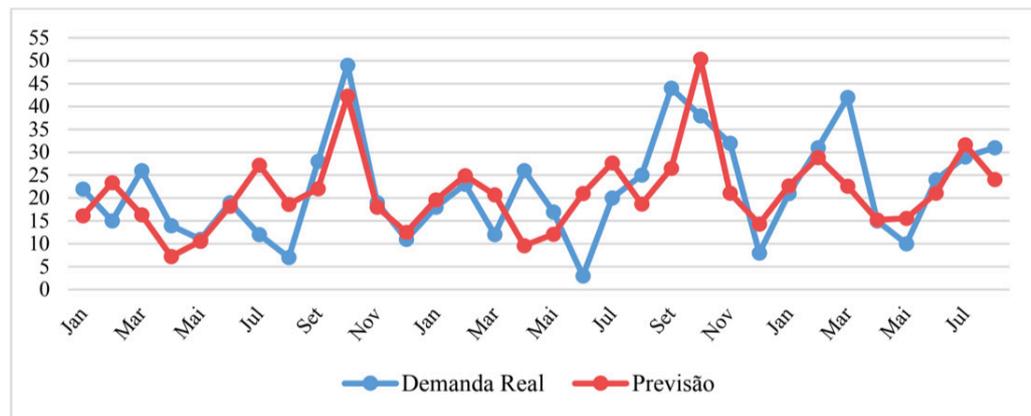


Figura 5 – Comparação da demanda real com a previsão calculada para o produto Ambra Mult-G 10W30

Fonte: Elaborada pelos autores

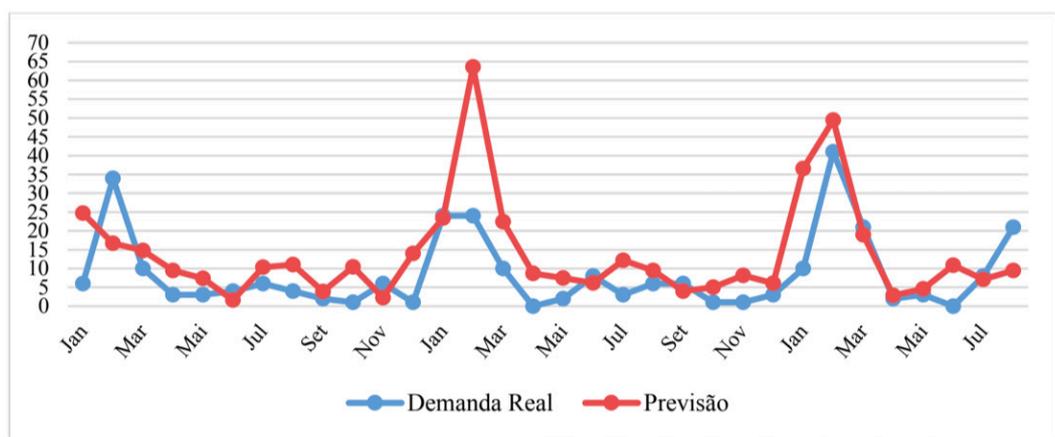


Figura 6 - Comparação da demanda real com a previsão calculada para o produto Ambra Hidrosystem 68

Fonte: Elaborada pelos autores

Analisando os gráficos de comparação, foi possível observar que para o item “Ambra Mult-G 10W30” a demanda prevista apresentou valores bem próximos à real. Já para “Ambra Hidrosystem 68” houve grande diferença entre uma demanda e outra no período de fevereiro de 2013. Nesse caso é necessária a investigação para encontrar motivo que levou uma queda nas vendas desse período.

Em seguida, com as constantes de suavização otimizadas, foram realizadas as previsões relacionadas os 12 meses posteriores ao último período, ou seja, de setembro de 2015 a agosto de 2016. Os resultados estão contidos na Tabela 2.

Previsão da Demanda		
Período	Ambra Mult-G 10W30	Ambra Hidrosystem 68
2015/9	37	8
2015/10	59	3
2015/11	29	4
2015/12	16	5

2016/1	28	20
2016/2	36	51
2016/3	32	24
2016/4	19	3
2016/5	18	4
2016/6	27	3
2016/7	38	8
2016/8	31	19

Tabela 2 – Resultados para previsão de demanda futura do grupo Combustíveis e Lubrificantes

Fonte: Elaborada pelos autores

4.3 Validação do modelo de previsão

O Ambra Mult G – 10W30 teve um erro médio absoluto de 7,12, com os valores de seus limites superior e inferior sendo 28,47 e -28,47 respectivamente. A Figura 7 ilustra o gráfico de controle para tal produto, com limites superior e inferior expressos pelas barras em vermelho.

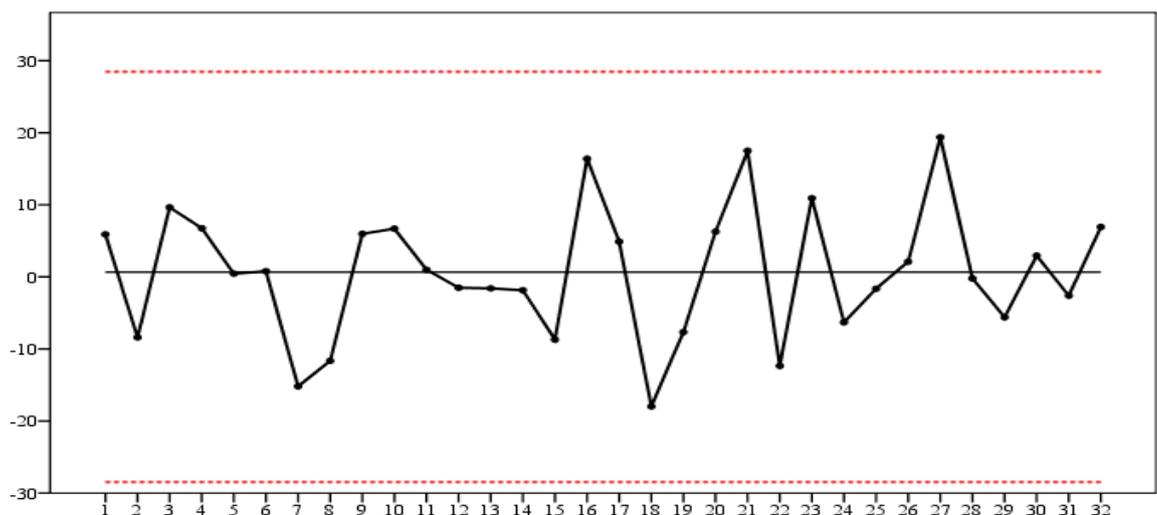


Figura 7 – Gráfico de Controle para o produto Ambra Mult-G 10W30

Fonte: Elaborada pelos autores

Percebe-se que ao decorrer das previsões (períodos) nenhum erro ultrapassou os limites definidos. Portanto, pode-se dizer que o método utilizado para a previsão é válido.

Em relação ao “Ambra Hydrosystem 68” com o valor de MAD igual a 7,94, os limites são 31,74 e -31,74, representados na Figura 8.

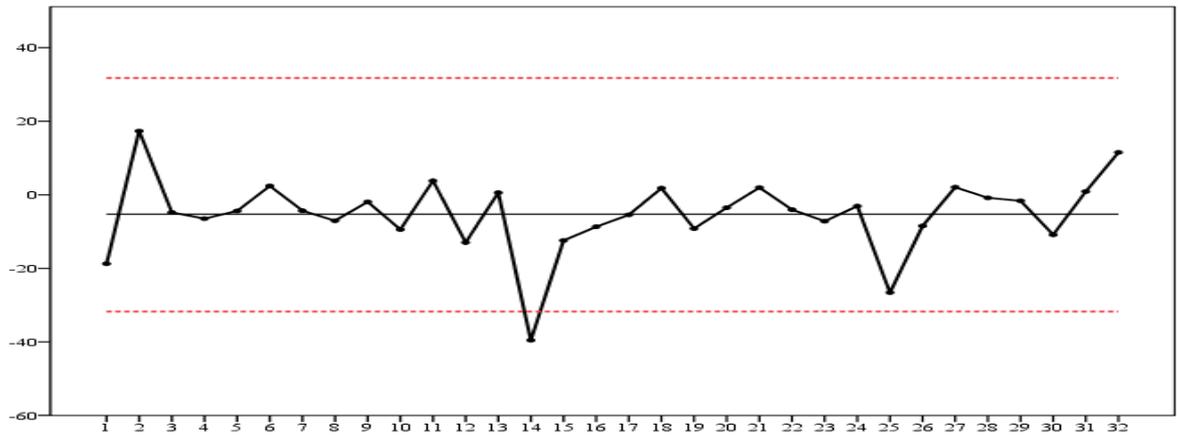


Figura 8 – Gráfico de Controle para o produto Ambra Hydrosystem 68

Fonte: Elaborada pelos autores

O gráfico de controle para o lubrificante “Ambra Hydrosystem 68” apresentou uma previsão com erro maior do que o especificado. A previsão do período em questão é relativa ao mesmo período do ano anterior. Sendo assim, como houve uma queda nas vendas, a previsão não acompanhou tal evento. Nesse caso, seria necessário avaliar o que ocorreu no período. Em relação as demais previsões o método se mostrou eficiente com erros dentro dos limites. É interessante continuar acompanhando as previsões, para que haja certeza da validação do método.

5 | CONCLUSÕES

A previsão de demanda é uma importante ferramenta para uma empresa, principalmente quando ela está inserida em um mercado competitivo. Isso se deve ao fato de que antecipar-se da demanda gera maior satisfação do cliente, já que há o atendimento com maior agilidade.

A técnicas de previsão servem de guia para a tomada de decisão no que diz respeito ao estoque da empresa. Quanto às limitações, a empresa objeto do estudo possui um amplo portfólio de produtos e a quantidade de dados históricos, já que alguns itens deixaram de ser vendidos e outros entraram no portfólio recentemente.

Os modelos de previsão utilizados se mostraram eficientes em relação aos resultados, com apenas o lubrificante “Ambra Hydrosystem 68” apresentando uma previsão com erro maior do que o especificado. Notou-se que nesta ocorrência, aconteceu em períodos com vendas muito mais baixas se comparado aos outros anos.

Recomenda-se que a empresa utilize os modelos quantitativos de previsão de demanda juntamente com os modelos qualitativos. Os eventos esporádicos devem ser analisados para que a empresa possa se antecipar para atender aos clientes. É recomendado também que sempre haja controle das previsões realizadas com o passar do tempo, pois o método pode se mostrar ineficiente no futuro. Vale ressaltar

que os resultados podem conter erros e não estimam com exatidão a demanda futura, servindo de guia, juntamente com as opiniões dos profissionais para o planejamento do estoque.

Por fim, propõe-se para trabalhos futuros tentar diminuir ainda mais os valores dos erros, analisando as particularidades da demanda de cada produto e tentando traduzir isso em um modelo quantitativo. Também se propõe a análise da previsão de demanda para outros grupos de peças da empresa, como: materiais diversos, peças de colheitadeira e peças de tratores.

REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/ Logística Empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

BERTOLO, Luiz Antonio. **Métodos Básicos de Previsão no EXCEL**. Apostila do Instituto Municipal de Ensino Superior de Cantaduva-SP, 2009 Disponível em: < <http://www.bertolo.pro.br/MetodosQuantitativos/Simulacao/MetodosBasicosDePrevisaoDeSeriesTemporaisNoExcel.pdf> >. Acesso em 27 de maio de 2015.

GIL, Antônio Carlos. **Estudo de Caso – Fundamentação Científica; Subsídios para Coleta e Análise de Dados; Como Redigir o Relatório**. São Paulo: Atlas, 2009.

HYNDMAN, Rob; ATHANASOPOULOS, George. **Forecasting: Principles and Practice**. Livro online, 2012. Disponível em: < <https://www.otexts.org/fpp> >. Acesso em: 20 dez. 2015

MARTINS, Petronio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MEDEIROS, Janaína. **Influência da areia argilosa na recuperação de petróleo por injeção de vapor**. Natal: UFRN, 2009. DISSERTAÇÃO (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia do Petróleo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre R. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. São Paulo: Atlas, 2007.

ZANELLA, Cleunice; VIEIRA, Volmir; BARICHELLO, Rodrigo; RODRIGUES, Marcio Paixão. **Previsão de demanda: um estudo de caso em uma agroindústria de carnes do oeste catarinense**. *Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, 11(1), 45, 2016.

APÊNDICE A – TABELA DE PREVISÃO DE DEMANDA PARA O PRODUTO AMBRA MULT-G 10W30

Ambra Mult-G 10W30										
Mês	t	Demanda Real	Nível	Tendência	Sazonalidade	Previsão	Erro Simples	Erro Absoluto (AE)	Erro Quadrático (SE)	Erro Percentual Absoluto (APE)
Jan	1	16			0,888888889					
Fev	2	23			1,277777778					
Mar	3	16			0,888888889					
Abr	4	7			0,388888889					
Mai	5	10			0,555555556					
Jun	6	17			0,944444444					
Jul	7	25			1,388888889					
Ago	8	17			0,944444444					
Set	9	20			1,111111111					
Out	10	38			2,111111111					
Nov	11	16			0,888888889					
Dez	12	11	18	0,118055556	0,611111111					
Jan	13	22	18,155003	0,155003035	0,94857372	16,104938	5,895061728	5,895061728	34,75175278	27%
Fev	14	15	18,273399	0,118395778	1,193321646	23,396119	-8,396118866	8,396118866	70,49481202	56%
Mar	15	26	18,452287	0,178888341	0,985034013	16,348262	9,651738141	9,651738141	93,15604914	37%
Abr	16	14	18,72794	0,275652463	0,45518345	7,2454571	6,754542863	6,754542863	45,62384929	48%
Mai	17	11	19,008029	0,280089362	0,559834118	10,557551	0,442448844	0,442448844	0,19576098	4%
Jun	18	19	19,29274	0,284710781	0,951908689	18,216556	0,78344379	0,78344379	0,613784171	4%
Jul	19	12	19,516516	0,223776732	1,245817352	27,190904	-15,19090353	15,19090353	230,76355	127%
Ago	20	7	19,671609	0,155092796	0,835646746	18,64361	-11,64361027	11,64361027	135,5736601	166%
Set	21	28	19,856637	0,185028181	1,166377952	22,029669	5,970331018	5,970331018	35,64485246	21%
Out	22	49	20,05932	0,202682342	2,172412452	42,310183	6,68981696	6,68981696	44,75365096	14%
Nov	23	19	20,268203	0,208883007	0,89786108	18,010669	0,989331419	0,989331419	0,978776658	5%
Dez	24	11	20,463286	0,195082819	0,597513651	12,513775	-1,513774671	1,513774671	2,291513754	14%
Jan	25	18	20,648995	0,18570932	0,934366734	19,595985	-1,595985417	1,595985417	2,547169452	9%
Fev	26	23	20,826009	0,177014041	1,176883115	24,862504	-1,86250361	1,86250361	3,468919696	8%
Mar	27	12	20,953882	0,127872687	0,908815257	20,688692	-8,68869207	8,68869207	75,49336988	72%
Abr	28	26	21,282527	0,328645771	0,596859604	9,5960657	16,40393431	16,40393431	269,0890609	63%
Mai	29	17	21,659948	0,377420889	0,601427888	12,098672	4,901327888	4,901327888	24,02301506	29%
Jun	30	3	21,932154	0,272205451	0,80124053	20,977563	-17,97756326	17,97756326	323,1927809	599%
Jul	31	20	22,170093	0,237939377	1,182287299	27,662576	-7,66257605	7,66257605	58,71507172	38%
Ago	32	25	22,449866	0,279772581	0,887022489	18,725199	6,274800519	6,274800519	39,37312155	25%
Set	33	44	22,813172	0,363306132	1,307288199	26,511349	17,48865098	17,48865098	305,8529132	40%
Out	34	38	23,144809	0,331637533	2,07434034	50,348869	-12,34886943	12,34886943	152,4945762	32%
Nov	35	32	23,544213	0,399403802	0,983125245	21,078588	10,92141199	10,92141199	119,2772399	34%
Dez	36	8	23,884815	0,340601544	0,548979441	14,306638	-6,306638016	6,306638016	39,77368307	79%
Jan	37	21	24,215665	0,330850374	0,921952908	22,635423	-1,635423129	1,635423129	2,674608809	8%
Fev	38	31	24,556512	0,340846379	1,192689084	28,88838	2,111620354	2,111620354	4,458940521	7%
Mar	39	42	25,016116	0,45960441	1,051161734	22,627099	19,37290129	19,37290129	375,3093042	46%
Abr	40	15	25,473803	0,457686924	0,595377295	15,205428	-0,205428344	0,205428344	0,042200805	1%
Mai	41	10	25,879654	0,405850868	0,561682653	15,595921	-5,595921122	5,595921122	31,31433321	56%
Jun	42	24	26,30594	0,426286068	0,821776536	21,061012	2,938988365	2,938988365	8,637652607	12%
Jul	43	29	26,71995	0,41401006	1,164365874	31,605171	-2,605171111	2,605171111	6,786916518	9%
Ago	44	31	27,177495	0,45754528	0,933903175	24,068433	6,931567357	6,931567357	48,04662603	22%

APÊNDICE B - TABELA DE PREVISÃO DE DEMANDA PARA O PRODUTO AMBRA HYDROSYSTEM 68

Ambra Hydrosystem 68										
Mês	t	Demanda Real	Nível	Tendência	Sazonalidade	Previsão	Erro Simples	Erro Absoluto (AE)	Erro Quadrático (SE)	Erro Percentual Absoluto (APE)
Jan	1	25			3,296703297					
Fev	2	15			1,978021978					
Mar	3	12			1,582417582					
Abr	4	7			0,923076923					
Mai	5	5			0,659340659					
Jun	6	1			0,131868132					
Jul	7	6			0,791208791					
Ago	8	6			0,791208791					
Set	9	2			0,263736264					
Out	10	5			0,659340659					
Nov	11	1			0,131868132					
Dez	12	6	7,5833333	-0,076388889	0,791208791					
Jan	13	6	8,5069444	-0,076388889	1,259935577	24,748168	-18,7481685	18,7481685	351,493822	312%
Fev	14	34	9,4305556	-0,076388889	3,257019763	16,675824	17,32417582	17,32417582	300,127068	51%
Mar	15	10	10,354167	-0,076388889	1,097768816	14,802198	-4,802197802	4,802197802	23,06110373	48%
Abr	16	3	11,277778	-0,076388889	0,406640071	9,4871795	-6,487179487	6,487179487	42,0834977	216%
Mai	17	3	12,201389	-0,076388889	0,334366831	7,3855311	-4,385531136	4,385531136	19,23288334	146%
Jun	18	4	13,125	-0,076388889	0,267757936	1,5989011	2,401098901	2,401098901	5,765275933	60%
Jul	19	6	14,048611	-0,076388889	0,505020129	10,324176	-4,324175824	4,324175824	18,69849656	72%
Ago	20	4	14,972222	-0,076388889	0,379321798	11,054945	-7,054945055	7,054945055	49,77224973	176%
Set	21	2	15,895833	-0,076388889	0,15533715	3,9285714	-1,928571429	1,928571429	3,719387755	96%
Out	22	1	16,819444	-0,076388889	0,187846838	10,430403	-9,43040293	9,43040293	88,93249943	943%
Nov	23	6	17,743056	-0,076388889	0,2940083	2,2078755	3,792124542	3,792124542	14,38020854	63%
Dez	24	1	18,666667	-0,076388889	0,21144588	13,978022	-12,97802198	12,97802198	168,4290545	1298%
Jan	25	24	19,590278	-0,076388889	1,232553782	23,422552	0,577447647	0,577447647	0,333445785	2%
Fev	26	24	20,513889	-0,076388889	1,616631082	63,557122	-39,55712177	39,55712177	1564,765882	165%
Mar	27	10	21,4375	-0,076388889	0,601586922	22,43565	-12,43565019	12,43565019	154,6453956	124%
Abr	28	0	22,361111	-0,076388889	0,087032032	8,6862837	-8,686283733	8,686283733	75,4515251	0%
Mai	29	2	23,284722	-0,076388889	0,139073336	7,4512719	-5,451271941	5,451271941	29,71636577	273%
Jun	30	8	24,208333	-0,076388889	0,31704376	6,2142154	1,785784558	1,785784558	3,189026488	22%
Jul	31	3	25,131944	-0,076388889	0,201909607	12,187118	-9,187117691	9,187117691	84,40313148	306%
Ago	32	6	26,055556	-0,076388889	0,262176785	9,5041184	-3,504118388	3,504118388	12,27884568	58%
Set	33	6	26,979167	-0,076388889	0,208041871	4,0355297	1,964470279	1,964470279	3,859143477	33%
Out	34	1	27,902778	-0,076388889	0,068372595	5,0536018	-4,053601752	4,053601752	16,43168716	405%
Nov	35	1	28,826389	-0,076388889	0,09019151	8,1811893	-7,181189303	7,181189303	51,5694798	718%
Dez	36	3	29,75	-0,076388889	0,12451293	6,0790691	-3,079069056	3,079069056	9,480666252	103%
Jan	37	10	30,673611	-0,076388889	0,520037479	36,574322	-26,57432161	26,57432161	706,1945692	266%
Fev	38	41	31,597222	-0,076388889	1,365867507	49,46442	-8,464420459	8,464420459	71,64641371	21%
Mar	39	21	32,520833	-0,076388889	0,63628997	18,962521	2,037478905	2,037478905	4,151320288	10%
Abr	40	2	33,444444	-0,076388889	0,065628917	2,8237059	-0,823705911	0,823705911	0,678491428	41%
Mai	41	3	34,368056	-0,076388889	0,098373326	4,6406068	-1,640606814	1,640606814	2,69159072	55%
Jun	42	0	35,291667	-0,076388889	0,067855985	10,871959	-10,87195894	10,87195894	118,1994913	0%
Jul	43	8	36,215278	-0,076388889	0,216836519	7,1103029	0,889697114	0,889697114	0,791560955	11%
Ago	44	21	37,138889	-0,076388889	0,500537377	9,4747777	11,52522229	11,52522229	132,8307489	55%

ENGENHARIA DE MÉTODOS: ESTUDO DOS TEMPOS E MOVIMENTOS NA MELHORIA DA PREPARAÇÃO DE FOOD TRUCK NA CIDADE DE REDENÇÃO – PA

Nayane dos Santos de Santana

Universidade do estado do Pará
Redenção – Pará

Ítalo Lopes da Silva

Universidade do estado do Pará
Redenção – Pará

Adilson Sousa Miranda

Universidade do estado do Pará
Redenção – Pará

Aline Oliveira Ferreira

Universidade do estado do Pará
Redenção – Pará

Nayara Cristina Ramos

Universidade do estado do Pará
Redenção – Pará

RESUMO: O objetivo deste trabalho é analisar os tempos gasto na execução de tarefas na preparação de um produto preparado em um food truck por meio do uso das técnicas dos estudos de tempos e movimento. O estudo de tempos e movimentos está sempre buscando identificar e eliminar tempos ocioso evitando desperdícios dentro de uma cadeia produtiva, tendo como base uma produção padronizada, após identificar os pontos frágeis podendo assim implementar elementos ou técnicas que gere melhorias. O método da pesquisa é quantitativo com técnicas da pesquisa estudo de caso,

objetivando observar os valores dos tempos de ciclo, tempo normal, fator tolerância, tempo permissivo, tempo padrão e determinação da capacidade produtiva, com isto aplicamos a cronoanálise e o fluxograma na execução de tarefas na preparação de um produto num food truck. Ao termino da realização da pesquisa foi possível observar que a capacidade produtiva da microempresa seria de 307 hot-dog por dia.

PALAVRAS-CHAVE: Estudo de Tempos e Movimentos, cronoanálise, Capacidade produtiva, food truck.

ABSTRACT: The objective of this work is to analyze the time spent in the execution of tasks in the preparation of a product prepared in a food truck through the use of techniques of time and motion studies. The study of times and movements is always seeking to identify and eliminate idle times by avoiding wastage within a production chain, based on a standardized production, after identifying the fragile points, thus being able to implement elements or techniques that generate improvements. The research method is quantitative with case study research techniques, aiming to observe the values of cycle times, normal time, tolerance factor, permissive time, standard time and determination of the productive capacity, with this we apply the chronoanalysis and the flowchart in the execution preparation of a product in a

food truck. At the end of the research it was possible to observe that the productive capacity of the microenterprise would be 307 hot dog per day.

KEYWORDS: Study of times and movements, chronoanalysis, productive capacity, food truck.

1 | INTRODUÇÃO

Uma das principais tarefas dentro das empresas é definir quais métodos de trabalho são ideais para alcançar o objetivo proposto, sendo com rapidez e qualidade. As empresas combinam técnicas para tentarem chegar o mais próximo possível da perfeição, adquirindo informações e estipulando estatísticas entre suas concorrentes. Analisando tempos de preparo e movimentações desnecessárias que inibem as formas que poderiam ser aprimoradas no decorrer de cada tempo de serviço, estipulando prazos e analisando melhores formas de adequação do homem ao serviço.

Os estudos métodos de trabalho e de gestão do trabalho, de acordo com Maximiano (2017, p. 66) desde os trabalhos de Taylor no final do século XIX, vem demonstrando a necessidade de determinar um padrão de produção por unidade de tempo, a fim de delinear um padrão produtivo e gratificação dos funcionários.

Estes estudos foram aprimorados chegando a cronoanálise, considerado um dos métodos mais eficientes e eficazes para se obter resultados estatísticos nas empresas, sendo ela de pequeno a grande porte, aplicando a ferramenta individualmente em seus funcionários. Peinaldo; Graeml (2007)

Neste artigo foi abordado o tema estudo de tempos e movimentos, o qual foi aplicado na execução de tarefas na preparação de um produto numa food truck. O estudo tem como objeto a pesquisa e a atividade de preparação de cachorro quente de uma microempresa de lanches (food truck), ao término do estudo foi possível observar que o tempo mínimo de preparo é de 43,17 segundos, o tempo padrão de 58,46 segundos e o tempo máximo de 80,77 segundos, estes resultados se mostram positivamente satisfatório pelo fato do alimento ser de fácil preparo. Este tempo mínimo é dado pela forma de como é aplicado os micromovimentos dentro do layout do carrinho de lanches pelos ingredientes encontrarem-se próximos ao mesmo.

Contudo, este estudo demonstra a eficiência dos estudos de tempos e movimentos para a implementação da rapidez com qualidade, e assim obter não apenas uma melhor qualidade no processo, na satisfação do cliente e funcionários, quanto de superiores da organização, uma vez que a base de uma empresa bem-sucedida é a determinação de seus funcionários em elaborar um serviço bem qualificado.

2 | ENGENHARIA DE MÉTODOS

Estudo de tempos e movimentos pode ser considerada uma da subárea da Engenharia de Métodos a qual, segundo Tálamo (2016) observa e pondera o trabalho,

desenvolvendo métodos mais competentes e padronizando o processo produtivo. O projeto de métodos, tenta encontrar a melhor forma para a execução dos serviços no local de trabalho, para implementar ferramentas de uso na diminuição dos processos de locomoção e assim diminuir o tempo das atividades e preparação dos produtos.

Para Rodrigues et al (2016) a busca pela análise do melhor método para se executa uma tarefa, é padronizando e determinando o tempo que uma pessoa bem treinada deve gastar para realizá-la de forma a reduzir os custos e a produção, uma vez que a eficiência e uma boa produção são para Tálamo (2016) prioridades constantes para qualquer organização competitiva, valendo para empresas de todos os portes. Aprimorando desta forma a padronização dos processos da linha de produção e aplicando métodos de trabalho que alcancem níveis cada vez mais alto de eficiência, determinando assim sua capacidade produtiva e, conseqüentemente, seu sucesso no mercado.

O campo da engenharia dos métodos estuda a concepção e a seleção mostrando as atividades organizadas, avaliando o melhor método dos processos de produção, do uso das ferramentas e equipamentos a fim de produzir um produto. Segundo Tardin et al (2013) a engenharia de métodos tem o intuito de reduzir o tempo gasto nas operações para garantir qualidade e padronização, facilitando a economia de meios na fase de industrialização e de produção. Concluímos que a engenharia de métodos estuda a melhor forma de desenvolver uma atividade, avaliando assim os melhores métodos a serem usados em um determinado ramo de trabalho.

2.1 Estudo de tempos e movimentos

Para Francischini (2010) tempos e movimentos consiste no estudo sistemático do sistema de trabalho, havendo o intuito de melhorar o método de trabalho e, Milhomem et al (2015) mostram que esse estudo tem como uns dos principais objetivos, a estimativa da qualidade da mão-de-obra que será desenvolvida independente de sua tarefa, possibilitando um maior rendimento de trabalho e de tempo, enquanto Melo et al (2017), informam que o estudo de tempos e movimento se dá pela mensuração do tempo gasto em determinado trabalho.

Peinaldo; Graeml (2007) apregoam que tempos e movimentos também conhecido como cronoanálise, é uma forma de mensurar o trabalho por métodos estatísticos. O estudo de tempos cronometrados, por ser um dos métodos mais utilizados na indústria ou em outras organizações independentemente de seu porte, tem por objetivo medir a eficiência do trabalho feito individualmente, assim Reis; Naumann; Scortegagna (2015), complementam que a cronoanálise faz uso de métodos para a cronometragem de tempo, fazendo referência a realização de atividades que são apresentadas no planejamento do fluxograma produtivo, analisando os tempos de tolerância que serão destinados às necessidades do operador.

Peinaldo; Graeml (2015 p. 3) “O estudo de tempos e métodos tem seu foco na

abordagem de técnicas de análise detalhando todas as operações que constituem uma tarefa, ou seja, todos os movimentos englobados e a maneira que são realizados”. Xavier et al (2016) mostram que este estudo consiste em fazer uma análise ou avaliação detalhada referente a cada tipo de operação de uma determinada tarefa, objetivando estabelecer todo e qualquer elemento desnecessário para a operação, apontando quais movimentos são excessivos e que trazem como consequência o aumento do custo do processo, determinando o mais perfeito e eficiente método de se executar.

Enfim, o estudo de tempos e movimentos se estrutura do geral para o detalhado, analisando primeiramente o processo produtivo em geral para localizar as prioridades e criar o detalhamento, cujo intuito de determinar o tempo normal e o tempo padrão para a realização de uma determinada tarefa. Sendo o tempo normal o indispensável para que uma pessoa qualificada e bem treinada exerça uma tarefa específica, enquanto o tempo padrão é o tempo normal sucedido das tolerâncias pertinentes.

2.1.1 Histórico de tempos e movimentos

Barnes (1977, p 8) e Ribeiro (2009), citam que o estudo de tempo iniciou-se em 1881 na usina da Midvale Steel Company, onde que Taylor foi seu introdutor. Percebe que o sistema operacional da fábrica deixava a desejar em inúmeras partes. Com isto, decidiu aplicar ferramentas para mudar o estilo da administração com ajuda de recursos financeiros que a presidência disponibilizava, de modo que “o foco dos trabalhadores fosse o mesmo da empresa sem que houvesse conflitos internos”. Os princípios e as técnicas desenvolvidas anos atrás ainda são úteis para as indústrias atuais, crescendo em um ritmo frenético.

Para Xavier et al (2016) o estudo de tempos e movimentos é uma ferramenta que capacita a análise das operações, das mais simples as mais complexas, de uma forma mais detalhada, podendo assim, eliminar elementos desnecessários, distinguindo os excessos de movimentos que são uma das principais consequências do aumentos e custos do serviço, assim podendo pontuar a forma mais eficiente e rápida na execução do determinado serviço, para Ferreira; Gontijo (2017), as aplicações do estudo de tempos e movimentos vem ocorrendo por meio das necessidades de se racionalizar os recursos que são disponíveis, fazendo os controles dos desperdícios, buscando eliminar as inseguranças através da padronização do processo produtivo, balanceando a cadeia produtiva e desenvolvendo sequências lógicas de operação onde qualquer indivíduo seja capaz de realizar a tarefa.

2.1.2 Estudo de micromovimentos

Os Micromovimentos podem ser explicada da seguinte forma: o estudo de micromovimentos é o estudo fundamental para operações através de câmera

cinematográficas e de um dispositivo onde mostra com precisão os intervalos obtidos no filme do trabalho.

Para Vieira (2015), os registros feitos dos micromovimentos mostravam resultados precisos obtido por cada intervalo de tempo, admitindo suas análises de movimento estabelecendo um determinado tempo a cada colaborador de uma organização.

2.1.3 Técnicas de determinação do tempo padrão

A cronometragem se dá por uma observação direta e o tempo médio do trabalho que está sendo feito, determinando o tempo requerido por um executor qualificado e treinado em uma determinada função trabalhando em seu ritmo normal. Gonçalves (2016), a cronometragem torna possível a aplicação de padrões que serão empregados nas programações de produção, admitindo que ao se planejarem, as organizações utilizem todos os seus recursos de maneira eficaz.

A amostragem do trabalho faz observações desiguais em períodos considerados maior em comparação ao utilizados na cronometragem. A amostragem do trabalho para Martins; Laugeni (2011) chega a ser usada em maior quantidade em comparação o estudo de tempos com cronômetro, com o surgimento de grandes organizações de serviços aumentou a necessidade de usar ferramentas mais simples de avaliação.

2.1.4 Fluxograma do processo

O fluxograma de um processo mostra as tarefas realizada durante uma operação. Segundo Santos (2017), o fluxograma pode ser classificado como uma ferramenta de representação gráfica do processo trabalhado dentro de uma empresa, seguindo uma sequência normal de trabalho. Organizada de forma vertical e tem com realização das tarefas descritas por meio de símbolos, os quais deverão ser seguidos e ligados por uma linha indicando os pontos na ordem em que ocorrem.

2.2 Arranjo físico

O arranjo físico para Corrêa (2017) de uma operação é o entendimento físico de todos os recursos relacionados a empresa, podendo ocupar determinado espaço colocando todas as instalações, equipamentos e pessoal de uma operação presente na organização, sendo uma das mais importantes partes da estratégia utilizada durante uma operação.

Um arranjo físico bem elaborado com uma visão competitiva de uma operação leva a redução de um serviço desnecessários que não agregam valores, visam o alcance de uma atividade com objetivo de gerar mais rendimento financeiro. Existem três tipos de arranjos físicos segundo Corrêa (2017): por processo, produto e posicional:

- a. Arranjo físicos por processo - são os recursos que estão agrupados pela sua

função conforme a especificação da utilização dos produtos;

- b. Arranjo físico por produto - feito por sequência, organizada por etapas do processo agregando valores, ou seja, preocupando com localização dos recursos produtivos, sendo de grande importância principalmente quando se apresenta grandes volumes de fluxo e,
- c. Arranjo físico posicional - mostra que os materiais ou as pessoas que estejam em uma operação, ficam paradas ou estacionados em certo ponto esperando que os recursos cheguem até eles, esse tipo de recursos é de baixa eficiência, fazendo com as organizações busque a terceirização da maior parte das etapas do processo de operação que precisam ser feitas dentro da empresa.

O estudo de tempos e movimentos por meios de suas técnicas e métodos mostra a melhor maneira para a realização de suas atividades em seu ambiente de trabalho e sugerindo implante de ferramentas, juntos com os arranjos físicos que serão organizados de uma maneira de fácil acesso para a utilização na diminuição do tempo de processo para execução e preparação de cada produto que será fabricado.

Barnes (1977) propõe as formulas, abaixo expostas, para calcular o estudo dos tempos e movimentos:

Tempo de ciclo: $TC = \sum_n$	Tempo Normal: $TN = V (\%) \cdot TC$	FT = Fator de Tolerância
TC = Tempo de Ciclo $\sum i =$ Soma dos dados N = Número de Elementos	TN = Tempo Normal $V (\%) =$ Tempo Internacional/obtido TC = Tempo de Ciclo	$FT = \left(\frac{1}{1 - P} \right)$
TP = Tempo Permissivo	Tempo Padrão: $TP = FT \cdot TN$	Determinação da Capacidade Produtiva:
$\frac{\text{Tempo Permissivo}}{\text{Tempo Trabalhado}}$	TP = Tempo Padrão FT = Fator de Tolerância TN = Tempo Normal	$CP = \frac{\text{Horas diárias de trabalho}}{TP(s)}$
TP = Tempo Padrão: $TP = TS + TPi + TF$	$V =$ Velocidade do Operador: $V = \frac{T}{t}$	
TP = Tempo Padrão TS = Tempo Sintético TPi = Tempo Inicial TF = Tempo Final	T = Tempo Internacional t = Tempo Obtido	

Quadro 1 - formulas utilizadas no estudo dos tempos e movimentos.

Fonte: Barnes (1977)

3 | METODOLOGIA

Abordagem quantitativa adotada com intuito de fazer um levantamento de dados coletados sobre tempos e movimentos. Pesquisa quantitativa segundo Ganga (2012) define como a capacidade de quantificar e confirmar as relações de causa e efeito entre as variáveis de pesquisa.

O procedimento usado foi do estudo de caso onde buscou-se analisar os dados coletados. Segundo Gil (2017) o estudo de caso consiste de um estudo profundo e rigoroso sobre determinado assunto. O estudo de caso intrínseco consiste em um estudo com um objetivo próprio na pesquisa e a coleta de dados é realizada mediante o manuseio de dados seguindo das observações dos efeitos lançados.

As técnicas de coletas foram: entrevista e observação no momento da execução da tarefa. Para Lakatos e Marconi (2017) a observação não equivale apenas em ouvir e ver, está também na função de examinar os fatos que se deseja ser estudado, já a entrevista possui uma conversação face a face do entrevistador com o entrevistado.

O processo de coleta de dados foi por meio de entrevistas, onde usando perguntas semiestruturada com intuito de obter o máximo de informações sobre o processo de produção e os tempos e movimentos usado para preparar um determinado produto com o intuito de se ter clareza nos levantamentos e recomendando meios para a melhoria do mesmo, para ter o máximo de redução de custos e tempos gastos.

3.1 Processos para análise dos dados

Buscando visualizar o processo foi feito fluxograma do processo mostrando as tarefas realizada durante uma operação, tendo como norte os trabalhos de Barnes (1977) afirmam que o fluxo é uma técnica com finalidade de registrar de maneira compacta o processo de entendimento.

Os símbolos destacados que aparecem nas tabelas são uma simbologias que auxiliam no entendimento e análise, cada símbolo possui um entendimento tal como: as operações são ações exercidas quando um objeto é movido intencionalmente, o transporte acontece quando um objeto é transportado de um lugar para o outro, quando um objeto é examinado, esta ação é conhecida como inspeção, já a espera se dá quando uma ação não é efetuada gerando uma pausa na operação, o armazenamento aparece em uma operação quando um objeto é mantido em um determinado lugar.

Símbolo	Operações	Definição da Operação
	Operação	Uma operação existe quando um objeto é modificado intencionalmente numa ou mais das suas características. A operação é a fase mais importante no processo e, geralmente, é realizada numa máquina ou estação de trabalho.
	Transporte	Um transporte ocorre quando um objeto é deslocado de um lugar para outro, exceto quando o movimento é parte integral de uma operação ou inspeção.

	Inspeção	Uma inspeção ocorre quando um objeto é examinado para identificação ou comparado com um padrão de quantidade ou qualidade.
	Espera	Uma espera ocorre quando a execução da próxima ação planejada não é efetuada.
	Armazenamento	Um armazenamento ocorre quando um objeto é mantido sob controle, e a sua retirada requer uma autorização.

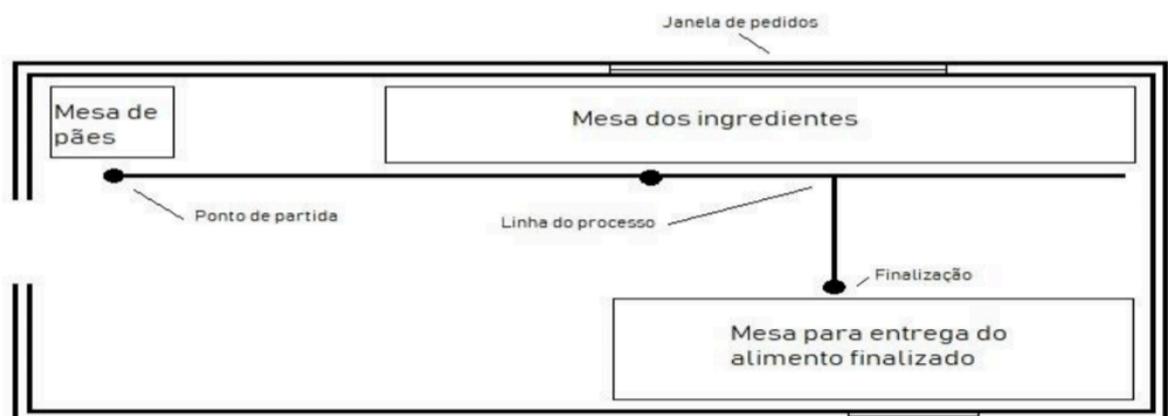
Quadro 2 – Identificação dos símbolos de fluxograma utilizado no trabalho

Fonte: Barnes (1977)

4 | RESULTADOS

4.2 Aplicação das ferramentas e fluxograma do processo de produção de food truck.

O estudo foi realizado em um carrinho de lanche onde o mesmo funciona das 18 horas da noite até as 23 horas tendo um período 5hs de tempo trabalhado. Para melhor visualizar a estrutura do food truck, o layout do ambiente onde ocorre os processos está demonstrado no desenho 1 abaixo:



Na produção do cachorro quente, primeiramente começa pela mesa dos pães, logo após são colocados os ingredientes dentro do pão, e quando finalizado é colocado em cima da mesa de entrega para ser levado até ao cliente.

Carrinho de Vendas de Cachorro Quente															
FOLHA DE CRONOMETRAGENS															
Setor: Alimentos			Subsetor: Venda de Cachorro Quente				Data: 13 outubro, 2017				Folha: 001/2017				
Nome OP: -			Atividade: Venda				Responsável: Maria				Atualizado				
Início: 20:30		Fim: 21:45	Unidades acabadas: -								fev/03		Israel		
Etapas		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TM	TN	TP	
1	Embalar o pão	3,95	14,01	10,30	14,16	10,03						10,49	10,70	11,23	
2	Colocar a salsicha no pão	31,70	4,96	4,56	1,91	6,25						9,88	10,07	10,58	
3	Colocar o catupiry no pão	10,95	5,30	8,21	5,80	9,43						7,94	8,10	8,50	
4	colocar o molho de frango no pão	10,62	5,42	1,45	3,02	3,85						4,87	4,97	5,22	
5	colocar o milho verde no pão	11,11	3,04	7,02	2,26	4,78						5,64	5,75	6,04	
6	Colocar o bacon com batata palha no pão	9,22	7,89	14,30	14,01	12,89						11,66	11,90	12,49	
7	colocar o pão com os ingredientes na bandeja	3,22	2,55	4,74	6,15	3,87						4,11	4,19	4,40	
TOTAL		80,77	43,17	50,58	47,31	51,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	54,59	55,68	58,46	
Fator de tolerância		15min	1,1%	Velocidade do operador			1,02		102%						
Observações: Todas as cronometragens eram de equipamentos, em função disso os valores da velocidade e tolerâncias.															

Quadro 2 – Dados da folha de cronometragens do food truck

Fonte: Dados do food truck (2018)

Valores e tempos obtidos do trabalho feito sobre a venda de cachorro quente:

a. Tempo de ciclo: $TC = \sum_n$ ou seja, $TC=43,17+50,58+47,31+51,10= 222,35$ minutos para a produção total do dia, lembrando que neste cálculo desconsidera o maior tempo. Vale destacar que o tempo de ciclo pode ser determinado neste trabalho como o aumento do ritmo de produção em função de atender a demanda;

b. Tempo Normal: $TN = TC / n$, melhor dizer, $TN = \frac{222,35}{4} = 55,68$ segundos para preparação de um cachorro quente. Sendo que o tempo normal só pode ser obtido de acordo com o resultado encontrado no tempo de ciclo;

c. $TP =$ Tempo Permissivo, ou seja, $P = \frac{15}{300} = 0,05$ min. A partir deste dado se permite calcular o fator tolerância;

d. $FT =$ Fator de tolerância $FT = \left(\frac{1}{1-P}\right)$. Significa dizer,

$$FT = \frac{1}{(1-0,05)} =$$

1,05 minutos de intervalo para cada produção de um cachorro quente

O fator de tolerância foi calculado de acordo com o resultado do tempo permissivo, visto que não tem como uma pessoa trabalhar sem um intervalo de tempo, logo o fator de tolerância calcula quanto tempo essa pessoa fica em seu intervalo;

e. Tempo Padrão para o tempo de produção: $TP = FT \cdot TN$, ou seja, $TP = 1,05 \cdot 55,68 = 58,46$ segundos para todo o processo de produção de um cachorro quente. O tempo padrão foi utilizado com o objetivo de saber o tempo para executar uma operação;

f. Determinação da Capacidade Produtiva:

$$CP = \frac{\text{Horas diárias de trabalho}}{TP(s)} = \frac{300}{58,46} = 5 \text{ cachorros quentes}$$

Produzidos por minutos. A capacidade produtiva foi calculada pelas horas diárias de trabalho dividido pelo tempo padrão, com a finalidade de saber o quanto está microempresa produz durante um dia de trabalho;

g. Tempo Padrão para a quantidade de pães por dia, $TP = \text{Tempo Padrão de pães} + TS = \text{Tempo Sintético} + TPi = \text{Tempo Inicial} + TF = \text{Tempo Final}$ ($TP=TS+TPi+TF$), aqui demonstrado por:

$$\begin{aligned} &= \frac{5 \cdot 60 \text{min}}{58,46 \text{seg}} \\ &= \frac{300 \cdot 60 \text{seg}}{58,46 \text{seg}} \\ &= \frac{18000 \text{seg}}{58,46 \text{seg}} = 307 \text{ hotdog/dia} \end{aligned}$$

Todos os fatores foram usados para que tivesse resultados a fim de encontrar possíveis erros, mostrando a capacidade de produção em cada uma das etapas realizadas para se chegar em um produto final.

A tabela abaixo está mostrando o ritmo das cinco sequências de teste com jogo de cartas baralho feito com um funcionário, medindo sua velocidade por meio da média obtida.

Atendentes	Velocidade do operador (Teste do baralho)					Total	Média
	1° T	2° T	3° T	4° T	5° T		
01	29,75	29,05	28,85	30,72	29,22	147,59	29,518

Tabela 1 – Velocidade do operador com as cartas

Fonte: Os operadores do food truck (2018)

De acordo com a equação abaixo, visualizamos o ritmo do operador.

h. $V = \text{Velocidade do Operador}$: $V = \frac{I}{t}$, melhor dizer, $V = \frac{30}{29,518}$, logo $V = 1,016 \cong$

1,02, ou seja, o ritmo obtido pelo operador foi de aproximadamente 1,02 segundos.

Carrinho de Vendas de Cachorro Quente						
GRÁFICO DE FLUXO DE PROCESSO						
Atividade estudada: Tempo de preparação de cachorro quente			Data: 13-out-17	Gráfico nº : 001/2017		
Distância	Tempo	Atividade			Descrição das tarefas	
1,3m	3,95					colocar o pão no saquinho
0,80cm	31,7					a salsicha no pão
0,50cm	10,95					colocar o catupiry no pão
	10,62					colocar o milho verde no pão
0,35	11,11					a batata palha no pão
	9,22					colocar o bacon no pão
0,7	3,22					o pão na bandeja
Total em 3,65 m						
Tempo Total: 1:20:77						
 Operação	 Transporte	 armazenagem	 Espera	 Inspeção		
Elaborado por: Equipe		Aprovado por:			Data: 13/10/2017	

Fluxograma 1 - Trabalho realizado no carrinho de cachorro quente:

Fonte: Dados adaptados do layout da food truck (2018)

5 | DISCUSSÃO

No presente trabalho encontrou-se resultados que sugerem melhorias no modo de produção de um lanche a fim de diminuir os tempos gastos no preparo do cachorro quente. Os resultados mostram o tempo de ciclo, tempo normal, tempo permissivo e o fator de tolerância do processo, todos os tempos foram aplicados para que indicassem possíveis erros cometidos pelos funcionários, erros que tiveram sugestões com intuito de diminuir as falhas e assim podendo aumentar a capacidade produtiva.

Este trabalho também possibilitou analisar o layout do food truck, que por ser pequeno deixava a desejar aspectos que poderiam ser primordiais para a locomoção dentro do mesmo, assim, aplicando uma melhoria na formulação do layout de estratégias para os ingredientes ficarem mais próximos uns dos outros, apenas colocando os ingredientes mais solicitados pelos clientes, mais próximos da mesa de trabalho.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A empresa onde o estudo foi realizado efetua vendas diárias para os clientes do município. Com base nos dados apresentados, verificamos que os objetivos foram alcançados conforme as ferramentas necessárias para a aplicação, que determinaram os tempos e movimentos que são feitos dentro do carrinho de cachorro quente.

Propõe-se fazer em casa a colocação dos pães já cortados dentro dos saquinhos para embalagem, assim, diminuindo o tempo de preparo no local de trabalho.

Por tanto, a engenharia de métodos aplicada de maneira correta proporciona às empresas a encontrarem meios que as direcionam a tomar decisões para corrigir e qualificar seu negócio no mercado, de tal modo que haja um ganho na produtividade

e por consequência um aumento nas vendas.

REFERÊNCIAS

BARROS, S. et.al. Estudos de tempos: análise da capacidade produtiva da operação da produção de picolés. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, v. 5. n. 8. p. 56-76, 2017.

BARNES, Ralph Mosser. **Estudo de movimentos e de tempos**: Projeto e medida do trabalho. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

CAMARA, da Silva Alice Ana. Análise e estudo de tempos em uma pizzaria na cidade de Mossoró/Rn. **XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens avançadas de produção-**, Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

CORRÊA, Henrique L. **Administração de produção e operação**: Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2017.

FERREIRA, Gleisse Kelly Mendes; GONTIJO, Fabio de Brito. A racionalização de tempos e de movimentos nos processos produtivos por meio da engenharia de métodos. **XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens avançadas de produção-**, Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

FRANCISCHINI, P. G. Estudo de tempos. In: CONTADOR, J. C. (Coord.). **Gestão de operações: A engenharia de produção a serviço da modernização da empresa**. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2010.

SANTOS, Campo Ataria Giovanna. **Mapeamento de processos e fluxograma no setor de contratos, convênios e prestação de contas da secretaria de saúde de Caraguatatuba**. Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia - São Paulo: Campus Caraguatatuba, 2017.

GONÇALVES, Mara Juliana sena; MENEZES, Andresa Oliveira de; SILVEIRA, Larissa Barata da. Aplicação Do Estudo De Tempos E Movimentos No Processo De Produção De Açai Em Uma Empresa Localizada Em Ananindeua-Pa. **XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção - contribuições da engenharia de produção para melhores práticas de gestão e modernização do brasil - João Pessoa/Pb**, Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2016.

GANGA, G. M.D. **Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) na Engenharia de Produção**: um Guia Prático de Conteúdo e Formatação. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2012.

GIL, Antonio. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2017

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M. A. **Metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2017.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. (2005). **Administração da Produção** (Vol. 2). São Paulo: Saraiva.

MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru. **Teoria Geral da Administração - Da Revolução Urbana à Revolução Digital**. 8ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MILHOMEM, Danilo Alcantara et al. Aplicação do estudo de tempos e movimentos para fins de melhorias no processo produtivo de uma fábrica cerâmica vermelha. **XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção -perspectivas globais para a engenharia de produção**, Fortaleza, Ce, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2015.

PEINALDO, J.; Graeml, A. R. Administração da produção: operações industriais e de serviço. Curitiba: **UnicenP**, 2007.

REIS, C.C.C., NAUMANN, E. A., SCORTEGAGNA, C. Aplicação dos estudos de tempos em uma prestadora de serviços na busca do aumento da **XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção** -perspectivas globais para a engenharia de produção, Fortaleza, Ce, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2015.

TÁLAMO, José Roberto. **Engenharia de Métodos**. O Estudo de Tempos e Movimentos. Curitiba - Pr: InterSaberes, 2016.

TARDIN, Matheus Grage et al. Aplicação de Conceitos de Engenharia de Métodos em uma panificadora. Um estudo de caso na panificadora Monza. **XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção** -A Gestão dos Processos de Produção e as Parcerias Globais para o Desenvolvimento Sustentável dos Sistemas Produtivos- Salvador, BA, Brasil, 08 a 11 de outubro de 2013.

VIEIRA, R. de et.al. Estudo de tempos e métodos no processo produtivo de uma panificadora localizada em Mossoró/RN. **Revista Eletrônica Gestão & Sociedade**, v.9, n.23, p. 977-999 Maio/Agos, 2015.

XAVIER, Elida Roberta Carvalho et al. Análise de tempos e movimentos aplicados na produção de bolos em uma confeitaria no município de Castanhal/PA. **XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção** Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil - João Pessoa/PB, Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2016.

UTILIZAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM UMA PANIFICADORA EM UM DISTRITO DO MUNICÍPIO DE SERTÂNIA/PE: UM ESTUDO DE CASO

Marcos Vinicius Leite da Silva

Universidade Federal de Campina Grande
Sumé – Paraíba

Fabiano Gonçalves dos Santos

Universidade Federal de Campina Grande
Sumé – Paraíba

Pedro Vinicius dos Santos Silva Lucena

Universidade Federal de Campina Grande
Sumé – Paraíba

Caio Anderson Cavalcante da Silva

Universidade Federal de Campina Grande
Sumé – Paraíba

Felipe Alves Mendes da Silva

Universidade Federal de Campina Grande
Sumé – Paraíba

Samuel Hesli de Almeida Nunes

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Cabo de Santo Agostinho – Pernambuco

RESUMO: Existem várias formas de minimizar os custos em uma indústria, como por exemplo: reduzir as atividades que consomem insumos e não geram valor. Portanto, fazer uma empresa trabalhar com uma Produção Enxuta, reduzindo os desperdícios desde a produção da matéria-prima até a expedição do produto não é tarefa fácil. O presente artigo tem como objetivo a utilização da ferramenta MFV em uma panificadora pernambucana com o intuito

de verificar a ocorrência de gargalos e potencial eliminação da causa. A implementação das melhorias sugeridas mostram-se viáveis visto que é possível reduzir o gargalo e aumentar a demanda, gerando assim um aumento nos lucros da empresa.

PALAVRAS-CHAVE: Mapeamento do fluxo de valor, Padaria, Produção Enxuta, VSM, MFV

ABSTRACT: There are several ways to minimize costs in an industry, for example: reducing input-consuming and non-value-generating activities. Therefore, to make a company work with a Lean Production, reducing the waste from the production of the raw material until the shipment of the product is not easy task. The objective of this article is to use the MFV tool in a Pernambucan bakery in order to verify the occurrence of bottlenecks and potential elimination of the cause. The implementation of the suggested improvements are feasible since it is possible to reduce the bottleneck and increase the demand, thus generating an increase in the company's profits.

KEYWORDS: Value Stream Map, Bakery, Lean Manufacturing, VSM, MFV

1 | INTRODUÇÃO

É inegável que, ao passar dos anos, as empresas vem se preocupando em identificar

desperdícios e reduzir custos ao longo do processo produtivo. Existem várias formas de minimizar os custos em uma indústria, como por exemplo: reduzir as atividades que consomem insumos e não geram valor. Portanto, fazer uma empresa trabalhar com uma Produção Enxuta, reduzindo os desperdícios desde a produção da matéria-prima até a expedição do produto não é tarefa fácil.

Segundo Rodrigues (2006), produção enxuta é um sistema de medidas e métodos que trazem benefícios na empresa como um todo e proporcionam um sistema produtivo competitivo, atacando principalmente o desenvolvimento de produtos, a cadeia de suprimentos, o gerenciamento do chão de fábrica e os serviços pós-vendas.

Para Roldan e Miyake (2004), o mapeamento de fluxo de valor é uma ferramenta que busca auxiliar a implantação da manufatura enxuta, mapeando o processo produtivo (Mapa do Estado Atual), focalizando aquilo que o cliente final quer, identificando desperdícios, propondo melhorias no fluxo e, por fim aprimorando o processo.

O mapeamento do fluxo de valor ainda pode ser descrito como uma ferramenta essencial do Sistema de Produção Enxuta, sendo o mapeamento uma ferramenta de comunicação, planejamento e gerenciamento de mudanças, que direciona as tomadas de decisões das empresas em relação ao fluxo, possibilitando ganhos em indicadores de desempenho interessantes (LUZ; BUIAR, 2004). Diante disso, essa ferramenta irá dar suporte a uma panificadora no estado do Pernambuco.

No que diz respeito às panificadoras e confeitarias, com o passar dos anos, estas estão se transformando em centros de convivência, gastronomia e serviços, mostrando ser uma oportunidade e tendência de mercado e tornando a vida das pessoas mais prática, porque muitas pessoas trocam a refeição do jantar por um café. Explorar essa oportunidade oferecendo um atendimento diferenciado ao cliente pode vir a ser uma ótima estratégia de fidelização do mesmo, fazendo que ele se encante e retorne ao local novamente (SEBRAE, 2016).

O objetivo principal deste trabalho é aplicar e propor melhorias em uma panificadora, utilizando o Mapeamento do Fluxo de Valor- MFV, com o intuito de reduzir os gargalos e o tempo de ociosidade que ocorrem ao longo desse processo de forma que aumente sua produtividade.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Produção Enxuta

A liderança do sistema de produção em massa (sistema empurrado) no início do século passado se deu através de Henry Ford e Alfred Sloan, tendo sua ascendência completa após a Primeira Grande Guerra. O sistema de produção empurrada diminuiu o esforço empregado na produção de um veículo em mais de 80% em comparação aos sistemas de produção artesanais do mesmo período. O raciocínio empregado por

Ford foi o de que quanto mais se produzia, menor seria o custo final do automóvel, e para que isto fosse possível naquela época era necessário que se trabalhasse com grandes lotes e que se encolhesse a variabilidade dos produtos (WOMACK et al., 2004; FERREIRA et al., 2016).

Nesse cenário, ao término da segunda guerra mundial, desenvolveram-se os princípios da produção enxuta oriundos dos pensamentos de Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, visionários da Toyota japonesa. Tecnologia esta que pôs o Japão em um patamar elevado na indústria mundial, fazendo que organizações de todo o mundo procurassem implementar a produção enxuta em seus sistemas de produção (WOMACK et al., 2004; FERREIRA et al., 2016).

Segundo Gonçalves e Miyake (2003), o Sistema Toyota de Produção surgiu como uma forma de respostas às restrições de mercado na indústria japonesa no pós-guerra, ou seja, grande variedade com pequenas quantidades de produção, ao contrário da ideia de produção em massa que caracterizou a indústria americana desde Henry Ford até a crise do petróleo.

Ainda de acordo com Gonçalves e Miyake (2003), o modelo de Produção Enxuta possui várias metodologias e técnicas de produção e gestão industrial que são utilizadas atualmente pelas organizações. Algumas dessas metodologias surgiram no decorrer das últimas décadas, como por exemplo:

- I. Just-In-Time (JIT);
- II. Total Quality Management (TQM);
- III. Total Productive Maintenance (TPM);
- IV. Filosofia Kaizen de melhoria contínua.

O Sistema Toyota de Produção possui vantagens quando comparado às técnicas de produção em massa de Ford tendo e vista que objetiva, acima de tudo, a diminuição de desperdícios no processo de fabricação dos produtos. A privação de produtos no período da Segunda Grande Guerra foi a motivação dessa filosofia (WOMACK e JONES, 1998; PRATES e BANDEIRA, 2011).

Liker (2005) menciona oito tipos de desperdícios: superprodução; espera; transporte; processamento incorreto; excesso de estoque; movimento desnecessário; defeitos; desperdício da criatividade. Segundo Ohno citado por Liker (2005), o pior desperdício é o de superprodução já que gera outros desperdícios tanto de recursos materiais quanto humanos. Considerando os desperdícios, Hines e Taylor (2000) definem três tipos de atividades quanto à organização, sendo elas:

- Atividades que agregam valor: atividades que os consumidores estão dispostos a pagar;
- Atividades desnecessárias que não agregam valor: atividades que os consumidores consideram que não agregam valor ao produto final e são desnecessárias;
- Atividades necessárias que não agregam valor: atividades que os consumi-

dores consideram que não agregam valor ao produto final porém são necessárias.

2.2 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (MFV)

O mapeamento do fluxo de valor (também conhecido pela sigla VSM para o termo em inglês Value Stream Mapping), para Rother, et al. (2003), é uma ferramenta que permite visualizar o processo produtivo de forma sistêmica, proporcionando a identificação de fontes de desperdícios. É utilizado principalmente para a implementação da produção enxuta, auxiliando no gerenciamento dos processos, materiais, informações e no planejamento de negócio (ROTHER, et al., 2003).

O mapeamento do fluxo de valor gera um mapa do processo de fabricação e para isso utiliza alguns dados, como: tempos de ciclo, tempos de setup, estoques, bem como o fluxo de produção e de informações ao longo do processo (SPARKS, 2014).

As etapas principais para a montagem do mapeamento do fluxo de valor são: mapeamento do estado atual, mapeamento do estado futuro e plano de implementação. (ROTHER, et al., 2003).

O mapa do estado atual expõe a situação em que se encontra e favorece a identificação de fontes de desperdícios nos processos. Para os mesmos autores, as informações contidas no mapa darão apoio na elaboração do mapa do estado futuro, que apresentará melhorias a serem implementadas visando a eliminação das fontes de desperdícios. Em seguida, é necessário criar um plano de implementação que contenha as ações necessárias para alcançar o planejado para o estado futuro.

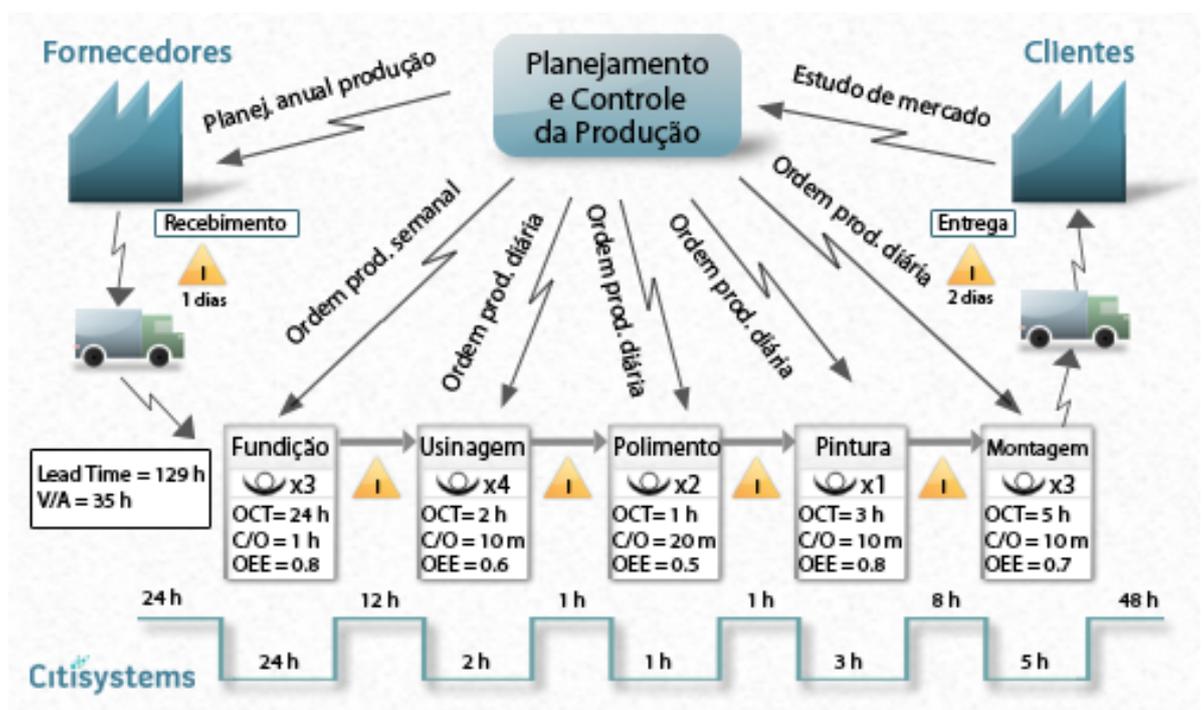


Figura 1 – Mapeamento do fluxo de valor de um produto

Fonte: <https://www.citisystems.com.br>



Figura 2 – Símbolos utilizados no MFV

Fonte: www.numa.org.br

2.3 Talk-time e ciclo time

O tempo talk-time é obtido por meio de análises externas do mercado, ou seja, a quantidade demanda de um produto pelo cliente ou a velocidade com que o cliente requer o produto. O tempo talk é calculado de acordo com a Equação 1:

$$\text{Talk time} = \frac{\text{Tempo disponível de operação diária}}{\text{Quantidade de demanda por dia}} \quad (1)$$

Assim sendo, talk-time refere-se ao ritmo que a organização deve produzir para que possa satisfazer a demanda. Já o tempo de ciclo é o tempo real que um colaborador ou máquina necessita para completar o processo, e é calculado conforme a Equação 2:

$$\text{Tempo de Ciclo} = \frac{\text{Tempo utilizado para realizar a operação}}{\text{Quantidade produzida na operação}} \quad (2)$$

O objetivo da padronização do trabalho é combinar o tempo de ciclo de todos os processos com o tempo de talk. Desta maneira, o tempo talk é o norteador produtivo. Por exemplo: se o talk calculado for de 3 minutos, significa que a cada 3 minutos a linha de produção ou a fábrica deve produzir uma unidade do produto para que a demanda seja atendida (TAKEDA, 2011; DENNIS, 2008).

3 | METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada em uma empresa de produtos panificáveis, localizada na cidade de Sertânia-PE. Foi necessário fazer um levantamento e consulta ao referencial bibliográfico, com o intuito de melhor desenvolver o estudo.

A descrição do que é e para que serve a pesquisa bibliográfica permite compreender que, se de um lado a resolução de um problema pode ser obtida através dela, por outro, tanto a pesquisa de laboratório quanto a de campo (documentação direta) exigem, como premissa, o levantamento do estudo da questão que se propõe a analisar e solucionar. A pesquisa bibliográfica pode, portanto, ser considerada também como o primeiro passo de toda a pesquisa científica. Lakatos e Marconi (2001, p.44)

Entre os meses de fevereiro e março de 2018 foram realizadas visitas “in loco” na empresa, sendo realizado um levantamento de dados junto ao proprietário e seus funcionários, coletando as informações necessárias para entender o processo produtivo.

Segundo Rodrigues et. al (2017) o estudo é considerado exploratório, descritivo e aplicado. Caracteriza-se exploratório, pois existe pouca utilização de ferramentas estratégicas no estabelecimento. Considera-se descritivo, pois foi formulado um roteiro com variáveis que influenciam interna e externamente o objeto de estudo. Tem caráter aplicado, devido a facilidade de lidar e resolver os reais problemas.

Na realização desse trabalho foi utilizada a cronoanálise, aplicando as seguintes operações:

a) Cronometragem dos movimentos do trabalhador na linha de produção: a atividade do operador é fragmentada em tarefas mais específicas, com auxílio do cronômetro é computado o tempo de cada tarefa desde o movimento inicial até seu movimento final, atingindo a quantidade de tempos suficientes para validar o estudo;

b) Cálculo dos tempos: através do tempo real (tempo cronometrado) calcula-se o tempo normal, que é acrescido do fator eficiência, o qual MOREIRA (2013) sugere ser registrado durante a cronometragem, isso possibilita obter um resultado mais preciso. O tempo padrão é calculado incluindo o fator fadiga sobre o tempo normal;

c) Balanceamento dos tempos obtidos: a partir do tempo padrão realizado nos diversos postos de trabalho é possível identificar a ociosidade desses postos, depois de identificar é feita uma avaliação de quais fatores influenciam nesse problema, podendo ser realizadas as mudanças na ordem de realização das atividades ou eliminá-las, caso seja necessário.

Esta pesquisa é um de estudo de caso, onde foi aplicada a cronoanálise, em seguida, utilizou-a para calcular o talk-time e o ciclo time, atual e futuro e o plano de implementação.

O estudo de caso é uma modalidade de pesquisa amplamente utilizada nas ciências biomédicas e sociais. Consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível mediante outros delineamentos já considerados. Gil (2007)

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Projeto de mapa do estado atual

O passo seguinte foi desenhar o mapa de estado atual, que é feito após a observação do fluxo de produção.

O primeiro passo é a escolha de uma família de produtos. Seu processo de linha de produção tem apenas uma família de produtos, que são pães, ainda que a quantidade de matéria prima de cada tipo de pão mude, o maquinário é o mesmo.

O segundo passo é o projeto do VSM de estado atual. Os dados utilizados foram obtidos durante as visitas à padaria, por meio de cronoanálises, diálogos com os colaboradores, observação e relatórios diários da produção. Entre os dados, pode ser deduzido: o tempo de ciclo (TC), número de empregados por processo, produção. A Figura 3 representa o VSM de estado atual da linha de produção de pães.

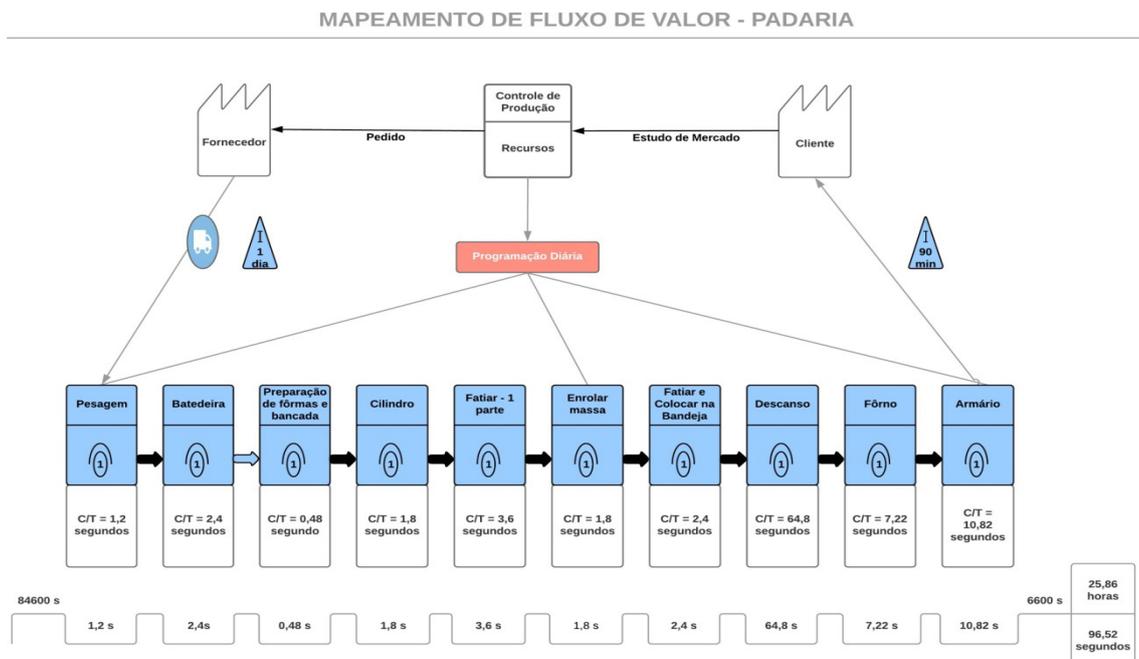


Figura 3 – MFV de estado atual

Fonte: Autoria própria.

A partir do fornecimento de matérias-primas (farinha, fermento, sal, açúcar, óleos, etc), é requerido um tempo de 1 dia para se chegar ao pedido, que é solicitado pelo Planejamento e Controle da Produção.

A primeira operação é a pesagem da farinha, fermento, sal, açúcar, reforçador, seguido da colocação desses materiais na batedeira. Continuando o processo temos as seguintes operações: preparação de fôrmas e bancada, cilindro, fatiar (1ª parte), enrolar massa, fatiar (2ª parte) e colocar na bandeja, descanso da massa, forno e

armário.

O Tempo de Ciclo (TC) é o tempo que leva para a operação ser finalizada e começar outra. A produção é contada por pão e difere de uma máquina para outra, de acordo com a função da mesma.

Há uma linha do tempo na parte de baixo do mapa, que representa o tempo gasto para o pão seja feito, ou seja, o Lead Time (LT) e os tempos na parte de baixo são de atividades que agregam valor. Adicionando todos os valores, pode-se calcular o LT. Há apenas uma pessoa que realiza todas as operações de produção do pão.

Durante as visitas, um grande gargalo pôde ser visto no processo. A massa do pão demora 9 horas no descanso para poder ser assada.

Com o Gráfico de Balanceamento de Operações (GBO), figura 4, verifica-se que o processo de descanso da massa do pão apresenta um tempo de ciclo muito maior que o talk-time o que gera atrasos no processo produtivo.

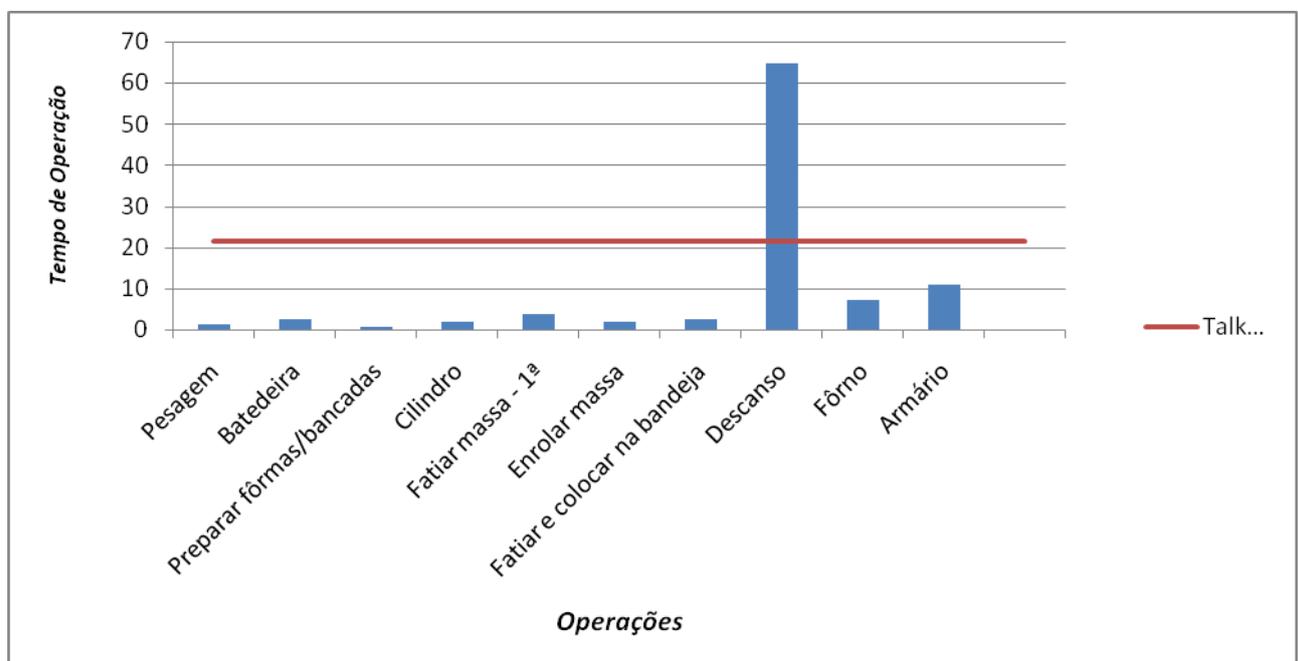


Figura 4 – Gráfico de Balanceamento de Operações - Atual

Fonte: Autoria própria.

4.2 Mapa do estado futuro

Após análise do processo produtivo, apontados no MFV de Estado Atual, decidiu-se conduzir melhoria no tempo de descanso da massa do pão.

As principais propostas de eliminação de gargalo foram: a utilização de uma câmara de fermentação que aumentará a temperatura de forma que acelere o processo de fermentação; ou aumentar em pequena quantidade o fermento para acelerar o crescimento da massa de forma que não altere a sua qualidade.

Após a análise do mapa de estado atual, concluímos que a aplicação da 1ª proposta seria interessante para controlar o talk-time. Com a possível implementação da proposta, o tempo de descanso da massa do pão será reduzida para, aproximadamente,

2 horas, como apresentado no gráfico GBO – figura 5.

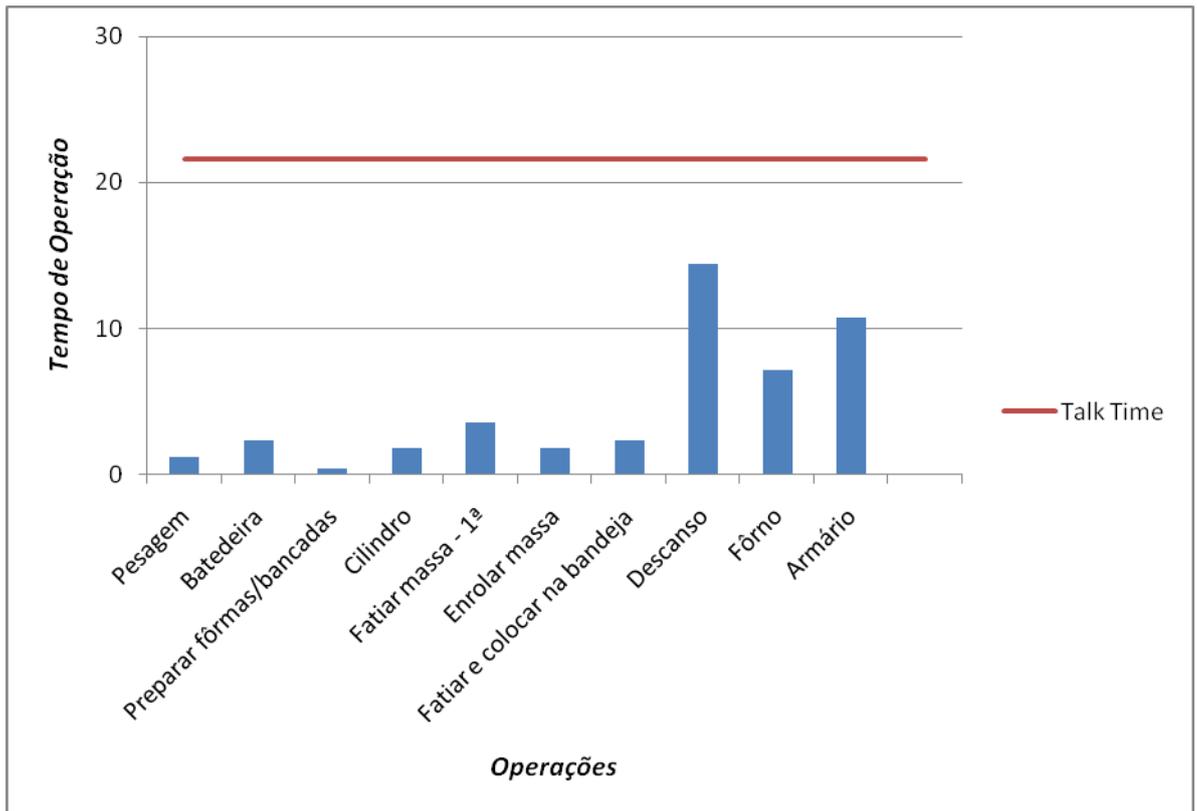


Figura 5 – Gráfico de Balanceamento de Operações – Futuro

Fonte: Autoria própria.

Assim, adotando-se esta medida, o MFV Futuro ficaria organizado da seguinte forma:

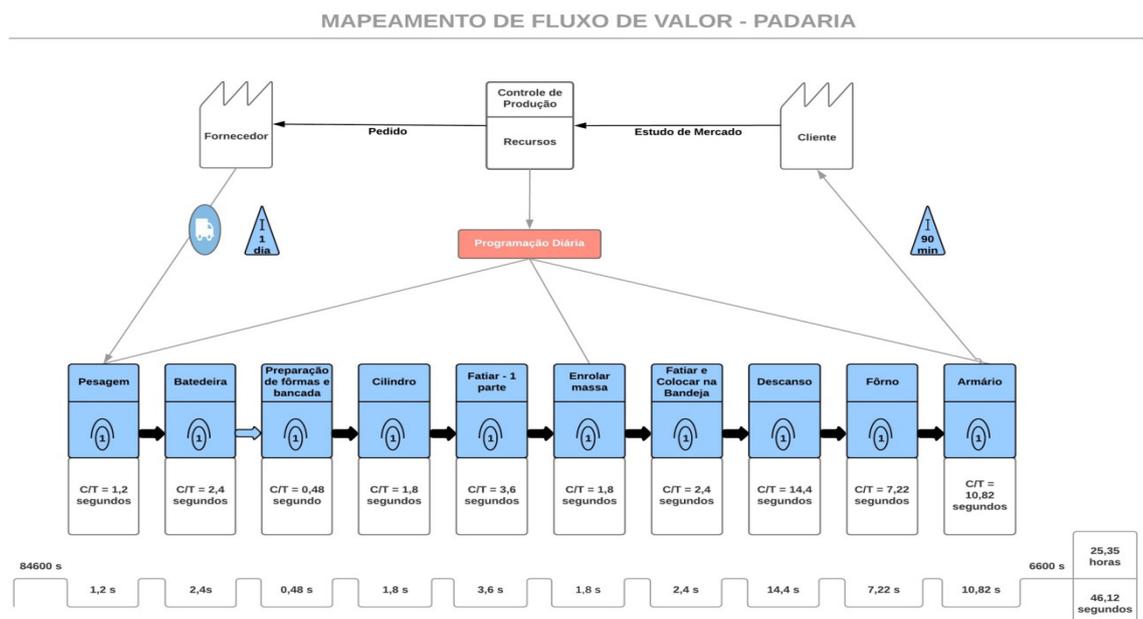


Figura 6 – MFV de estado futuro

Fonte: Autoria própria.

5 | CONCLUSÃO

Com este estudo foi possível atingir o objetivo inicial da pesquisa: analisar e propor melhorias no fluxo de valor em uma panificadora, através da utilização de ferramentas e conceitos de manufatura enxuta, a fim de identificar possíveis melhorias e aumento de produtividade, além de desenvolver uma cultura Lean.

O MFV utilizado neste trabalho representou os processos responsáveis pela transformação de matéria prima em produto acabado. Isso compreende todo o fluxo de material e de informações, desde o pedido do cliente, processos de fabricação e expedição ao consumidor final. A partir dessa representação visual foi possível identificar os processos e atuando nos gargalos, e atuar nos desperdícios identificados.

Para estudos futuros sugere-se a implementação da melhoria proposta e o monitoramento para identificação dos novos tempos de ciclo e realização de estudos de tempo para o deslocamento e movimentação.

6 | AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Especialista em Engenharia de Produção Adriano Matos de Oliveira e ao Mestre em Engenharia de Produção Daniel Oliveira de Farias, pela orientação durante todo o tempo de desenvolvimento deste trabalho e também a Elidário Ferreira Leite pela aceitação em desenvolver essa pesquisa em sua panificadora.

REFERÊNCIAS

- ÁLVAREZ, R.; CALVO, R.; PEÑA, M.M.; DOMINGO, R. **Redesigning in assembly line through lean manufacturing tools**. *Internacional Journal of Advanced Manufacturing Technology*, London, v. 43, n. 10, p 949 – 958, 2008.
- DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- FERREIRA, C. C. et al. **Consequências da implantação pontual de ferramentas Lean**. *JOURNAL OF LEAN SYSTEMS*, v. 1, n. 1, p. 51-66, 2016.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- GONÇALVES, M. S.; MIYAKE, D. I. **Fatores Críticos para a Aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor em Projetos de Melhorias**. *Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP*. São Paulo: EPUSP, 2003.
- HINES, Peter; TAYLOR, David. *Going lean*. **Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Centre Cardiff Business School**, p. 3-43, 2000.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A.. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos**. 2001.
- LICIARDI, C. L.; MIRANDA, R. C. **Utilização do Mapeamento do Fluxo de Valor para estabilização de entregas ao estoque em uma indústria de autopeças**. *Revista Produção em Foco*, Joinville, v. 4, n. 2, p. 335-366, jun. 2014.

LIKER, J.K. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LUZ, C. A. A.; BUIAR, D. R. **Mapeamento do Fluxo de Valor – Uma ferramenta do Sistema de Produção Enxuta**. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 24 Anais... 2004.

PRATES, C.; BANDEIRA, D. **Aumento de eficiência por meio do mapeamento do fluxo de produção e aplicação do Índice de Rendimento Operacional Global no processo produtivo de uma empresa de componentes eletrônicos**. *Gestão & Produção*, v. 18, n. 4, p. 705-718, 2011.

RODRIGUES, A. J. S. ; MATOS, A. P. ; OLIVEIRA, A. M. . **Desafios encontrados pelos docentes na prática de alfabetização: Um estudo em uma escola municipal da cidade de Russas - CE**. 1. ed. Saarbrücken, Alemanha: Novas Edições Acadêmicas, 2017. v. 1. 61p .

ROLDAN, F.; MIYAKE, D. I. **Mudanças de forecast na indústria automobilística: iniciativas para a estruturação dos processos de tomada de decisão e processamento da informação**. *Gestão & Produção*, v. 11, n. 3, p. 413-427, 2004.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda**. Lean Enterprise Institute, 2003.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Como criar um empreendimento de panificação e confeitaria**. 2009. Disponível em: . Acesso em: 30 mai. 2016.

SOUZA, F. A.; et al. **APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (MFV) PARA MELHORIA DE PROCESSO EM UMA FÁBRICA DE LATICÍNIOS**. Bento Gonçalves: ENEGEP, 2012. 12 p.

SPARKS, D.; BADURDEEN, F. **Combining sustainable value stream mapping and simulation to assess supply chain performance**. In: IIE Annual Conference. Proceedings. Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE), 2014. p. 1847.

TAKEDA, H. **The synchronized production system**. 1. ed. London [u.a.]: KoganPage, 2011.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação**. 14ª edição. São Paulo: Cortez Editora, 2005.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier , 2010, p. 145 – 162.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

O USO DE PRÁTICAS DE PRODUÇÃO ENXUTA PARA O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA

Paulo Ellery Alves de Oliveira

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Departamento de Engenharia de Produção, Natal – Rio Grande do Norte

William Pinheiro Silva

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Departamento de Engenharia elétrica e Computação, Campina Grande – Paraíba

Hellany Cybelle Araujo de Lima

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Departamento de Engenharia de Produção, Natal – Rio Grande do Norte

Arthur Arcelino de Brito

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Departamento de Engenharia de Produção, Natal – Rio Grande do Norte

Rafael de Azevedo Palhares

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Departamento de Engenharia de Produção, Natal – Rio Grande do Norte

Mariana Simião Brasil de Oliveira

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Departamento de Engenharia de Produção, Natal – Rio Grande do Norte

Felipe Barros Dantas

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Departamento de Engenharia elétrica e Computação, Campina Grande – Paraíba

Nathaly Silva de Santana

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Departamento de Engenharia de Produção, Natal – Rio Grande do Norte

Pedro Osvaldo Alencar Regis

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Departamento de Engenharia de Produção, Natal – Rio Grande do Norte

Eliari Rodrigues Silva

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Departamento de Engenharia Química, Campina Grande – Paraíba

Railma Rochele Medeiros da Silva

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Centro Ciências e Tecnologia, Natal – Rio Grande do Norte

RESUMO: O uso de práticas enxutas tem se tornado cada vez mais intenso nas organizações que buscam por desempenho competitivo por meio de estratégias de baixo custo. Essas práticas produtivas têm como fundamento, a busca constante pela redução dos desperdícios, eliminando qualquer atividade que não agregue valor aos produtos ou serviços. Nesse sentido, esse trabalho tem como objetivo descrever aplicações de práticas preconizadas pelo Sistema Toyota de Produção em uma indústria do setor metalúrgico sediada na cidade de Campina Grande – PB, durante o segundo semestre de 2017. Dentre os setores da empresa, as aplicações se deram no setor de embalagem do modelo de fechadura F-10, principal produto da empresa. Com o uso da produção enxuta, obteve-se a redução

ou eliminação de perdas por transporte, movimentação, estoque, superprodução e espera, e um significativo aumento de produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: Produção Enxuta, Setor Metalúrgico, Produtividade

ABSTRACT: The use of lean practices has become increasingly intense in organizations that seek competitive performance through low cost strategies. These productive practices are based on the constant search for the reduction of waste, eliminating any activity that does not add value to the products or services. In this sense, this paper aims to describe applications of practices advocated by the Toyota Production System in an industry of the metallurgical sector headquartered in the city of Campina Grande - PB, during the second half of 2017. Among the sectors of the company, the applications were given in the packaging sector of the F-10 lock model, the company's main product. With the use of lean production, it was obtained the reduction or elimination of losses by transportation, movement, inventory, overproduction and waiting, and a significant increase of productivity.

KEYWORDS: Lean Production, Metallurgical Sector, Productivity

1 | INTRODUÇÃO

Com o intuito de tornar seus processos produtivos cada vez mais eficientes, as organizações fazem uso de uma diversidade de sistemas, ferramentas e métodos de gestão. Na busca dinâmica por maiores índices de produtividade, destaca-se o uso de uma importante abordagem de gestão da produção, que é o Sistema Toyota de Produção (STP) ou Produção Enxuta (PE).

O STP consiste na adequação do sistema produtivo em termos de redução de custo (OHNO, 1988), produção sem defeitos (WOMACK; JONES; ROOS, 1990) e orientada para as necessidades dos clientes (DENNIS, 2008). Desenvolvido no Japão no período pós-guerra, esse sistema é considerado uma inovação radical na maneira de se produzir de forma eficiente. No Brasil, a implantação da filosofia de Produção Enxuta teve início no setor automotivo, e atualmente está presente nos diversos setores da economia, dentre eles o metalúrgico. Este setor ocupa posição central no desenvolvimento e consolidação da indústria brasileira. Com relevante expressão no cenário econômico, o segmento atende uma parte abrangente de indústrias, como as dos setores automotivo, de bens de capital, de construção, entre outros.

Nesse contexto, o presente artigo traz os resultados obtidos com as aplicações de práticas da Produção Enxuta, em uma indústria metalúrgica, com sede na Cidade de Campina Grande -PB. Segundo a classificação do Sebrae (2018), quanto a porte, trata-se de uma empresa de médio porte, pois possui um total de colaboradores entre o intervalo de 100 a 499. O uso dessas práticas, teve como objetivo a obtenção de maiores índices de produtividade no setor de embalagem do modelo de fechadura F-10. Dentre os modelos de fechadura produzidos pela metalúrgica, esse modelo é o que traz maior rentabilidade para empresa.

Na empresa, o uso da manufatura enxuta é recente, mas como na maioria das aplicações desse sistema, os resultados são bastante satisfatórios. Dentre as práticas preconizadas por esse sistema produtivo, esse trabalho apresenta as seguintes: fluxo contínuo, produção puxada, trabalho padronizado, gestão visual.

A estrutura do trabalho está dividida em cinco partes: na seção 2 são apresentados alguns conceitos sobre Produção Enxuta e suas práticas, na seção 3 são apresentados os procedimentos metodológicos, na 4 as discussões e análise dos resultados e na 5 as considerações finais do estudo realizado.

2 | DEFINIÇÃO DE SISTEMA DE PRODUÇÃO

Na visão oriental tradicional, a Produção Enxuta ou Sistema Toyota de Produção (STP), pode ser visto por diferentes perspectivas. Depende bastante da visão do autor que a denomina, e a época em que é citada. Mesmo variando, as definições para esse sistema mantêm sua essência, que são fatores como otimização da produção, melhoria no fluxo, eliminação de falhas e perdas.

Apesar desse sistema ser discutido desde a década de 1950, em função de sua evolução, a partir das incorporações e das adaptações ocidentais, o termo manufatura enxuta ainda não possui singularidade de entendimento e medição (SHAH; WARD, 2007; PETERSEN, 2009).

Womack e Jones (2004), definem Produção Enxuta como sendo uma forma de otimizar a produção através de vários fatores que, quando alinhados, acabam por possibilitar um melhor desempenho do sistema produtivo como um todo. Dentre estes fatores estão a redução dos tempos de fabricação e dos estoques, flexibilização, trabalhadores multifuncionais, diminuição das perdas e produção puxada pela demanda e a busca constante para eliminar qualquer perda que não gere valor agregado aos produtos.

Este sistema foi desenvolvido para possibilitar às pessoas a melhoria contínua de suas atividades, para que os resultados possam ser dissipados pela organização como um todo. Assim, os colaboradores seriam os principais responsáveis por garantir o sucesso desse sistema dentro da organização. Com isso, faz-se necessária uma adequação da cultura organizacional aos princípios que a norteiam de maneira correta, para que no decorrer de sua implementação, a empresa tenha um melhor desempenho em longo prazo.

2.1 Práticas da produção enxuta

As práticas da Produção Enxuta são as ferramentas utilizadas por esse sistema para atingir seus objetivos. Elas permitem a eliminação de desperdícios, tempo, esforço, materiais e recursos. Portanto, são responsáveis por assegurarem que a organização obtenha um resultado satisfatório na implantação da filosofia *lean*.

A *lean manufacturing* aplicada à organização deve buscar atacar os pontos mais críticos e que geram maior desperdício ao sistema produtivo. Segundo Slack *et al.* (2002), estes pontos são denominados as sete perdas da produção, e são classificadas como: (i) Superprodução; (ii) Espera; (iii) Transporte e/ou transferência; (iv) Superprocessamento e/ou processamento incorreto; (v) Excesso de estoque; (vi) Deslocamentos desnecessários; (vii)

Defeitos. Para o autor, a busca constante por tentar eliminar estas perdas, algumas práticas, se seguidas corretamente, poderiam contribuir de maneira significativa para a eliminação destas anomalias. Dentre as práticas desse sistema produtivo, tem-se a padronização do layout, produção puxada, fluxo contínuo, qualidade total e gestão visual, entre outras. Dentre estas, a seguir são descritas com maiores detalhes as utilizadas nesse caso.

2.2 Fluxo contínuo

Fluxo contínuo de um processo é a realização de atividades de maneira continuada e ininterrupta, movendo os itens em processo de uma operação para outra, sem que ocorram pausas ou esperas. Na Produção Enxuta, utiliza-se deste fluxo contínuo para reduzir as perdas da produção, pois ele busca reduzir o tamanho dos estoques intermediários no processo, assim como minimizar toda e qualquer operação ou movimento que não agregue valor ao produto final (WOMACK E JONES, 2004).

2.3 Trabalho padronizado

O uso de trabalho padronizado em empresas antecede o desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção. Esta prática tem início quando se começou a observar as ações dos trabalhadores nas linhas de produção na época do Fordismo. Neste caso, o diferencial do Sistema Toyota é não apenas trazer as questões dos trabalhadores padronizarem suas atividades, mas também manter o seu nível de produção sem que haja desnivelamentos do seu ritmo de execução, elevando, assim, a qualidade e a confiabilidade do processo (SCHNEIDER, 2007).

Nas organizações que atuam com esse sistema, tem-se a visão de trabalhadores multifuncionais, ou seja, pessoas que tenham a possibilidade de realizar várias tarefas em um determinado processo. No caso da PE, o potencial dos trabalhadores é liberado através do trabalho em equipes multifuncionais. De um modo geral, estas equipes são organizadas em células de manufatura ao longo do processo e cada equipe é responsável por realizar todas as tarefas em sua parte do processo. Além disso, os colaboradores apresentam um grau elevado de autonomia.

2.4 Produção puxada

No STP, a programação de material é feita através de um sistema puxado, onde o ponto inicial da manufatura é a solicitação do cliente e o ponto final seria o início

do processo de produção de um determinado item, seguindo o processo inverso ao sistema tradicional.

Assim, a produção se iniciaria a partir de uma linha de pedidos que são disparados de trás para frente, no último momento possível (programação para trás), onde o material somente será processado em uma operação se ele for requerido pela operação subsequente do processo, que, quando necessário, envia um sinal que funciona como uma ordem de produção para a operação fornecedora para que esta dispare a produção e o abasteça (CORRÊA; CORRÊA, 2009).

2.5 Qualidade total

Dentre os princípios que norteiam a Produção Enxuta, está a qualidade desde a fonte. Além disso, o controle de qualidade ocorre durante todo o processo produtivo, pois é realizado pelos próprios colaboradores, que são habituados a tomar decisões e resolver os problemas das atividades que estão executando no processo. Eles têm a autonomia para decidirem se o item que estão produzindo deve prosseguir na cadeia de valor ou não. Ao encontrar defeito, os colaboradores devem evitar passar o item para o processo seguinte. Eles têm a total liberdade de parar a linha, caso seja encontrado um produto com alguma falha grave de qualidade (YOSHINO, 2008).

2.6 Gestão visual

A gestão visual é outra prática utilizada na fundação do sistema de produção enxuta, ajuda na estabilidade e padronização do sistema e foi usualmente aplicada junto com os 5S's. É um modo poderoso de implementar o segundo passo de organizar e o quarto passo de padronizar o sistema (WOMACK E JONES, 2004).

3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As aplicações das práticas se deram durante o segundo semestre do ano de 2017. Estas foram planejadas e implantadas pelo setor de melhoria continua da empresa, com o auxílio da gerencia de produção e dos colaboradores do setor. Na Figura 1 é apresentada a sequência com as cinco etapas das aplicações das práticas, com suas respectivas atividades.

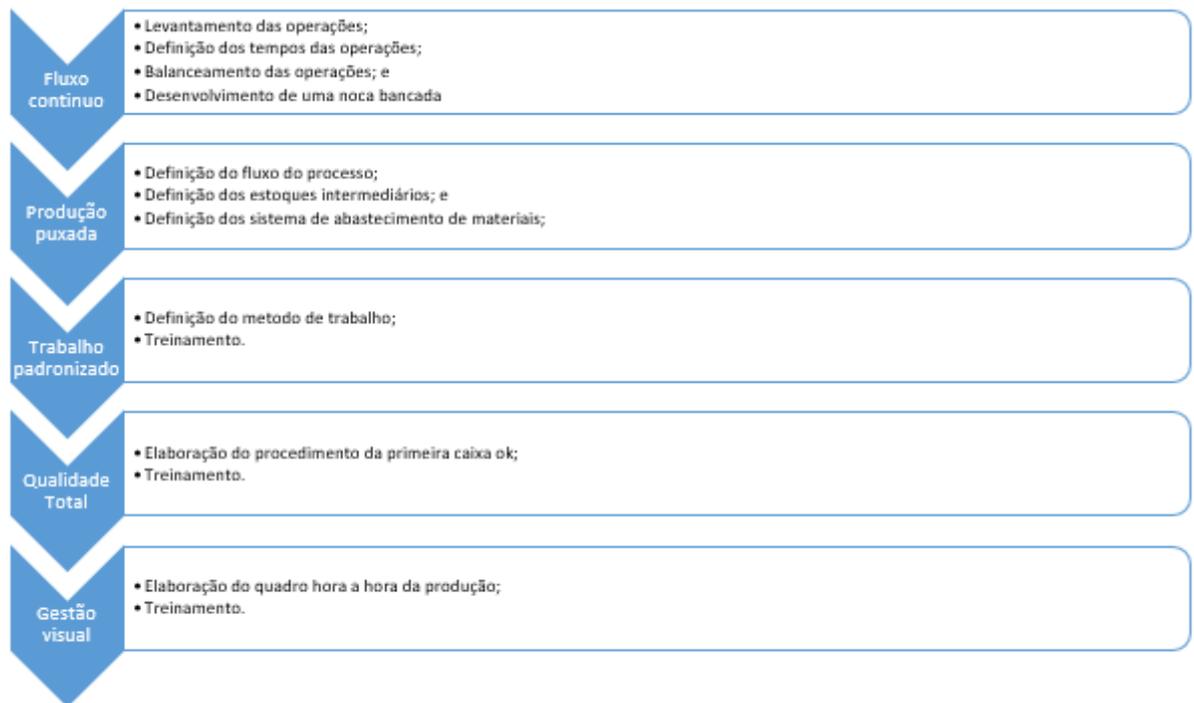


Figura 1 – Estrutura da aplicação das práticas

3.1 Fluxo contínuo

De acordo com a Figura 1, a primeira atividade dentro da etapa de torna o fluxo contínuo, foi realizar o levantamento das operações presentes em cada posto de trabalho. Para obtê-las fez-se uso do método observacional e o auxílio dos colaboradores e supervisores da área.

Após o levantamento das operações, passou-se a determinação dos tempos de execução para cada uma delas. Para isso, foi utilizado o recurso de filmagem nos dois turnos durante cinco dias da semana, chegando-se ao tempo de ciclo da embalagem.

De posse dos tempos e do grau de dificuldade das operações, deu-se início ao processo de tornar o fluxo do processo contínuo. Com o uso de um gráfico de balanceamento de operações e com base no fluxo existente foi elaborado a sequência dos postos de trabalho com suas respectivas operações. O objetivo do balanceamento é atingir a homogeneidade de carga de trabalho entre os operadores, para que o tempo de ciclo em cada posto de trabalho não ultrapasse o takt-time de produção (MASSOD, 2006).

3.2 Produção puxada

Buscou-se estabelecer um padrão para o estoque intermediário. Para definição do mesmo foi utilizado o tempo de ciclo de embalagem para quatro fechaduras, e adaptações sugeridas pelos colaboradores da embalagem.

Definido o posicionamento e a sequência de execução das operações, passou-se a definição do sistema de abastecimento. Como preconizado pelo sistema de produção enxuto, o sistema utilizado foi o puxado, onde o abastecedor realizava o abastecimento conforme o pedido das demais postos de trabalho, através da sinalização com um

cartão na caixa de cada tipo de componente. Tanto par o padrão de estoque como para o de trabalho, foram realizados treinamentos com os colaboradores, e reajustes dos métodos antes da implantação.

3.3 Trabalho padronizado

Conforme a Figura 1, após o balanceamento das operações buscou-se a determinação de um método de trabalho para cada operação. Para sua elaboração, foram levados em consideração o método anterior, o grau de dificuldade, as sugestões dos colaboradores e de profissionais da segurança e saúde no trabalho da empresa.

3.4 Qualidade total

O procedimento da primeira caixa ok, foi definido pelo setor de melhoria, juntamente com o pessoal de controle de qualidade. Para elaboração dessa forma de controle, foram levados em consideração os problemas enfrentados com devoluções, devido à ausência de componentes em algumas caixas e de etiquetas trocadas. Após sua elaboração, foi feito um treinamento o acompanhamento de verificação se realmente estava sendo executado o procedimento.

3.5 Gestão visual

Após definir todos os padrões e treinamentos, foi elaborado um quadro para o controle da produção para cada hora de produção e causas de paradas. O preenchimento do quadro ficou sob a responsabilidade do abastecedor, pois de acordo com os tempos das operações levantadas, o mesmo tempo de folga para preencher. Foram elaboradas instruções e um treinamento com os abastecedores.

4 | DISCUSSÕES E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Fluxo contínuo

Em sua situação inicial, a área possuía três tipos de postos de trabalho: 3 postos de montagem de caixa individual da fechadura, 4 postos de embalagem e 3 abastecedores, sendo 1 para montagem da caixa e os outros 2 para abastecer os postos de embalagem.

4.1.1 Levantamento das operações e seus tempos de execução

Na Figura 2, é apresentada a situação inicial dos postos de trabalho na embalagem da F-10, sendo (A) a montagem da caixa, (B) a embalagem e (C) o abastecedor.



Figura 2 – Condição inicial da embalagem

Com base no que foi observado e nas perdas definidas pelo STP, foram verificados inicialmente dois tipos de perdas. (i) perdas por estoques: verificada pelo acúmulo de caixas individuais e coletivas montadas ao longo do processo; (ii) perdas por superprodução: observada pela grande quantidade de componentes no posto de trabalho, descontínuo com a meta estabelecida, configurando-se como um sistema empurrado.

Nesse sentido, buscou-se por meio de um balanceamento das operações, tornar o processo em um sistema puxado, ou seja, só havendo repasso de caixas e componentes após feita a solicitação. Essa busca por sincronizar o processo teve início com o levantamento das operações e seus respectivos tempos médios de execução.

Na Tabela 1 são apresentadas as operações levantadas e seus respectivos tempos médios de execução.

Operações	Tempo (s)	Posto de trabalho
Montar caixa individual	6,0	A
Pegar mecanismo	4,4	B
Pegar cilindro	3,0	B
Pegar kit espelho	5,6	B
Pegar kit parafuso	4,6	B
Pegar maçaneta cravada	2,8	B
Pegar maçaneta furada	2,2	B
Fechar, selar e descartar caixa	15,5	B
Pegar caixas individuais	3,5	C
Montar caixa coletiva	5,0	C
Etiquetar caixa coletiva	3,0	C

Tabela 1 – Operações e tempos de execução

De posse dos tempos, passou-se ao balanceamento, distribuindo-as entre 3 postos de trabalho sequenciados. O intuito era possibilitar o fluxo contínuo do processo, eliminando perdas por espera entre as operações, e facilitar a realização

das operações.

4.1.2 Balanceamento de operações

Na Tabela 2 são apresentadas de forma detalhada todas as operações com seus respectivos tempos médios de execução, para cada estação de trabalho.

Operações	Tempo (s)	Frequência	Ciclo	T. freq.	P1	P2	P3
Montar caixa individual e etiquetar	6,0	1	4	24	24		
Pegar mecanismo	4,4	4	4	4,4		4,4	
Pegar cilindro	3,0	4	4	3,0		3	
Pegar kit espelho	5,6	4	4	5,6		5,6	
Pegar kit parafuso	4,6	4	4	4,6		4,6	
Pegar maçaneta cravada	2,8	4	4	2,8			2,8
Pegar maçaneta furada	2,2	4	4	2,2			2,2
Fechar, selar e descartar caixa	15,5	4	4	15,5			15,5
Pegar caixas individuais	3,5	4	0,083	3,5		3,5	3,5
Montar caixa coletiva	5,0	12	0,083	0,035			0,035
Etiquetar caixa coletiva	3,0	12		0,021			0,021

Tabela 2 – Operações e seus respectivos tempos médios

No quadro, P1 representa a montadora de caixa individual, P2 a primeira embaladora e P3 a segunda embaladora. Após a distribuição das operações entre as 3 estações de trabalho, fez-se um GBO – Gráfico de Balanceamento de Operações, conforme pode ser visto no gráfico a seguir.



Gráfico 1 – Balanceamento das atividades

Esses valores foram obtidos por meio da soma dos tempos das operações correspondentes a cada Op. A partir do GBO, pode-se verificar que o tempo de ciclo, com 4 caixas, em segundos é 24,06 segundos (gargalo do processo). A Figura 3 apresenta o sequenciamento dos postos de trabalho com suas respectivas operações.

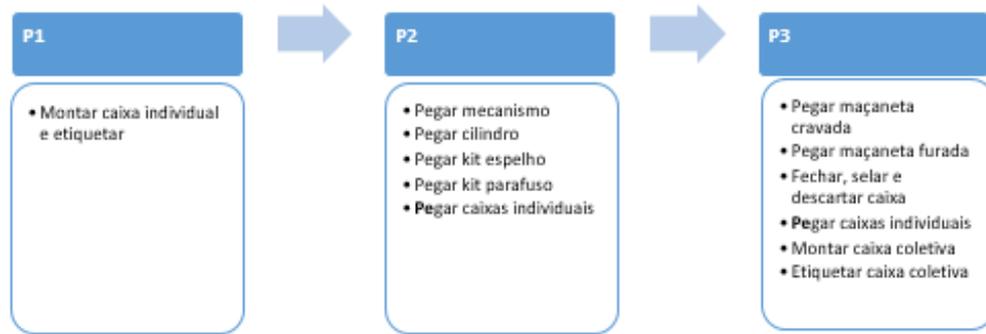


Figura 3 – Sequenciamento dos postos de trabalho

Antes da etapa seguinte, foi verificado que as bancadas existentes, não seria possível colocar em prática o sequenciamento proposto na Figura 3. Com isso, foi acionado o setor de Engenharia de Processo para que elaborasse uma nova bancada, levando em consideração o balanceamento, os métodos de trabalho e que tivesse de acordo com as especificações ergonômicas. Como pode ser visto na Figura 4, as bancadas antigas não proporcionavam um trabalho eficiente e nem satisfatório para os colaboradores.



Figura 4 – Condições iniciais dos postos de trabalho

Dentre as inadequações ergonômicas, destaca-se a elevação de peso pelo abastecedor acima do ombro, movimento repetitivo ao longo do dia. As caixas dispostas na bancada dificultavam a ação de pegar os componentes da fechadura (maçaneta furada e cravada), pois ficavam atrás das abas das caixas individuais. Além disso, a impossibilidade de realizar o trabalho semi-sentado. A bancada desenvolvida é apresentada na Figura 5.



Figura 5 – Nova bancada da embalagem

A nova bancada foi elaborada seguindo o conceito de arranjo celular, sendo possível na a embalagem de uma diversidade de modelos de fechaduras. Para possibilitar a realização de operações de abastecimento, de movimentação de caixas individuais e coletivas, estabelecidas no sequenciamento, a mesma foi construída utilizando *flow rack*.

4.2 Produção puxada

Após a proposta de balanceamento do processo, passou-se ao estabelecimento do sistema de produção puxado.

4.2.1 Definição do fluxo do processo

Com essa nova bancada, o fluxo que antes era empurrado passou a ser puxado. As caixas vazias na P1 são montadas uma por vez e repassadas quatro por vez (quantidade por ciclo), só ocorre quando solicitado pelo P2 que embala os quatros primeiros componentes da fechadura (mecanismo, cilindro, kit espelho e kit parafuso), respectivamente. Da mesma forma a P2 só repassa quatros caixas quando P3 solicita, para embalar os demais componentes (maçaneta furada e maçaneta cravada).

4.2.2 Definição dos estoques intermediários

Dentro de um processo produtivo, estoques elevados são responsáveis por encobrir os reais problemas, ou seja, em quantidades mínimas o problema raiz vem à tona. Assim, passou-se a definição das quantidades de estoques intermediários para as caixas individual e coletiva. Para as caixas individuais montadas, definiu-se um total de 8 unidades, que representa 2 ciclos de 4, sendo o valor máximo permitido. Para as

quantidades de fardos das caixas individuais, fixou-se como valor máximo um total de 1 fardo aberto e 2 fechados, com 100 unidades por fardo. Deve-se destacar, que antes de implantar o padrão de estoque intermediário, foi realizado um treinamento com os colaboradores para adequação ao novo padrão.

4.2.3 Definição do sistema de abastecimento de materiais

Da mesma forma que o repasse das caixas individuais com os componentes, entre os três postos, o abastecimento dos componentes só é feito quando solicitado. Para que o abastecedor saber qual componente deve ser repostado, foi elaborado um cartão de reposição que fica preso a cada caixa de abastecimento. O modelo de cartão para processo de reposição de componentes é apresentado na Figura 6.

CARTÃO DE REPOSIÇÃO		
SETOR: Embalagem F-10	MODELO: F-10	
COMPONENTE: Mecanismo	QUANTIDADE: 64 unid.	

Figura 6 – Modelo de cartão de abastecimento

Com o uso do cartão, o processo de abastecimento que antes era empurrado passou a ser puxado pelos dois postos de embalagem dos componentes. Com o uso do *flow rack*, as caixas vazias são colocadas na rampa, o abastecedor verifica o componente no cartão e providencia o abastecimento. Vale salientar que para não haver paradas por causa de falta de material, definiu-se um estoque para cada componente com uma caixa cheia, mantendo-se um total de duas por componente na rampa de abastecimento da bancada. Na Figura 7 são apresentadas as novas condições de abastecimento.



Figura 7 – Condições do abastecedor no posto de trabalho piloto

4.3 Trabalho padronizado

Conforme a Figura 1, outra prática utilizada foi a padronização do trabalho. Essa se deu em duas atividades, elaboração das instruções de trabalho (IT) e em seguida o treinamento.

4.3.1 Elaboração de instruções de trabalho

Dentro de um trabalho como esse, a definição de um padrão de trabalho é essencial para o fluxo tornar-se contínuo. Com isso, estabeleceu-se um método de trabalho para o posto de trabalho piloto. Um fato a destacar, é que nas condições anteriores não havia nenhum padrão estabelecido. Esse fator influenciou na elaboração do novo método, pois buscou-se um método simples, que fosse de fácil compreensão para os colaboradores.

Nas condições anteriores, montar e etiquetar caixa individual (P1) não eram operações sequenciadas, assim como as quantidades não eram definidas. Nas condições atuais esse estoque intermediário é de no máximo 8 caixas (2 ciclos).

No P2, são colocadas na caixa o mecanismo, cilindro, espelho e kit de parafuso, respectivamente. Em P3, são colocadas as maçanetas furadas e cravadas, respectivamente. Além desse três, buscou-se estabelecer um método de trabalho para o abastecedor. Das atividades que eram de sua competência, no novo posto, o abastecedor ficou responsável pelo preenchimento do quadro hora a hora, não existente nas condições anteriores.

4.4 Qualidade total

A próxima etapa foi implantar um sistema de controle de qualidade no processo de embalagem, pois dos setores em que eram produzidos os componentes da fechadura, a embalagem F-10 era o único que não apresentava um sistema de controle definido.

4.4.1 Elaboração do procedimento da 1ª caixa ok

Com isso, passou-se ao estabelecimento de um procedimento de controle que ficou denominado de 1ª caixa Ok. Na Figura 8 é apresentado o local determinado para a disposição das caixas verificadas.



Figura 8 – Local de disposição das caixas

Um problema recorrente era com relação as devoluções dos clientes internos e externos. Devoluções internas do Centro de distribuição (CD) devido a colocação errada de etiquetas, ou seja, caixas com etiquetas não correspondentes aos itens embalados. Devolução externa, devido a colocação de componentes não correspondentes com o modelo em que está se embalando. Com isso, ficou estabelecido que a cada troca de modelo de fechadura devia-se fazer a verificação com os seguintes passos:

- 1º passo: verificar se todos os componentes da fechadura estão na caixa;
- 2º passo: verificar se a caixa individual e a coletiva estão etiquetadas; e
- 3º passo: dispor as caixas no local determinado ao lado do posto de trabalho.

4.5 Gestão visual

4.5.1 Implantação da gestão visual de produção

Outra melhoria implantada no setor foi a gestão visual por meio do quadro hora a hora. Nesse quadro, são apresentados os volumes embalados a cada hora do turno e as causas de paradas do processo, com seus respectivos tempos. Na Figura 9 é apresentado o quadro hora a hora implantado no setor, e que posteriormente foi implantado em toda a fábrica.

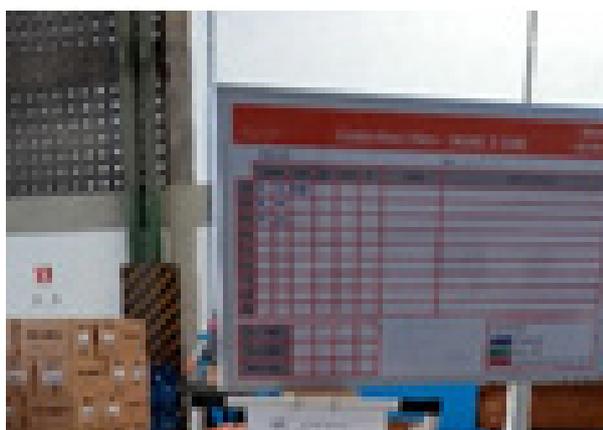


Figura 9 – Quadro hora a hora

Com base nas operações realizadas em cada posto de trabalho, ficou determinado que o preenchimento do quadro ficou a cargo do abastecedor, pois o mesmo ficou com disponibilidade após o novo modelo de bancada e processo de abastecimento para fazê-lo.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a aplicação das práticas de produção enxuta, os resultados foram satisfatórios. Em sua situação inicial, o setor apresentava diversas perdas com estoque, superprodução, espera, movimentação e transporte. Com o uso dos princípios do STP, essas perdas foram eliminadas.

A embalagem da F-10 apresentava produtividade de 400 fechaduras por hora. Após a aplicação das práticas, esse valor teve um aumento de 11%, passando para 444 fechaduras por hora. Com as operações colocadas em fluxo contínuo, tiveram-se as seguintes realocações de colaboradores: 1 colaborador montador de caixa, passando de 3 para 2, e 1 colaborador abastecedor, passando de 3 para 2 no setor.

Após padronizar as operações, o ritmo de trabalho tornou-se mais contínuo. Com a redução dos estoques intermediários e sua padronização, foram eliminados os altos volumes de estoques em processo. No entanto, vale destacar que não basta definir padrões sem antes haver treinamento e acompanhamento, e nem a colocação de metas inalcançáveis, antes da adequação ao método novo.

Com o uso do procedimento da 1ª caixa ok, eliminou-se um problema frequente naquele setor, que era a troca de etiquetas entre os modelos de fechaduras. A verificação a cada troca de modelo, possibilitou uma maior confiabilidade, pois o procedimento garantia que a embalagem de cada modelo estava sendo feita de forma correta, com os componentes corretos. Com isso, reduziu-se o índice de devolução, em consequência foram reduzidos os custos com a não qualidade, com falhas internas e externas.

Como limitação desse estudo, pode-se destacar a dificuldade enfrentada em convencer os colaboradores a seguirem os padrões estabelecidos para o método de trabalho e os estoques intermediários. Além disso, a dificuldade de implantar as melhorias tendo que parra o processo em alguns momentos.

REFERÊNCIAS

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade – Conceitos e Técnicas**. São Paulo: Atlas, 2010.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração da Produção e Operações**: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2º Edição. São Paulo: Atlas, 2009.

LIKER, J. K.; MEIER, D. **O Modelo Toyota**: manual de aplicação. Porto Alegre: Bookman, 2007.

MASSOD, S. **Line balancing and simulation of an automated production transfer line**. Assembly Automation. 26,/1, p. 69 – 74, 2006.

SCHNEIDER, W. E. J. **Análise da trajetória tecnológica e da dinâmica da implantação do pensamento enxuto em uma empresa do setor plástico: um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, São Leopoldo, 2007.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

WOMACK, J.P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riquezas**. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

YOSHINO, R. T. **Proposta de um sistema de produção enxuta para o segmento calçadista**. Tese. (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo (USP), São Carlos, 2008.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

OHNO, T. **Toyota production system: beyond largescale production**. Cambridge: Productivity Press, 1988.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **The machine that changed the world**. New York: Rawson Associates, 1990.

DEFINIÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA NO PROCESSO DE MONTAGEM DE BOBINAS: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE FIOS E CABOS

Cryslaine Cinthia Carvalho Nascimento

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Centro de tecnologia.

Natal - RN

Aianna Rios Magalhães Veras e Silva

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Centro de tecnologia.

Natal - RN

Francimara Carvalho da Silva

Universidade Federal do Piauí, Centro de
tecnologia.

Teresina, PI.

Danyella Gessyca Reinaldo Batista

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Centro de tecnologia.

Natal - RN

Priscila Helena Antunes Ferreira Popineau

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Centro de tecnologia.

Natal - RN

João Isaque Fortes Machado

Centro Universitário Santo Agostinho, Engenharia
Civil.

Teresina, PI.

Leandra Silvestre da Silva Lima

Universidade Federal do Piauí, Centro de
tecnologia.

Teresina, PI.

Paulo Ricardo Fernandes de Lima

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Centro de tecnologia.

Natal - RN

Pedro Filipe Da Conceição Pereira

Universidade Federal do Piauí, Centro de
tecnologia.

Teresina, PI.

RESUMO: Diante do cenário competitivo atual, o estudo de tempos se torna essencial, uma vez que tem como propósito determinar o número padrão de tempos em que uma pessoa qualificada e treinada leva para realizar uma atividade; estabelecer padrões e normas para execução do trabalho e descobrir métodos que venham proporcionar melhorias no processo produtivo. Assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar o processo de montagem de bobinas de madeira de uma indústria de fios e cabos, devido à falta de um conhecimento sobre a capacidade produtiva mensal, além de visar explorar o processo e identificar as possíveis oportunidades de melhoria, aumentando assim a produtividade do processo. Tal pesquisa é de caráter básico do tipo descritivo. Com relação a sua abordagem enquadra-se como mista, além de ser um estudo de caso. Os dados para embasar a pesquisa foram coletados no período do mês de outubro de 2016 e os resultados obtidos mostraram a ociosidade de 34% do marceneiro, o que se concluiu ser necessário destinar outras atividades ao marceneiro, de

forma que aumente a eficiência do trabalho executado pelo mesmo ou ainda fabricar mais bobinas.

PALAVRAS-CHAVE: Estudo de tempos. Bobinas. Capacidade produtiva.

1 | INTRODUÇÃO

O cenário da competitividade global fez com que as organizações se reestruturassem de modo a obterem processos mais eficientes e eficazes nas esferas econômicas, organizacionais e ambientais. Com isso, o estudo analítico desses processos, para assim identificar os gargalos que impedem de alcançar essa excelência, tornaram-se imperiosos na modificação desse panorama, onde técnicas de mapeamento de processos foram aprimoradas, garantindo o atingimento das metas organizacionais.

Por isso, o ambiente dos sistemas de manufatura requer cada vez mais num cenário de medição e o melhoramento constante de seu desempenho, fazendo com que assim atendam de melhor forma, as necessidades dos clientes, e conseqüentemente se mantenham competitivas e sobreviventes no mercado de atuação.

Desse modo, a utilização das ferramentas de estudos de tempos é importante para o desenvolvimento de uma análise detalhada sobre os parâmetros de produtividade do setor manufatureiro. Como objetivos dessa ferramenta, Figueiredo et. al (2011) destacam, em primeiro lugar, definir tempo padrão para executar uma operação, bem como estabelecer normas para execução do trabalho e descobrir métodos que venham proporcionar melhorias no processo produtivo.

A partir daí o presente trabalho surgiu da necessidade de conhecer a capacidade de produção para o setor da marcenaria de uma indústria de fios e cabos. Portanto, a pesquisa tem como objetivo analisar o processo de montagem de bobinas de madeira, no intuito de definir a capacidade produtiva de acordo com o estudo dos tempos. Desta forma, para maiores esclarecimentos serão apresentados nas seções e subseções a seguir o embasamento teórico para a pesquisa, como também sua metodologia, resultados e conclusão.

2 | APORTE TEÓRICO

Nesta seção é explanado brevemente o processo de fabricação de fios e cabos, o uso das bobinas de madeira, bem como a importância do estudo de tempos para se definir a capacidade produtiva do processo de montagem de bobinas.

2.1 Bobinas de madeira

O processamento mecânico para a fabricação dos fios e cabos envolve etapas distintas, como a trefilação, torção, extrusão e medição. A trefilação é um processo de

estiramento do fio até atingir o diâmetro correto, realizado a temperatura ambiente, passando o material por feiras que, em ziguezague, enrolam os fios na bobina (PASTRO, 2016). O processo de trefilação pode ser entendido através da Figura 1.

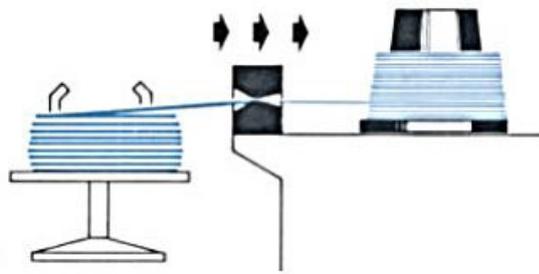


Figura 1 - Representação esquemática da trefilação de fios e cabos

Fonte: Pastro (2016)

Após a trefilação, os fios são torcidos uns aos outros, e em seguida, passam pelo processo de revestimento de PVC denominado extrusão. Os fios extrusados são medidos de acordo com o pedido do cliente finalizando assim o processo de fabricação dos cabos.

Para o acondicionamento dos cabos é utilizado bobinas de madeira que são peças fundamentais para o desempenho desta função. As bobinas são, segundo sua definição, cilindros em que se enrolam fio para tecidura; cilindro em que se enrolam fios metálicos (PRIBERAM, 2016).

São fabricadas em materiais diversos, de acordo com o material que vai receber, com possibilidade de produção em plástico, metal, e principalmente, madeira, que é o material largamente utilizado na indústria de fios e cabos. Por assim dizer, existem bobinas com tamanhos diferenciados (125/70, 100/60, 90/60, 80/45, 65/45 e 65/25) sendo possível fabricar fios e cabos condutores de variadas secções transversais, a depender da quantidade de eletricidade a ser suportada (IPCE, 2016).

A produção de bobinas segue as orientações e especificações determinadas para o material a ser acondicionado e transportado nelas, sendo regida pelas Normas NBR 7310 e NBR 11137. A primeira assegura a resistência ao transporte, bem como manuseio e acondicionamento das bobinas por um período de dois anos, e a segunda trata dos tipos, dimensões e padrões utilizados para a embalagem dos produtos nas bobinas em questão.

As madeiras utilizadas devem ser verificadas de modo a não apresentarem sinais de apodrecimento, buracos provocados por insetos, depressões, rachaduras, frestas naturais e etc. (PRYSMIAN, 2016). Ademais, as bobinas não podem sofrer quedas nem choques contra outras bobinas ou objetos, assegurando a segurança e a qualidade destas.

Assim, um ponto a se dar atenção na indústria de fios e cabos está justamente

na montagem dessas bobinas no setor de marcenaria da empresa, pela maneira minuciosa com que a literatura recomenda tratá-las. Outro ponto a se mencionar é que a escassez de bobinas prejudica a produção como também o andamento dos negócios da empresa; e o excesso provoca muitos gastos, pois é um produto oneroso e deve ser licenciado ambientalmente. Desta forma, torna-se interessante o estudo dos tempos para se definir a capacidade produtiva do processo de montagem de bobinas que é tratada na seção 2.2.

2.2 Estudo de tempos

O estudo de tempos, segundo Barnes (1999) foi desenvolvido por Taylor em 1881 e seu estudo pode ser utilizado para determinar a capacidade produtiva de um setor ou de uma etapa da produção. O resultado do estudo de tempos é o tempo padrão, que segundo Moreira (2008) é o tempo necessário para que um operador execute certa operação dentro de um ritmo normal considerando as fadigas, tempo para necessidades pessoais e dentre outros. Assim, essa ferramenta tem importante atuação na manufatura, por apontar vias de melhoria das operações em termos ergonômicos e temporais, melhorando o processo.

Esse estudo é realizado, em suma, através da cronometragem das atividades a serem analisadas na linha de produção, medindo a eficiência individual de um operador ou máquina, sendo uma revolução para a indústria, que serviu como base para a estruturação da Administração Científica, como citam alguns estudiosos.

Com isso, Barnes (1999) elenca que a medida de tempos de produção são dados importantes, no sentido de:

- Estabelecer padrões para os programas de produção para permitir o planejamento da fábrica, utilizando com eficácia os recursos disponíveis e, também, para avaliar o desempenho de produção em relação ao padrão existente;
- Fornecer dados para a determinação dos custos padrões, para levantamento de custos de fabricação, determinação de orçamentos (ou *budgets*) e estimativa do custo de um produto novo;
- Fornecer dados para o estudo de balanceamento de estruturas de produção, comparar roteiros de fabricação e analisar o planejamento da capacidade.

Dessa forma, é imperioso verificar o estudo de tempos não só como uma maneira de obtenção de um tempo padrão para desenvolvimento de atividades. Por assim dizer, vários autores dentre os quais podem se destacar Slack (2009) e Peinado (2007) dissertam que esse estudo é uma técnica aplicada não só para a obtenção do tempo necessário para a realização do trabalho com um nível definido de desempenho, mas também amplamente utilizada na abordagem do tempo e ritmo de execução de uma tarefa especializada, realizada sob condições específicas.

Nesse sentido, no estudo aqui desenvolvido, a medição no setor de montagem de bobinas de madeira trará grandes contribuições para a melhoria do processo,

fornecendo à empresa vias que possibilitem uma análise mais crítica do processo, em termos de números. Adriano et. al. (2011) complementa essa ideia afirmando que a utilização da medida de tempo é importante na medição e avaliação de desempenho (englobando o balanceamento de linhas de produção), elaboração dos programas de produção e determinação dos custos envolvidos. Essas características são explanadas na seção 2.4 que se encontra após a seção 2.3. A seção 2.3, por sua vez, explica as fórmulas utilizadas para calcular os tempos.

2.3 Determinação do número de amostras e cálculo dos tempos

Alguns autores, como Barnes (1999), afirmam que quanto maior o número de amostras coletadas, maior é a representação da população. A fórmula utilizada para a definição de amostras é de autoria de Peinado (2007) e se encontra disposta na Equação 1.

$$N = \frac{Z \times R}{Er \times d2 \times \bar{X}}$$

Eq. (1)

Onde:

N = número de amostras a serem cronometradas;

Z= coeficiente da distribuição normal;

Er = erro relativo;

R = amplitude da amostra;

X = média dos valores observados.

Além da equação acima, será utilizada a Equação 2 e 3 para os cálculos dos tempos:

$$TN = TC \times Rt$$

Eq. (2)

$$TP = TN \times Ft$$

Eq. (3)

Onde:

TN = tempo normal do colaborador;

TC = tempo médios dos tempos observados;

Rt = ritmo do operador;

TP = tempo padrão da operação;

Ft = fator de tolerância.

A seguir são apresentados conhecimentos específicos sobre a capacidade produtiva na seção 2.4.

2.4 Capacidade produtiva

A definição de capacidade produtiva é largamente discutida na literatura, possuindo diversos conceitos. Assim, pode-se apreciar a capacidade na visão de Moreira (2008) como a quantidade máxima de produtos e serviços que podem ser produzidos em uma unidade produtiva, em um dado intervalo de tempo, podendo ser influenciada por inúmeros fatores, aumentando ou diminuindo.

Também é possível entender capacidade como a máxima produção ou saída de um empreendimento, ou seja, pode ser explicada como o nível máximo de atividade de valor adicionado que pode ser conseguido, em condições normais de operação por um determinado período de tempo (MARTINS; LAUGENI, 2005). Por fim, tem-se que capacidade produtiva é o volume máximo potencial de atividades de agregação de valor que pode ser atingido por uma unidade produtiva sob condições normais de operação (CORRÊA, H.; CORRÊA, C., 2006, p. 426).

Assim, por meio das definições distintas observa-se a necessidade de entendimento da capacidade produtiva para a aplicação dos conceitos do estudo de tempos, no sentido de obter melhores resultados da análise do processo em questão. Com isso, é essencial que se alinhe o planejamento da capacidade produtiva com os objetivos da empresa com relação aos clientes, para que se tenham resultados mais claros e melhores correções de não conformidades.

Esse planejamento da capacidade produtiva está ligado à atividade integrada dos setores da empresa, sobretudo o setor de PCP. Pires (2004) destaca que o planejamento da capacidade de produção é o processo que visa uma perfeita conciliação entre a demanda e a capacidade instalada disponível. Também afirma que o dimensionamento da capacidade é parte importante do planejamento da produção.

Destarte, os problemas advindos do dimensionamento da capacidade produtiva da empresa podem estar diretamente relacionados ao seu planejamento e controle, sendo fatores chaves para correções no processo. Proto (2003, p. 02) corrobora nesse refrão, ao tratar do planejamento de investimentos em capacidade, que envolve – segundo ele – “decisões estratégicas de longo prazo que devem levar em consideração aspectos operacionais (logística e PPCP), aspectos financeiros (retorno sobre o capital investido, fluxo de caixa, etc.) e outros aspectos pouco quantificáveis, mas de extrema relevância” (impacto social, relacionamento com concorrentes e governo, dentre outros).

3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção é evidenciada a classificação da pesquisa em que o trabalho se enquadra, bem como os procedimentos técnicos para a execução da investigação.

3.1 Classificação da pesquisa

Esta pesquisa se classifica como básica, pois, esta tem como objetivo gerar conhecimentos para a ciência sem aplicação prática destes, sendo assim as sugestões de melhorias não serão aplicadas de fato na empresa. Quanto aos objetivos se classifica como descritiva, pois proporciona o registro e descrição dos fatos por parte dos pesquisadores, bem como relacionar as variáveis do estudo.

A pesquisa possui uma abordagem mista, ou seja, qualitativa e quantitativa, pois, é a combinação da subjetividade utilizada pelos pesquisadores com o uso de técnicas estatísticas como médias e porcentagem durante o cálculo dos tempos. Para finalizar, quanto aos procedimentos técnicos, a pesquisa se enquadra como estudo de caso, uma vez que os pesquisadores estudarão os dados da investigação com maior proximidade no ambiente estudado (GANGA, 2012; PRODANOV, FREITAS, 2013; TURRIONI, MELLO, 2015; YIN, 2015).

3.2 Coleta de dados

Para a realização dos levantamentos dos tempos foram utilizados como instrumentos: caneta, papel, pincel, câmeras fotográficas, observação *in loco* e planilhas elaboradas no *software MS Excel*.

3.3 Procedimentos técnicos

Inicialmente, levantou-se a série de operações ou movimentos que o colaborador repetiu durante a montagem para maior conhecimento sobre o processo. Em seguida, cronometrou-se o tempo que o colaborador levou para montar as bobinas de cada tamanho e depois de coletados, os tempos foram analisados para a definição do tempo padrão de cada atividade. Após estes estudos, a capacidade produtiva mensal foi definida.

4 | RESULTADOS

O setor estudado durante a pesquisa foi a marcenaria da empresa, cuja é responsável pela montagem, reforma, pintura e sucata de bobinas, porém o artigo enfatizou apenas o processo de montagem, visto que, por meio de visitas técnicas, a ausência de conhecimento da capacidade produtiva da marcenaria, sendo necessário o cálculo dos tempos de cada etapa da montagem, para então ser definida a capacidade de produção.

Para isso, mediram-se os tempos de todas as bobinas produzidas na indústria, que são as bobinas 65/25, 65/45, 80/45, 90/60, 100/60 e 125/70. No Quadro 1 se encontra as atividades para a montagem das bobinas 65/25, 65/45 e 80/45. Enquanto no Quadro 2 são apresentadas as atividades de montagem das bobinas 90/60, 100/60 e 125/70.

Atividades	Descrição
Colocar as tampas nas posições corretas	Emparelhar as tampas no ângulo correto.
Colocar parafusos e porcas nas tampas	Encaixar as peças circulares menores nos parafusos.
Colocar as travessas	Encaixar as barras paralelas entre as tampas de modo a deixá-las fixas.
Apertar as porcas nos parafusos	Com o auxílio de uma chave de fenda, enroscar as porcas até apertar os parafusos.

Quadro 1 - Descrição das atividades para as bobinas 65/25, 65/45 e 80/45

Fonte: Elaboração própria (2017)

Atividades	Descrição
Colocar as tampas nas posições corretas	Emparelhar as tampas no ângulo correto.
Colocar parafusos e porcas nas tampas	Encaixar as peças circulares menores nos parafusos.
Elevar a bobina para o suporte	Colocar a bobina sobre o suporte para montagem.
Colocar as travessas	Encaixar as barras paralelas entre as tampas de modo a deixá-las fixas.
Apertar as porcas nos parafusos	Com o auxílio de uma chave de fenda, enroscar as porcas até apertar os parafusos.

Quadro 2 - Descrição das atividades para as bobinas de madeira 90/60, 100/60 e 125/70

Fonte: Elaboração própria (2017)

Observando o Quadro 1 e 2, as etapas para a montagem das bobinas 65/25, 65/45 e 80/45 são as mesmas, enquanto que as etapas para a montagem de 90/60, 100/60 e 125/70 se diferem das montagens das primeiras citadas pelo acréscimo de uma etapa, pois estas maiores requerem o uso de um suporte durante a montagem.

A partir da divisão das atividades mostradas nos Quadros 1 e 2, cronometrou-se os tempos. A princípio foram coletadas 10 amostras de cada bobina. No Quadro 3 tem-se um exemplo da cronometragem da bobina 65/25.

ATIVIDADES	AMOSTRAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Colocar as tampas nas posições corretas	13	16	14	13	19	12	11	11	12	11
Colocar parafusos e porcas nas tampas	76	72	63	79	82	87	67	74	56	70
Colocar as travessas	94	80	99	83	99	97	95	102	81	93

Apertar as porcas nos parafusos	74	71	67	66	70	78	71	53	92	52
Total (segundos)	257	239	243	241	270	274	244	240	241	226
Média dos tempos (segundos)	248									

Quadro 3 - Exemplo da coleta dos tempos para a bobina 65/25

Fonte: Elaboração própria (2017)

Em seguida, calculou-se a quantidade real de amostras necessárias para cada bobina de modo a tornar maior a confiabilidade do estudo, os resultados se encontram no Quadro 4. É válido ressaltar que a medição preliminar das amostras é referente à montagem completa das bobinas e que os milésimos de segundo foram considerados nas medições, havendo o arredondamento apenas na média dos tempos em segundos.

Bobinas	R(amplitude)	X (média dos tempos em s)	N (número de amostras)
65/25	44	241	5
65/45	48	248	6
80/45	38	245	4
90/60	42	405	2
100/60	47	425	2
125/70	45	432	2

Quadro 4 - Determinação da quantidade de amostras

Fonte: Elaboração própria (2017)

Para o cálculos dos resultados presentes no Quadro 4, utilizou-se um erro de 5%, nível de confiança de 95% onde $z = 1,96$ e 10 cronometragens onde $d2 = 3,078$. Assim sendo, obteve-se para a bobina 65/25 uma quantidade de 5 amostras; para a de 65/45 são necessárias 6 amostras; para a bobina 80/45, 4 amostras e para as bobinas de 90/60, 100/60 e 125/70, 2 amostras. Desta maneira, a quantidade de 10 amostras é suficiente para o cálculo do tempo normal que se encontra no Quadro 5.

Bobinas	TC (s)	Rt	TN(s)
65/25	241	1,05	253
65/45	248	1,05	260
80/45	245	1,05	257
90/60	405	1,05	425
100/60	425	1,05	446
125/70	432	1,05	453

Quadro 5 - Resultados para o tempo normal (s)

Fonte: Elaboração própria (2017)

A avaliação do ritmo do operador foi obtida com base no julgamento dos pesquisadores, considerando um ritmo (Rt) de 105%, uma vez que nos tempos despendidos para cada montagem de bobina observou-se a experiência do operador na função que exerce e poucos erros de operação, ou seja, trabalhando com constância e confiança. Desta forma, obteve-se um tempo normal de 253 s para a montagem da bobina 65/25, 260 s para a 65/45, 257 s para a 80/45, 425 s para a 90/60, 446 s para a 100/60 e 453 s para a montagem da bobina 125/70.

Bobinas	TN (s)	Ft	TP (s)
65/25	253	1,15	291
65/45	260	1,15	299
80/45	257	1,15	295
90/60	425	1,15	489
100/60	446	1,15	513
125/70	453	1,15	521

Quadro 6 - Com os resultados do tempo normal calculou-se o tempo padrão para a montagem de cada bobina

Fonte: Elaboração Própria (2017)

Para o cálculo do tempo padrão utilizou-se uma fator de tolerância de 15%, para considerar os tempos em que o marceneiro precisa para descanso e necessidades fisiológicas. Assim, como tempo padrão tem-se 291 s ou 0,081 h para a montagem da bobina 65/25, 299 s ou 0,083h para a 65/45, 295 s ou 0,082 h para a 80/45, 489 s ou 0,136 h para a 90/60, 513 s ou 0,142 h para a 100/60, 521 s ou 0,145 h para a 125/70.

A seguir são apresentados os cálculos para o tempo disponível de trabalho pelo marceneiro. Para os cálculos, levou-se em consideração o mês com 31 dias e as seguintes observações: o horário de trabalho do marceneiro é de 07h15min até as 11h30min pela manhã e pela tarde das 12h30min às 17h00min, de segunda à sexta. Considerando que o marceneiro trabalha 21 dias, descartando os domingos e sábados. Logo, o tempo de trabalho disponível corresponde a 183,75 h, pois, $8,75 \times 21 = 183,75$ h.

Sendo assim, o marceneiro possui 183,75h para a montagem de todas as bobinas. São requeridas em média por mês, 281 bobinas 65/25, 243 bobinas 65/45, 262 bobinas 80/45, 207 bobinas 90/60, 111 bobinas 100/60 e 93 bobinas 125/70. Para cada tipo, temos os seguintes tempos de fabricação considerando a demanda mensal.

- Bobina 65/25: $0,081 \times 281 = 22,76$ h;
- Bobina 65/45: $0,083 \times 243 = 20,17$ h
- Bobina 80/45: $0,082 \times 262 = 21,48$ h

- Bobina 90/60: $0,136 \times 207 = 28,15$ h
- Bobina 100/60: $0,142 \times 111 = 15,76$ h
- Bobina 125/70: $0,145 \times 93 = 13,49$ h
- Tempo total = $22,76 + 20,17 + 21,48 + 28,15 + 15,76 + 13,49 = 121,81$ h;
- Tempo restante = $183,75 - 121,81 = 61,94$ h.

Logo, do tempo disponível total (183,75 h) o marceneiro é capaz de atender a demanda mensal, restando ainda um total aproximado de 62 h para a fabricação de caixas e suportes solicitados pela fábrica, bem como organizar bobinas.

A eficiência do processo de montagem é de: $121,81/183,75 = 66\%$. Então, o marceneiro passa 34% do tempo ocioso.

A partir dos dados coletados é possível perceber que o marceneiro ainda possui capacidade de produzir a mais com o tempo restante 765 unidades da bobina 65/25, 746 unidades da 65/45, 755 unidades da bobina 80/45, 455 da bobina 90/60, 436 unidades da bobina 100/60 ou 427 unidades da bobina 125/70, podendo haver ainda combinações variadas entre a produção das bobinas. No entanto, isso só seria recomendado caso houvesse a real necessidade da produção das mesmas, a fim de não deixar estoques excessivos na fábrica.

5 | CONCLUSÃO

Este trabalho foi executado com a finalidade de propor melhorias para o processo de fabricação de bobinas em uma indústria de fios e cabos por meio do estudo de tempos, visando à redução da ociosidade do operador e a definição de capacidade produtiva mensal. Com o mesmo foi possível visualizar a sequência das atividades e medir o tempo de execução de cada uma, nos diferentes tamanhos de bobinas.

Com os dados coletados analisou-se que o operador possuía um tempo ocioso de 34%, o que mostra sua capacidade produtiva é maior do que a demandada, restando ainda tempo para outras atividades da indústria, como fabricação de caixas, suportes e organização de bobinas e até a produção de mais bobinas.

Como recomendações visando à melhoria da eficiência do processo de montagem de bobinas, apresentam-se algumas medidas cabíveis para a situação atual da empresa, são elas: um suporte fixado para montagem das bobinas 90/60, 100/60 e 125/70, pois são nelas que o operador mais leva tempo, outra melhoria seria um assento regulável para o operador, a fim de melhorar ergonomicamente o processo, além da preparação e separação dos parafusos antes da montagem das bobinas, a fim de diminuir o tempo de *setup* entre uma bobina e outra, e também atribuir mais funções ao marceneiro e organizar sua rotina, de forma que não tenha um tempo ocioso elevado.

REFERÊNCIAS

- ____ **NBR 7310/11**: Armazenamento, transporte e utilização de bobinas com fios, cabos ou cordoalhas de aço – 2011.
- ____ **NBR 11137/12**: Carretel de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos – 2012.
- ADRIANO, F. F.; et al. **Determinação da Capacidade produtiva de uma confecção de pequeno porte através do estudo de tempos sob o enfoque da teoria das restrições**. In: XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2011, Belo Horizonte, MG. Anais...Belo Horizonte, MG, 2011.
- BARNES, Ralph M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.
- CORRÊA, H. L. CORRÊA, C. A. **Administração da Produção e Operações**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- FIGUEIREDO, Francisca Jeanne Sidrim de et al. **Estudo de tempos em uma indústria e comércio de calados e injetados LTDA**. Anais, ENEGEP – XXXI. Belo Horizonte, MG, Brasil, 2011.
- GANGA, G. M. D. **Trabalho de conclusão do curso (TCC) na engenharia de produção: um guia prático de conteúdo e forma**. São Paulo: Atlas, 2012. 361 p.
- IPCE. **Introdução aos fios e cabos**. Disponível em: <http://www.ipce.com.br/old/introducao.html> Acesso em: 02 nov. 2016.
- MARTINS, P. G. LAUGENI F. P. **Administração da Produção**. 8. ed. São Paulo: Saraiva. 2005.
- MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning. 2008.
- PASTRO, D. H. **Fios e Cabos elétricos nus – Fabricação, Escalas e Normas**. Disponível em: <http://www.eletrica.ufpr.br/piazza/materiais/DanielPastro.pdf> acesso em: 07 nov. 2016.
- PEINADO, J.; GRAEMIL, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.
- PIRES, I. C. C. **Expansão da capacidade produtiva em tempos de crise: um estudo de caso em uma pequena confecção no Cariri cearense**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 24., 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: ABEPRO, 2004.
- PRIBERAM. **Definição de bobinas**. Disponível em: <https://www.priberam.pt/dlpo/Bobina> Acesso em 10 nov. 2016.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: FEEVALE, 2013.276 p.
- PROTO, L. O. Z.; MESQUITA, M. A. **Previsão de demanda para planejamento da capacidade de empresa do setor cimenteiro**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 23.,2003, Ouro Preto.
- PRYSMIAN. **Carretel e bobina**. Disponível em: <https://www.priberam.pt/dlpo/Bobina> Acesso em: 10 nov. 2016.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. Tradução de Henrique Luiz Corrêa. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção**: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas. Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, MG, 2012. 199 p.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2015. 290 p.

AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE TEMPERATURA EM UMA UNIDADE DE FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE CIMENTO DA REGIÃO CENTRO-SUL DE MATO GROSSO

Eduardo José Oenning Soares
Elmo da Silva Neves
Alexandre Gonçalves Porto
Alexandre Volkman Ultramari
Francisco Lledo dos Santos

RESUMO: Objetivo geral deste trabalho é apresentar uma avaliação dos níveis de temperatura em ambiente de trabalho a partir da metodologia legal estabelecida em norma regulamentadora NR 15 anexo 3, que compete as classificações das atividades insalubres e os limites para exposição ao calor. Para o desenvolvimento deste estudo optou-se por uma pesquisa exploratória em uma empresa de produção de artefatos de cimento localizada na região centro-sul do Estado de Mato Grosso. Para levantamento bibliográfico foram utilizados documentos, livros e artigos relacionados, para a coleta de informações foi utilizado uma árvore de termômetro modelo TD 200 sendo sua avaliação estabelecida em um dia típico de trabalho com intervalo horário de maior incidência solar (09 às 15 horas). As informações foram sistematizadas e aplicadas na equação quantitativa da NR 15, sendo realizado teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade do conjunto de dados. Ficou constatado neste estudo que nos locais avaliados os índices de temperaturas estão

acima dos limites estabelecidos implicando em insalubridade ao conjunto de atividades executadas. Por final foi proposto à necessidade de investimento na tentativa de se reduzir os índices de temperatura no local de trabalho e assim preservar a qualidade do conforto término nas atividades laborais da empresa estudada.

PALAVRAS-CHAVE: norma regulamentadora, insalubridade e exposição ao calor.

1 | INTRODUÇÃO

Desde a revolução industrial, a organização do trabalho sempre gerou reclamações e queixas por parte dos trabalhadores, como por exemplo, a falta de equipamentos de segurança, ambientes insalubres, exposição a produtos tóxicos, longas jornadas e condições inadequadas de trabalho, atividades penosas, baixa remuneração, pressão por produtividade, dentre outros. E todos esses fatores geram consequências diretas na saúde física e mental dos trabalhadores (OLIVEIRA et al., 2010).

Concomitantemente, em tempos de intensificação econômica as movimentações nas atividades empresariais levaram a profundas modificações nos aspectos econômicos e sociais acarretando amargores

na consciência da humanidade onde a necessidade de mão de obra associada à falta de regulamentações contribuíram para um cenário de descaso aos direitos humanos, preservação a vida e segurança no trabalho.

Atualmente todo conjunto de normas e leis que possuímos é reflexo de um grande empenho para se evitar o que houve no passado e assim preservar a integridade humana no ato do trabalho. Assim, além do contexto econômico, se faz necessária a intensificação no contexto de segurança do trabalho, não somente do ponto de vista legal, mas sim com caráter preventivo e mais recentemente como agente competitivo.

Em ambientes laborais, são inúmeras as intempéries que um trabalhador está sujeito, dentre elas podemos destacar o calor. O calor pode ser um condicionante de risco para o ambiente de trabalho sendo, assim, considerado insalubre. Atualmente no sistema legal brasileiro há uma norma regulamentadora para os casos de insalubridade, a Norma Regulamentadora nº 15 (NR 15), que em seu anexo 3 apresenta o conjunto de verificação ao trabalho em ambientes com exposição ao calor.

O stress térmico é associado a ambientes de alta temperatura e umidade, estando presente principalmente em indústrias de construção, cerâmicas, processamento de alimentos, energia, dentre outros (NIOSH 1996; BERNARD; CROSS, 1999). A literatura estuda diferentes ambientes e condições de trabalho com a presença de calor (FORSTHOFF; NEFFGEN, 1999; ASHLEY et al., 2008; KRISHNAMURTHY et al., 2016; BUTTS et al., 2017), contudo é importante que estudos sejam desenvolvidos na verificação se novos ambientes de trabalho também apresentam condições não propícias ou insalubres.

Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar as condições de temperatura ambiental de uma empresa do segmento de produção de artefatos de cimento e verificar se ela se encontra dentro dos limites estabelecidos na NR 15.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

O levantamento bibliográfico apresentado se refere à normativa vigente no âmbito legal de insalubridade e exposição ao calor, no qual estabelece um conjunto de verificação e um método para tal avaliação a partir dos índices de temperaturas.

2.1 Trabalho sob condição de calor

As ocupações que exigem trabalho em ambientes quentes e úmidos aumentam o risco de doenças ocupacionais (STAPLETON et al., 2012; BUTTS et al., 2017). Além disso, a produção de calor metabólico a partir do trabalho físico, combinada com a diminuição da capacidade de dissipar o calor devido ao vestuário e às condições ambientais, pode levar a elevações da temperatura corporal que podem atingir níveis críticos (KJELLSTROM et al., 2016; STAPLETON et al., 2012).

Neste sentido, a atenuação das elevações de temperatura e de outras variáveis

fisiológicas melhora a saúde do trabalhador, bem como aumentam a percepção de segurança e a produtividade do trabalho (KJELLSTROM et al., 2016).

2.2 Insalubridade e limites de exposição ao calor

De acordo com Araújo e Regazzi (2002) a insalubridade *é tudo aquilo que origina doença*, e no Brasil possui uma norma regulamentadora específica, a qual classifica as atividades e situações relacionadas com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que causa dano à saúde do trabalhador. Caso seja evidenciada, será assegurado ao trabalhador o adicional de insalubridade, incidente sobre o salário mínimo da região equivalente a 40, 20 e 10% para insalubridade de grau máximo, médio e mínimo, respectivamente.

A NR 15 trata-se então da norma estabelecida pelos casos insalubres, onde estão estabelecidos os agentes nocivos, bem como os critérios a sua avaliação. Atualmente 14 anexos compõem a NR 15, dentre os conjuntos de agentes nocivos, estão às atividades de trabalho em exposição ao calor descrito especificamente no anexo 03, os quais estão estabelecidos os limites à exposição ao calor em ambientes de trabalho. Estes limites devem ser avaliados através dos índices de bulbo úmido termômetro de globo (IBUTG) definido pela Equação (1) para ambientes internos ou externos, sem a presença de carga solar e pela Equação (2) para ambientes externos que apresenta carga solar, que seguem (BRASIL, 2016):

$$\text{IBUTG} = 0,7\text{tbn} + 0,3\text{tg} \quad (1)$$

$$\text{IBUTG} = 0,7\text{tbn} + 0,1\text{tbs} + 0,2\text{tg} \quad (2)$$

Onde:

tg – representa a temperatura de globo

tbn – representa a temperatura de bulbo úmido

tbs – representa temperatura de bulbo seco

O limite de tolerância à exposição ao calor recebe algumas classificações, sendo uma delas, quando o trabalho é caracterizado como intermitente com períodos de descanso no próprio local de prestação de serviço, conforme apresenta o Quadro 01:

Regime de Trabalho Intermitente com Descanso no Próprio Local de Trabalho (por hora)	TIPO DE ATIVIDADE		
	LEVE	MODERADA	PESADA
Trabalho contínuo	até 30,0	até 26,7	até 25,0
45 minutos trabalho 15 minutos descanso	30,1 a 30,6	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 minutos trabalho 30 minutos descanso	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9

15 minutos trabalho	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
45 minutos descanso			
Não é permitido o trabalho sem a adoção de medidas adequadas de controle	Acima de 32,2	acima de 31,1	acima de 30,0

Quadro 1 - Regime de trabalho intermitente com descanso no próprio local de trabalho em função do tipo de atividade executada

Fonte: Brasil, 2016

Já em regime de trabalho intermitente com período de descanso em outro local (descanso deslocado), os limites de tolerância à exposição ao calor consideram-se as informações do Quadro 2:

M (Kcal/h)	MÁXIMO IBUTG
175	30,5
200	30,0
250	28,5
300	27,5
350	26,5
400	26,0
450	25,5
500	25,0

Quadro 2 - Taxa de metabolismo em função IBUTG máximo

Fonte: Brasil, 2015

Onde: M representa a taxa de metabolismo média ponderada para uma hora (60 minutos) determinada pela Equação 3 (BRASIL, 2016):

$$M = \frac{M_t T_t + M_d T_d}{60} \quad (3)$$

Sendo:

M_t - taxa de metabolismo no local de trabalho.

T_t - soma dos tempos, em minutos, em que se permanece no local de trabalho.

M_d - taxa de metabolismo no local de descanso.

T_d - soma dos tempos, em minutos, em que se permanece no local de descanso.

\overline{IBUTG} é o valor IBUTG médio ponderado para uma hora, determinado pela Equação (4):

$$\overline{IBUTG} = \frac{IBUTG_t T_t + IBUTG_d T_d}{60} \quad (4)$$

Sendo:

$IBUTG_t$ = valor do IBUTG no local de trabalho.

$IBUTG_d$ = valor do IBUTG no local de descanso.

T_t e T_d = como anteriormente definidos.

Os tempos T_t e T_d devem ser tomados no período mais desfavorável do ciclo de trabalho, sendo $T_t + T_d = 60$ minutos corridos.

Os limites de exposição ao calor leva em consideração o tipo de atividade executada, esta por sua vez subdivide-se em três grupos: leve, moderado e pesado, este meio de classificação das atividades é uma medida necessária à aplicação do método quantitativo na avaliação exposição ao calor. No Quadro3 estão as informações e limites para classificação das atividades:

TIPO DE ATIVIDADE	Kcal/h
SENTADO EM REPOUSO	100
TRABALHO LEVE	
Sentado, movimentos moderados com braços e tronco (ex.: datilografia).	125
Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (ex.: dirigir).	150
De pé, trabalho leve, em máquina ou bancada, principalmente com os braços.	150
TRABALHO MODERADO	
Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas.	180
De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	175
De pé, trabalho moderado em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	220
Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.	300
TRABALHO PESADO	
Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex.: remoção com pá).	440
Trabalho fatigante	550

Quadro 3 - Descrição da taxa de metabolismo em função do tipo de atividade em Kcal/h

Fonte: Brasil, 2016

3 | MATERIAL E MÉTODO

3.1 Local de estudo

A empresa que serviu de base para o presente estudo está localizada na região centro-sul do Estado de Mato Grosso. Com mais de cinco anos na atuação neste segmento, trata-se de uma empresa de fabricação de artefatos de cimento, não metálicos e que se encontra no início da cadeia produtiva da construção civil.

3.2 Delineamento da Pesquisa

Quanto ao meio escolhido, este trabalho optou por uma pesquisa de campo de caráter exploratório com delineamento de estudo de caso, pelo fato de proporcionar maior familiaridade com o problema e na melhor oportunidade de explica-lo (GIL, 2008). O método adotado é quantitativo, sendo exposto no sistema judicial brasileiro

dado pela Portaria 3214/78 do Ministério do Trabalho, NR 15 anexo 03.

O delineamento do estudo de caso iniciou-se então a partir de técnicas para levantamento de campo, sendo assim utilizou-se de visitas técnicas na empresa objeto do estudo a fim de se evidenciar as atividades pertinentes ao processo produtivo junto a suas demais peculiaridades. Após a identificação dos fatos necessários, foi montado o esquema para coleta de dados e posteriormente foi utilizado um instrumento de medição de temperatura digital da marca INSTRUTHERM modelo TD200.

Antes do processo de coleta, foram realizados procedimentos de ajustes no instrumento de medição, este procedimento é estabelecido na NR 15 e estabelece que o equipamento seja ajustado na região do corpo do trabalhador onde é mais afetado pelo agente causador, que no caso deste estudo, a região da altura do tronco onde foi evidenciada nas atividades em campo. Em segundo o equipamento foi deixado em estabilização, cerca de 20 minutos foram necessários, por fim intervalos de revezamento entre os pontos de coletas associados há 30 minutos para cada coleta. O conjunto de dados foi submetido ao teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, fazendo-se uso do software XLSTAT (ADDINSOFT, 2016).

Assim esta pesquisa se resume em um estudo de comparação, pois consiste na realização de avaliações de caráter quantitativas de calor em um dia típico de jornada de trabalho e comparado com meio legal estipulada pela Portaria 3214/78 do Ministério do Trabalho NR 15 anexo 03, que consiste na verificação de casos de insalubridade, também se buscam alternativas para o melhoramento no ambiente de trabalho para as funções em questão.

3.3 Instrumentação

O método aplicado neste estudo, trata-se de um conceito estabelecido no âmbito legal pela norma regulamentadora NR 15 ANEXO 3. Nesta norma é exigido um conjunto de três informações a sua avaliação: temperaturas de bulbo úmido (TBN), temperatura de bulbo seco (TS) e temperatura de globo (TG) (BRASIL, 2015). A Figura 1 apresenta a ilustração do equipamento utilizado e seu modelo.



3.4 Medições micrometeorológicas

As coletas de dados incluíram um conjunto de visita técnicas. Nesta etapa foi realizado todo processo de levantamento das atividades para o posterior planejamento dos pontos chave para instalação o instrumento de medida. Assim, as variáveis necessárias foram coletadas “in loco” e sistematizadas pelo próprio pesquisador. Na Figura 2 é apresentado um layout das atividades executadas, que tem como objetivo representar os locais a serem avaliados.

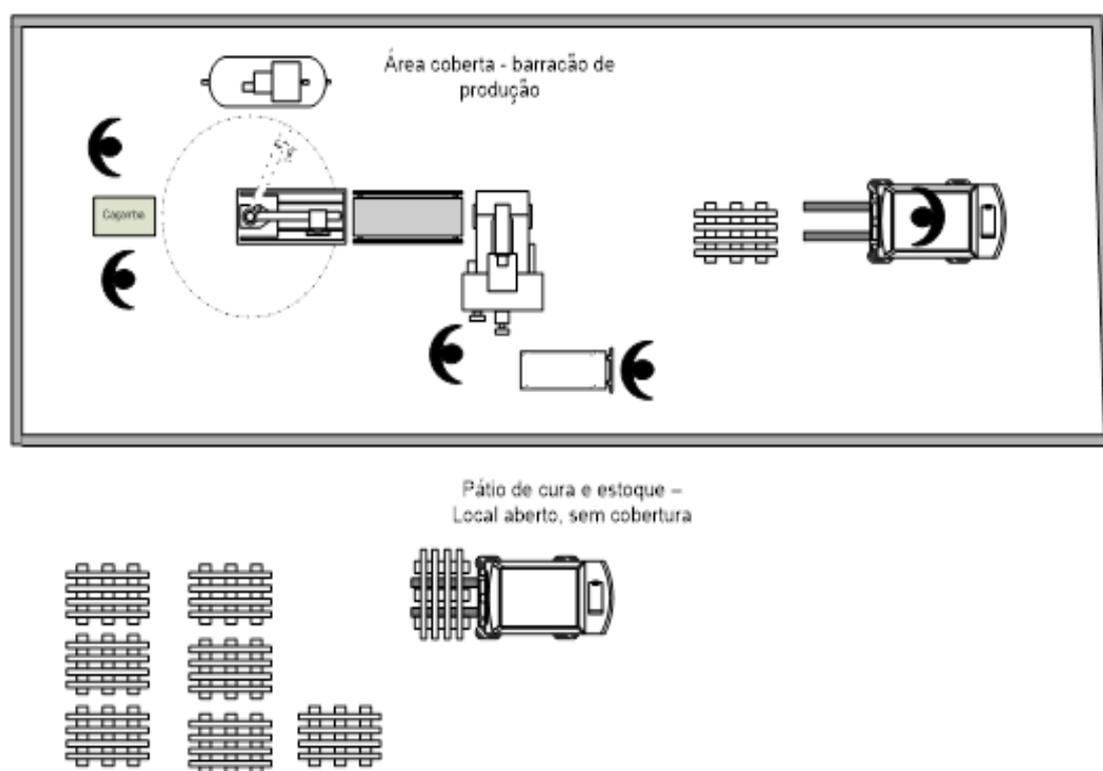


Figura 2 - Layout fábrica e distribuição das atividades.

Cinco colaboradores se revezam diariamente nas atividades inerentes ao processo produtivo, sendo 02 atividades em áreas com a presença de carga solar e 04 atividades sem a presença de carga solar. A frequência das atividades é relativa e depende estritamente do planejamento de produção e para fins de estimativa considera-se a capacidade máxima de produção. O tempo por atividade foi estimado e se evidenciou que o rodízio de atividades compreende a saída de uma atividade pesada para ingresso em outra atividade pesada, assim serão desconsideradas atividades com descanso em outro local. Neste sentido, para fins de estudo serão consideradas todas como atividades contínuas e pesadas.

Para melhor detalhamento do fluxo de atividades, a Figura 3 apresenta um

fluxograma do processo, onde estão evidenciadas as etapas de produção.

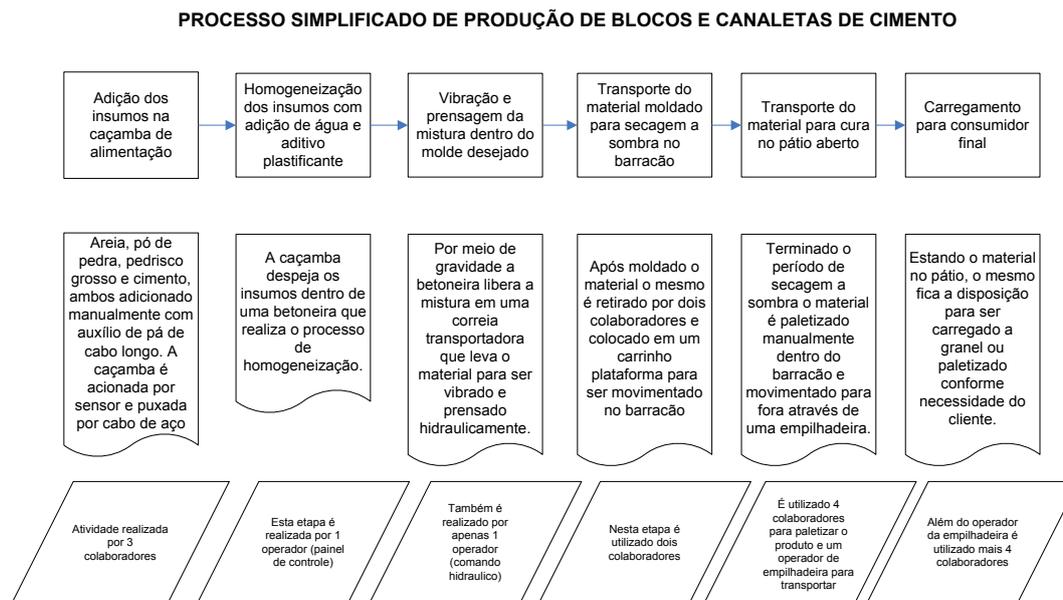


Figura 3 - Processo Simplificado de Produção, tipo e quantidade de atividades

Fonte: O autor, 2018

3.4.1 Área sem carga solar

Foi verificado que as principais etapas de produção da empresa são executadas em um local coberto. Trata-se de um galpão metálico e com paredes metálicas posicionadas para evitar radiação solar, por se tratar de um local com ausência de carga solar, para fins de avaliação utiliza-se a Equação 1 para cálculo de IBUTG. O tempo médio de exposição do trabalho neste ambiente é de aproximadamente 4 horas diárias, o que é equivalente à 1/2 do seu período diário da jornada de trabalho.

Conforme pode se observar na Figura 3, o conjunto de atividades compreende a execução de atividades até a movimentação do produto acabado, onde, neste local foi evidenciado que se trata de atividades pesadas e contínuas, conforme Quadro 3, uma vez que se enquadra na seguinte colocação: “Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex.: remoção com pá)”. Sendo considerado, portanto, uma taxa de metabolismo por tipo de atividade de 440Kcal/h.

No que se refere às máquinas e equipamentos, foi evidenciado somente um equipamento automotriz (misturador elétrico) e suas funções não trazem influência de calor para os setores agrupados, não se evidenciando variações de temperaturas nas etapas de testes.

Foi dispensada a coleta de dados por posto de trabalho, visto que os trabalhadores se revezam nas atividades diárias sendo executadas constantemente circulações neste ambiente, mais precisamente ao centro da unidade produtiva. Assim o instrumento de coleta de dado foi instalado em uma região concêntrica, ou seja, ao meio da unidade de produção (galpão), permitindo a redução de amostras repetidas e dando maior

coesão às atividades ali inseridas.

3.4.2 Área com carga solar

Neste local são realizadas as etapas posteriores ao processo de mistura e se tratam de atividades que são executadas a céu aberto, ou seja, com a presença de carga solar. Para fins de avaliação utiliza-se a Equação 2. O tempo médio de exposição do trabalho neste ambiente também é de aproximadamente 4 horas diárias, o que é equivalente à 1/2 do seu período diário da jornada de trabalho.

Neste local, cinco funcionários executam as atividades de transporte dos pallets, organização no armazém e todo processo de carregamento e expedição dos produtos. As atividades são conduzidas continuamente ao longo da jornada de trabalho, sendo compreendidas como atividades pesadas, ou seja, expressa nas classificações de funções de acordo com as taxas de metabolismo por tipo de atividade, conforme Quadro 3, uma vez que se enquadra na seguinte colocação: “Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex.: remoção com pá)”. Sendo considerado, portanto, uma taxa de metabolismo por tipo de atividade de 440Kcal/h.

No que se refere às máquinas e equipamentos, foi evidenciado somente uma empilhadeira automotriz, sendo um equipamento com cobertura e não produz condução de calor ao operador e pessoas que executam atividades próximas a ela, assim, para o processo de coleta de dados o instrumento de medição foi posto na região concêntrica do local aberto. Esta medida proporcionará a eliminação de amostras repetidas sem afetar as avaliações das atividades.

4 | RESULTADOS

O conjunto de dados amostrados demonstrou comportamento de uma distribuição normal. Para verificação foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov (estatística de teste K-S: 0,078; p-valor: 0,639), tendo como grau de confiança de 95% ao nível de significância a 5%. A Figura 4 apresenta a o gráfico de papel de probabilidade do conjunto de dados.

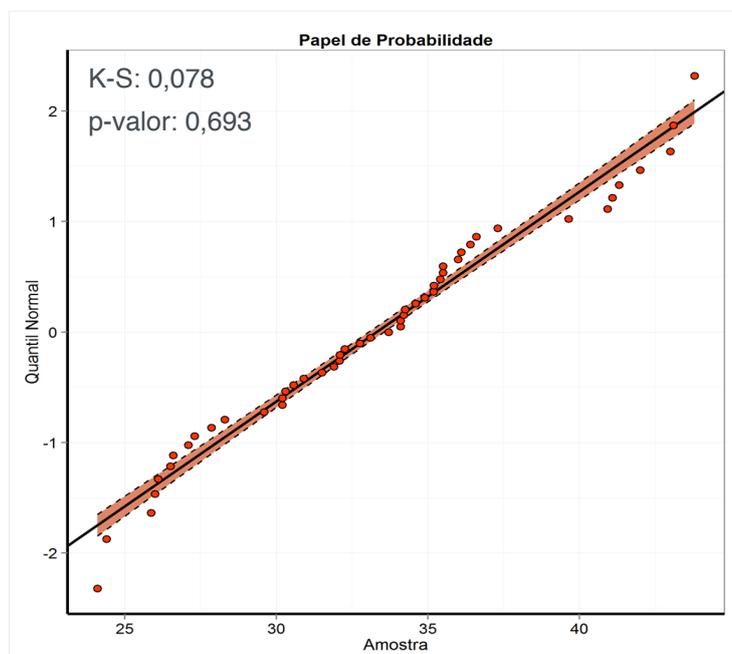


Figura 4 - Teste normalidade Kolmogorov-Smirnov

Fonte: O autor, 2018

Foi constatado que a permanência dos trabalhadores em cada um dos ambientes era de aproximadamente 4 horas em ambiente externo com exposição à carga solar e 4 horas em ambiente interno à sombra. Por tanto, para a Equação 3, de taxa de metabolismo média ponderada, os valores de T_t e T_d serão de 30 minutos (1/2) para T_t e de 30 minutos (1/2) para T_d , considerando que $T_t + T_d = 60$ minutos.

Fazendo uso da Equação 3, o cálculo para a taxa de metabolismo média ponderada apresentou o resultado de 440Kcal/h. Os limites de tolerância são dados segundo Quadro N. 2, tendo então, por limite de limite de tolerância para taxa de metabolismo média ponderada calculada, com aproximação para 450Kcal/h, conforme Quadro N. 2, o valor máximo IBUTG é de 25,5°C IBUTG.

Para o cálculo final de IBUTG médio ponderado foi utilizada a Equação 4. No Quadro 4 encontram-se as informações sistematizadas dos dados coletados nas áreas anteriormente descritas como os índices de temperatura para o local interno sem carga solar e externo com carga solar e o cálculo final de IBUTG médio ponderado.

Dados coletados	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h
IBUTG interno	32,1	34,3	32,7	32,3	40,9	41,1	35,2
IBUTG externo	25,9	27,9	30,6	33,1	35,2	36,7	41,3
\overline{IBUTG}	29,0	31,1	31,7	32,7	38,1	38,9	38,3

Quadro 4 - Índices de temperaturas e calculo IBUTG médio ponderado em função das horas coletadas para ambiente interno sem carga solar e ambiente externo com carga solar

Fonte: O autor, 2018

Conforme pode se verificar no Quadro 4, as temperaturas coletadas sofrem variações distintas ao longo do processo de coleta, sendo o IBUTG mínimo calculado de 32,1°C às 9 horas e máximo de 41,1°C às 14 horas em ambiente interno. As temperaturas em ambiente externo com carga solar também sofrem variações distintas ao longo do processo de coleta, sendo o IBUTG mínimo evidenciado de 25,9°C às 9 horas da manhã e máximo de 41,3°C às 15 horas. Observa-se também que o IBUTG médio ponderado variou entre 29,0°C às 9 da manhã e 38,9° às 14 horas.

Neste sentido, do Quadro 4, evidencia-se que todas as temperaturas, independentemente do horário de medição estão acima do limite de tolerância apresentado pelo Quadro 3, que seria de 25,5°C IBUTG, considerando uma taxa de metabolismo média ponderada de 450Kcal/h.

Desta forma conclui-se que as atividades neste setor tratam-se de atividades desempenhadas em ambientes insalubres, conforme anexo 3 da NR-15.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o estudo foi possível atingir o objetivo proposto neste trabalho, conhecendo a situação real onde são desempenhas as atividades laborais relacionadas à fabricação de artefatos de cimento. Os dados obtidos referentes aos índices de temperatura e o grau de IBUTG máximo obtido permitiu a constatação, que até atividades aparentemente simples, no que compete a movimentação de produtos e serviços auxiliares com pás, estão acima dos limites de tolerância exposto pela NR 15 em seu anexo 3, sendo assim classificadas como insalubres, tanto para a área interna sem carga solar quanto para área externa com carga solar.

A empresa não possui nenhum local com temperatura mais amena ou, ao menos, atividades que exijam menos das capacidades metabólicas destes trabalhadores, ficando evidente que apesar de uma área interna coberta na maior parte das atividades executadas, não propicia um ambiente adequado, estando inclusive superior ao local com exposição de carga solar. Isso ocorre devido aos materiais usados na construção do galpão, ou seja, as folhas metálicas presentes nas paredes e no teto acabam por aumentar ainda mais o calor no galpão.

Destaca-se ainda que a região centro-sul de Mato Grosso possui por característica excessiva temperatura incidente sobre os trabalhadores, o que deve despertar zelo e cuidado por parte dos empregadores no planejamento das atividades dos seus obreiros, bem como ofertar condições que amenizem tal incidência de calor e melhore o conforto térmico.

Conclui-se então que este fator pode ser corrigido através da adequação do galpão a partir da troca dos materiais metálicos de cobertura e das paredes por algum material que afaste o calor latente proveniente do ambiente externo, adequação das dimensões deste galpão principalmente o que compete à largura e altura, bem como a

instalação de ventiladores umidificadores poderiam ao mesmo tempo refrigerar o local e garantir um ambiente com umidade adequada.

Outra ação que pode ser sugerida é a rotatividade dos trabalhadores em áreas de descanso térmico, que deve ser construída, ou em outras atividades que exigem menos esforço físico para o trabalhador.

Evidencia-se também que os trabalhadores teriam o direito da percepção do adicional de insalubridade de 20%. A empresa não informou se faz o devido pagamento, contudo, mudanças estruturais no ambiente construtivo e/ou mudanças na rotina de trabalho poderiam amenizar o calor e conseqüentemente trazer economias à empresa, além de garantir mais conforto aos trabalhadores.

A partir dos fatos evidenciados neste trabalho, é importante destacar que se faz necessário investimento de melhoria e adequações ao ambiente de trabalho, garantindo assim a qualidade de vida e segurança ao trabalhador, proporcionando assim uma ambiente mais saudável e confortável, para que os colaboradores exerçam suas atividades sem afetar sua integridade física e mental.

REFERÊNCIAS

ADDINSOFT. **XLSTAT: Core Statistical Software**. Paris, France, 2016.

BATIZ, E. C., GOEDERT, J., MORSCH, J. J., KASMIRSKI JUNIOR, P., VENSKE. R. Avaliação do conforto térmico no aprendizado: estudo de caso sobre influência na atenção e memória. **Produção**, v. 19, n. 3, p. 477-488, 2009.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Norma Regulamentadora nº15 – Atividades e Operações Insalubres, Anexo nº 3**. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-15-atividades-e-operacoes-insalubres>. Acesso: 05 de set. 2016.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MATTOS, U.; MÁSCULO, F. **Higiene e segurança do trabalho**. Rio de Janeiro: Elsevier/Abepro, 2011.

ARAÚJO, G. M; REGAZZI, R. D. **Perícia e avaliação de ruído e calor passo a passo: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Impresso do Brasil; 2002.

BERNARD, T. E.; ROSS, R. R. Heat stress management: Case study in an aluminum smelter. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 23, p. 609-620, 1999.

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 1986. **Criteria for a Recommended Standard Occupational Exposure to Hot Environments**, Revised 1986. USDHEW (NIOSH) Pub. n. 86-113.

ASHLEY, C. D., LUECKE, C. L., SCHWARTZ, S. S., ISLAM, M. Z., BERNARD. T. E. Heat strain at the critical WBGT and the effects of gender, clothing and metabolic rate. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 38, p. 640– 644, 2008.

FORSTHOFF, A., NEFFGEN, H. The assessment of heat radiation. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 23, p. 407-414, 1999.

KRISHNAMURTHY, M., RAMALINGAM, P., PERUMAL, K. et al, Occupational Heat Stress Impacts on Health and Productivity in a Steel Industry in Southern India. **Safety and Health at Work**, v. Xx, p. 1-6, 2016.

BUTS, C. L., SMITH, C. R., GANIO, M. S., MCDERMOTT, B. P. Physiological and perceptual effects of a cooling garment during simulated industrial work in the heat. **Applied Ergonomics**, v. 59, p. 442-448, 2017.

OLIVEIRA, J. R. S., VIGANÓ, M. G., LUNARDELLI, M. C. F., CANÊO, L. C., GOULART JUNIOR, E. Fadiga no trabalho: como o psicólogo pode atuar? **Psicologia em Estudo**, v. 15, n. 3, p. 633-638, 2010.

KJELLSTROM, T. Impact of climate conditions on occupational health and related economic losses: a new feature of global and urban health in the context of climate change. **Asia Pacific Journal of Public Health**, v. 28 (Suppl. 2), 28Se37S, 2016.

STAPLETON, J.M., WRIGHT, H.E., HARDCASTLE, S.G., KENNY, G.P. Body heat storage during intermittent work in hot-dry and warm-wet environments. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 37, n. 5, p. 840-849, 2012.

UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA MUNDIAL SOBRE OHSAS 18001 PUBLICADA EM PERIÓDICOS INDEXADOS PELA SCOPUS E WEB OF SCIENCE

Thales Botelho de Sousa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Registro, Departamento de Engenharia de Produção, Registro - SP

Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Produção, São Carlos - SP

Gustavo Ribeiro da Conceição

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Registro, Departamento de Engenharia de Produção, Registro - SP

Franklin Santos Loiola

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Registro, Departamento de Engenharia de Produção, Registro - SP

Larissa Roberta Jorge França

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Registro, Departamento de Engenharia de Produção, Registro - SP

Wilson Juliano Lemes Sumida de Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Registro, Departamento de Engenharia de Produção, Registro - SP

RESUMO: Desde seu surgimento, a OHSAS 18001 tem ganhado considerável aceitação

mundial e empresas de diversos setores e de diferentes portes vêm implementando-a. A adoção do padrão OHSAS melhora as condições de trabalho e reduz os riscos de possíveis lesões e danos materiais; e assim, protege o capital humano e aumenta a reputação de uma organização. Uma busca bibliográfica nas bases de dados Scopus e *Web of Science* apresentou que a produção científica mundial sobre OHSAS 18001 vem obtendo um crescimento bastante expressivo nos últimos anos, porém, nenhum estudo que aborde seu progresso foi apresentado. Visando preencher esta lacuna, este artigo visa apresentar um panorama geral da produção científica mundial sobre OHSAS 18001. Para alcançar este propósito, uma análise bibliométrica foi realizada. Os resultados mostram que 120 artigos sobre o tema foram publicados em periódicos indexados na Scopus e/ou *Web of Science*; o *Journal of Cleaner Production* é a principal fonte de divulgação dos trabalhos; pesquisadores de 44 países desenvolveram pesquisas sobre o tema; e a Espanha é tanto o país que mais publicou artigos relacionados, quanto o principal mediador na propagação das pesquisas, tomando como base o índice de intermediação da análise de redes sociais formada entre países que estabeleceram parcerias colaborativas para o desenvolvimento da temática na academia.

PALAVRAS-CHAVE: OHSAS 18001; Segurança e Saúde no Trabalho; Bibliometria; Scopus, *Web of Science*.

ABSTRACT: Since its creation, OHSAS 18001 has gained considerable worldwide acceptance and companies from several industrial sectors and different sizes have been implemented it. Adoption of the OHSAS standard improves working conditions, reduces the risk of injury and property damage, protects human capital and enhances the reputation of an organization. A bibliographic search in the Scopus and Web of Science databases has shown that the world scientific production on OHSAS 18001 has increased significantly in recent years, however, any study that address its progress has been presented. To fill this gap, this paper aims to present an overview of the world scientific production on OHSAS 18001. To achieve this purpose, a bibliometric analysis was performed. The results show that 120 papers on the theme were published in indexed journals by Scopus and/or Web of Science, Journal of Cleaner Production is the main source of dissemination of the works, and researchers from 44 countries have developed research on the theme. Spain is the country that most published papers on the subject and the main mediator in the propagation of research (considering the intermediation index of the social network formed between countries that have established collaborative partnerships for developing the thematic).

KEYWORDS: OHSAS 18001; Safety and Health at Work; Bibliometry; Scopus, Web of Science.

1 | INTRODUÇÃO

Os sistemas de gestão de segurança e saúde no trabalho assumem um papel importantíssimo para a consolidação de um ambiente seguro e sadio aos funcionários de uma organização (MENDES; SILVA; MEDEIROS, 2003). Com isso, várias iniciativas internacionais foram surgindo no intuito de se alcançar níveis de desenvolvimento compatíveis com as exigências atuais de mercado e dentre várias certificações, a OHSAS 18001 tem grande destaque.

A *Occupational Health and Safety Assessment Series* (OHSAS) especifica requisitos para um sistema de gestão de segurança e saúde no trabalho, permitindo que determinada organização desenvolva e implemente uma política e objetivos que levem em consideração requisitos legais e informações sobre os riscos de saúde e segurança no trabalho (ALMEIDA; NUNES, 2014). A OHSAS 18001 foi criada em 1999 por meio de um esforço conjunto de vários dos principais organismos nacionais de padronização, organismos de certificação e consultorias especializadas e representa uma estrutura que permite que uma organização identifique e controle consistentemente seus riscos de saúde e segurança, reduzindo o potencial de acidentes, ajudando na conformidade legislativa e melhorando o desempenho geral (CHANG; LIANG, 2009).

Para Inan, Gül e Yılmaz (2017), a certificação pela OHSAS 18001 tem implicações

estratégicas e competitivas, sendo vista como uma ferramenta estratégica para empresas que alcançam uma boa posição no mercado. A adoção do padrão OHSAS melhora as condições de trabalho e reduz os riscos de possíveis lesões e danos materiais; e assim, protege o capital humano e a reputação corporativa (INAN; GÜL; YILMAZ, 2017). Esta certificação também pode melhorar as relações de uma empresa com seus *stakeholders*, como acionistas, credores, clientes, fornecedores, sindicatos e autoridades públicas, haja vista que a empresa certificada pela OHSAS 18001 tem sistemas de gestão de segurança e saúde no trabalho suficientes para controlar os riscos ocupacionais (INAN; GÜL; YILMAZ, 2017).

Desde sua publicação, a OHSAS 18001 tem ganhado considerável aceitação mundial e empresas de diversos setores e de diferentes portes vêm implementando-a (FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012). Uma busca bibliográfica nas bases de dados Scopus e *Web of Science* apresentou que a produção científica mundial sobre OHSAS 18001 vem obtendo um crescimento bastante expressivo nos últimos anos. Foi verificado que nenhum estudo que aborde o progresso da pesquisa mundial foi publicado nestas bases. Considerando que estudos bibliométricos sintetizam o conhecimento existente para encontrar tendências e entender onde a informação pode estar faltando nos vários campos da ciência (BLANK et al., 2013), este estudo visa apresentar um panorama geral da produção científica mundial sobre OHSAS 18001. Foram analisados apenas estudos publicados em periódicos indexados e revisados por pares, pois estas fontes são as mais relevantes para o desenvolvimento da ciência.

O restante deste trabalho é estruturado da seguinte maneira: a seção 2 descreve os métodos utilizados para pesquisar, organizar e analisar a literatura, bem como os principais tópicos a serem discutidos. A seção 3 apresenta os resultados obtidos através da análise bibliométrica do tema. A última seção apresenta as conclusões relacionadas ao estudo, apontando as principais limitações da pesquisa.

2 | METODOLOGIA

A metodologia utilizada visa obter resultados capazes de abordar o progresso da produção acadêmica mundial sobre a OHSAS 18001. Foram analisados apenas artigos publicados em periódicos indexados nas bases de dados Scopus e *Web of Science*. Justifica-se a escolha de artigos publicados exclusivamente em periódicos científicos devido ao fato de sua seleção e avaliação serem mais criteriosas que a seleção de congressos e simpósios (CARNEVALLI; MIGUEL, 2008), além de serem considerados como as pesquisas de mais alto nível, tanto para coleta de informações, quanto para divulgação de novos resultados e descobertas (NGAI et al., 2008).

A *Web of Science* foi escolhida por ser publicada pela *Thomson Reuters* e ser a mais importante fonte de informações para análises bibliométricas nas ciências (CHEN et al., 2014). Já a Scopus, por ser o maior banco de dados bibliométricos e ser

comparada com a *Web of Science* em termos de cobertura de informações (AKMAL et al., 2018), ao mesmo tempo em que é mais abrangente (FILSER; SILVA; OLIVEIRA, 2017), indexando 22.794 periódicos revisados por pares, ante 14.498 da *Web of Science* (MACHIN-MASTROMATTEO; TARANGO; MEDINA-YLLESCAS, 2017).

A abordagem bibliométrica foi usada para o desenvolvimento deste artigo pelo fato de ela ser econômica, acessível, fácil de implementar e ser usada em uma variedade de campos científicos, tais como desenvolvimento sustentável, mudanças climáticas, energia solar e mercado de carbono (GENG et al., 2017). De acordo com Vanti (2002), a bibliometria tem grande destaque dentre as diversas formas de avaliação do conhecimento científico e de medição de fluxos de informação, estudando aspectos quantitativos da produção com emprego de métodos matemáticos e estatísticos (TAGUE-SUTCLIFFE, 1992). A pesquisa bibliométrica visa analisar se existem padrões na literatura pesquisada, identificar os periódicos que mais publicaram artigos sobre o tema, a evolução destas publicações ao longo dos anos e as áreas mais relacionadas à temática pesquisada (PRASAD; TATA, 2005). A pesquisa bibliométrica foi realizada para verificar os periódicos que constituem o principal fórum de discussão da temática avaliada, os tópicos mais discutidos nos artigos e o desempenho dos países, com base na produtividade e índices de centralidade e intermediação obtidos por meio de análise de redes sociais formada na colaboração entre os países para o desenvolvimento dos artigos.

Para selecionar as publicações de interesse, nas bases de dados foi pesquisado por meio do título, resumo e palavras-chave (sem restrição ao período de publicação) o termo “OHSAS 18001” e foram levantados somente artigos redigidos em inglês, devido ao fato de este ser o idioma oficial da ciência. Subsequentemente, procedeu-se à leitura e análise do resumo e introdução dos artigos encontrados, selecionando-se os que apresentavam relevância para os objetivos deste artigo. É importante ressaltar que os artigos obtidos do ano de 2018 incluem apenas as publicações realizadas até o mês de março.

Considerando que alguns artigos estão duplicados (ou seja, estão indexados nas duas bases de dados) e que alguns artigos apenas mencionam o termo “OHSAS 18001” no resumo e palavra-chave, após o devido refinamento, chegou-se ao número final de 120 artigos.

3 | RESULTADOS

Nesta seção, os resultados e a análise do estudo serão apresentados em tabelas e figuras, de acordo com os critérios previamente definidos.

3.1 Periódicos

A Figura 1 apresenta os periódicos onde os artigos foram publicados. A nuvem de palavras é uma representação gráfica do texto em que as palavras mais frequentes

são realçadas por fontes maiores ou cores mais escuras (IEFREMOVA; SAS; KOZAK, 2016).



Figura 1 - Nuvem de palavras dos periódicos onde os artigos foram publicados

O *Journal of Cleaner Production* (JCP) é a principal fonte de divulgação das pesquisas na *Scopus* e *Web of Science*, com 16 artigos publicados sobre o tema. Em seguida vem o *Safety Science* (SS), com 14; o *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* (JLPPPI) e o *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* (IJOSE), com 5 artigos cada. É importante notar que além das áreas de ergonomia, segurança trabalho e gestão ambiental, muitas pesquisas têm sido publicadas em periódicos das áreas de gestão da qualidade, planejamento e controle da produção e ciências agrárias.

A Figura 2 apresenta a distribuição anual do número de artigos publicados.

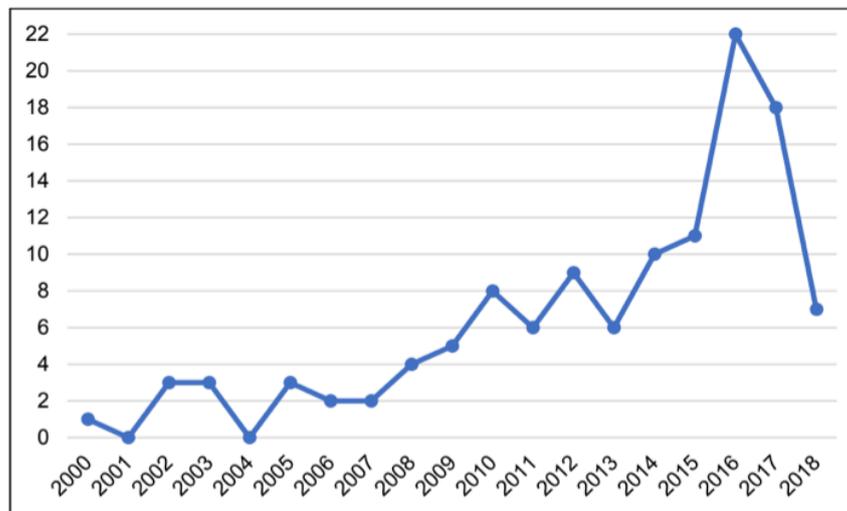


Figura 2 - Distribuição anual dos artigos publicados

Embora existam flutuações, pode-se afirmar que a pesquisa está em pleno crescimento, haja visto o expressivo número de artigos publicados nos últimos 3 anos.

3.2 Tópicos

A Figura 3 apresenta uma nuvem de palavras sobre as palavras-chave mencionadas nos artigos. Excluindo da análise os termos inerentes ao tema (OHSAS 18001, sistema, gestão, segurança), pode-se afirmar que tópicos como sustentabilidade, integração, qualidade, melhoria e desempenho tiveram grande relevância para o desenvolvimento deste campo de pesquisa. Além do setor manufatureiro, artigos desenvolvidos na área de construção civil estão tendo relevância dentro do tema. A presença dos termos ISO 14001, ISO 9001, NBR 16001, ISO 26000, PAS 1010, ISO 9000 e outros relacionados a sistemas de certificação é decorrente da integração entre a OHSAS 18001 e outros sistemas em projetos de certificação empresarial. Segundo Sui, Ding e Wang (2018), as normas OHSAS 18001 e ISO 14001 são semelhantes em estrutura e conteúdo e possuem vários elementos em comum, tais como políticas, funções, responsabilidades e autoridades, planejamento, objetivos, recursos, comunicação, documentação, operação, prontidão e resposta a emergências, desempenho, auditoria interna e análise crítica, monitoramento, mensuração e ações corretivas e preventivas. Logo, nas empresas têm havido uma tendência crescente no estabelecimento e implantação de um sistema integrado de gestão que atenda as normas OHSAS 18001 e ISO 14001 simultaneamente (SUI; DING; WANG, 2018).

publicados e a presença de pelo menos 1 autor do país em seu desenvolvimento, os países mais produtivos são: Espanha (14), China (12), Brasil (11), Irã (8), Portugal (8), Índia (7), Finlândia (7), Reino Unido (7), Estônia (6) e Hong Kong (5).

A colaboração entre autores de diferentes países forma uma rede social que pode ser representada por um gráfico. A Figura 5 apresenta a rede social formada entre os autores dos países para o desenvolvimento dos artigos publicados sobre o tema. Cada vértice representa um país e as bordas correspondem às conexões entre esses países por meio de publicações em parceria.

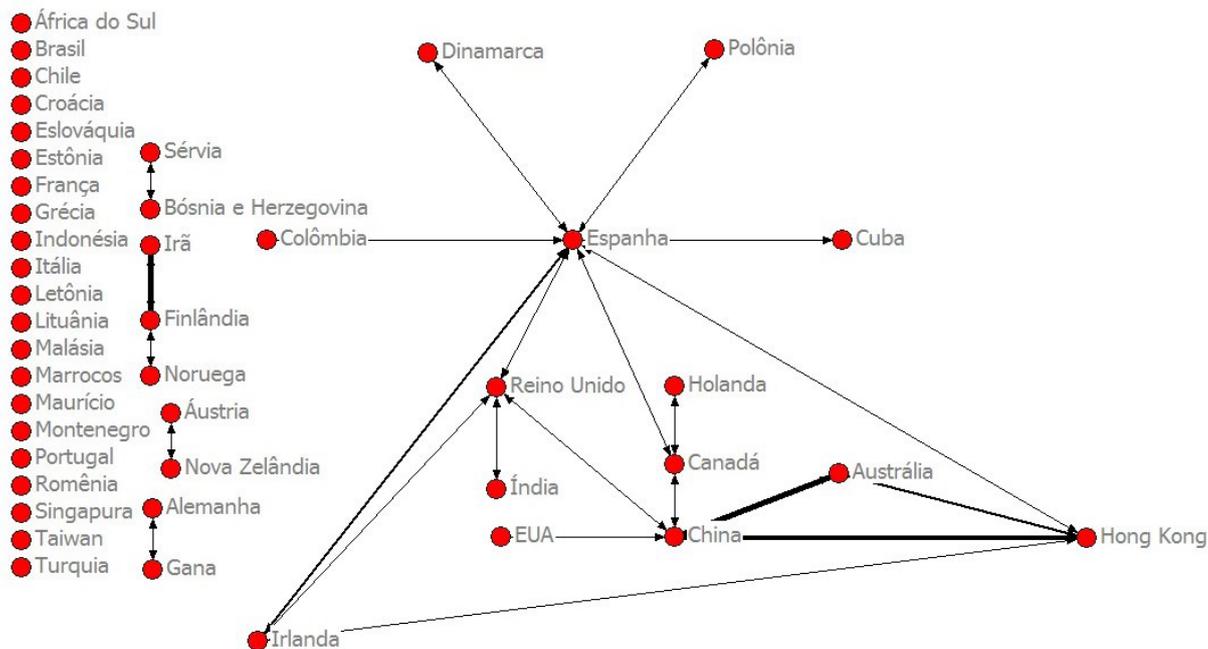


Figura 5 - Rede de colaboração entre os países

Dentro da ótica de estudos bibliométricos, a análise de redes sociais mostra as relações entre artigos, palavras-chave e autores, e pode explicar os laços de relacionamento e a posição de cada nó nas redes (ZHANG et al., 2015). Segundo Johnson et al. (2015), as análises de redes sociais geralmente abordam questões como: Quem influencia quem? Quão conectados estão os membros em uma rede? Neste trabalho, foi analisada a rede social estabelecida entre os países cujos pesquisadores publicaram estudos sobre o tema, a fim de verificar as nações mais influentes. Na rede social analisada neste trabalho, são apresentados indicadores de centralidade e de intermediação. Segundo Badar, Hite e Ashraf (2015), o grau de centralidade proporciona benefícios de compartilhamento do conhecimento por meio de ligações diretas e o grau de intermediação proporciona benefícios de corretagem e controle do conhecimento, em virtude de possuírem conexões que se estendem por divisões sociais.

A Tabela 1 apresenta os índices de centralidade dos países da rede de colaboração apresentada na Figura 5. O grau de centralidade representa o número de nós diretos de um país, contendo tanto o grau de entrada quanto o de saída.

País	Grau de centralidade	Grau normalizado de centralidade
China	10,000	0,233
Espanha	9,000	0,209
Hong Kong	7,000	0,163
Austrália	6,000	0,140
Finlândia	5,000	0,116
Irã, Irlanda, Reino Unido	4,000	0,093
Canadá	3,000	0,070
Alemanha, Áustria, Bósnia e Herzegovina, Colômbia, Cuba, Dinamarca, EUA, Gana, Holanda, Índia, Indonésia, Noruega, Nova Zelândia, Polónia, Sérvia	1,000	0,023
África do Sul, Brasil, Chile, Croácia, Eslováquia, Estônia, França, Grécia, Itália, Letônia, Lituânia, Malásia, Marrocos, Maurício, Montenegro, Portugal, Romênia, Singapura, Taiwan, Turquia	0,000	0,000

Tabela 1 - Índice de centralidade dos países

Embora a Espanha seja o país mais produtivo, a China é o país que mais estabeleceu parcerias com outros países para o desenvolvimento dos trabalhos publicados. Esta posição de destaque é refletida no índice de centralidade. É importante ressaltar (e pode ser visto na Figura 5 e na Tabela 1) que quase 50% dos países não estabeleceu parcerias nos trabalhos.

A Tabela 2 apresenta os índices de intermediação dos países da rede de colaboração apresentada na Figura 5. A intermediação é o poder de controle potencial de um país em relação a outros que dele dependem para interagir e a possibilidade de transformar de alguma forma as relações sociais em que está envolvido (ROSSONI; GUARIDO FILHO, 2007). O índice de intermediação é dividido em intermediação (número de pares de nós que um país é capaz de vincular) e intermediação normalizada (representação do grau em porcentagem).

País	Grau de intermediação	Grau normalizado de intermediação
Espanha	47,667	5,279
China	19,667	2,178
Reino Unido	16,333	1,809
Canadá	15,333	1,698
Hong Kong	10,333	1,144
Finlândia	1,000	0,111
Irlanda	0,667	0,074

Demais países da rede de colaboração apresentada na Figura 5	0,000	0,000
--	-------	-------

Tabela 2 - Índice de intermediação dos países

Abbasi et al. (2012) afirmam que o grau de intermediação de um nó existente é um preditor significativamente melhor de ligação preferencial por novos entrantes do que o grau de centralidade, porque os autores com alto grau de intermediação podem ser vistos como supervisores. De acordo com a Tabela 2, a Espanha apresentou os maiores graus de intermediação, indicando que seus pesquisadores têm grande importância para o desenvolvimento do tema e podem atuar como um canal na propagação de informação (CHIMHUNDU; DE JAGER; DOUGLAS, 2015).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de ser uma área com menos de 20 anos de artigos publicados em periódicos indexados na Scopus e/ou *Web of Science*, pode-se afirmar que a produção acadêmica sobre OHSAS 18001 está tendo uma rápida disseminação mundial. Por meio da bibliometria, foi possível verificar que foram publicados 120 artigos nas supracitadas bases, e destes, 58 foram publicados entre janeiro de 2015 e março de 2018.

A apresentação dos periódicos mais produtivos com relação às publicações sobre o tema direciona quais as principais fontes para divulgação de futuros trabalhos. O estudo bibliométrico revelou que o *Journal of Cleaner Production* é o periódico mais produtivo, o que é até surpreendente, visto que isso reflete sua preferência em relação a outros periódicos da área tais como *Work*, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, *International Journal of Occupational and Environmental Health*, *Safety Science*, *Accident Analysis and Prevention*, *Safety and Health at Work*, dentre outros. Tal atratividade do *Journal of Cleaner Production* para os pesquisadores da área pode estar atrelada ao desenvolvimento de pesquisas que analisem não apenas a questão da segurança do trabalho, mas também a gestão ambiental e da qualidade.

Pesquisadores de 44 países publicaram estudos sobre o tema. Com relação aos países de filiação dos autores, foi possível verificar que a Espanha deu a maior contribuição para o desenvolvimento do tema, pois foi o país com maior número de publicações, e também serve como uma ponte na transferência de conhecimentos sobre o tema no mundo, pois tem o maior grau de intermediação na rede social formada entre os países que desenvolveram trabalhos em conjunto. A China é o país que mais desenvolveu parcerias com outros países para o desenvolvimento do tema. É possível ver que ao contrário de outros campos da ciência, a presença dos Estados Unidos ainda é bastante pouco expressiva.

É importante destacar que a metodologia utilizada para o desenvolvimento deste

artigo apresenta algumas limitações. A amostra de artigos considerada foi extraída de apenas duas bases de dados, o que pode ter desconsiderado artigos relevantes publicados em outras fontes. Além disso, o fato de serem considerados apenas artigos publicados em periódicos (devido à maior relevância e qualidade dos mesmos) não significa que artigos publicados em anais de congressos não possam ter importantes contribuições para o desenvolvimento da temática. Embora a quase totalidade dos periódicos indexados na Scopus e *Web of Science* exija que os artigos sejam escritos em inglês, estudos publicados em outros idiomas certamente podem conter dados importantes. E por fim, o estudo bibliométrico desenvolvido neste artigo baseou-se nas percepções dos autores, o que pode desconsiderar aspectos tidos como importantes a partir de outros pontos de vista.

Apesar de todas as limitações inerentes a estudos de natureza bibliométrica, os resultados deste artigo apresentam relevante contribuição para o desenvolvimento da temática abordada, pois apresenta um panorama geral da pesquisa, sinalizando os principais países onde o tema tem relevância acadêmica, as principais fontes de pesquisa e os proeminentes tópicos da área.

O desenvolvimento deste artigo não pretendeu esgotar os assuntos aqui levantados. Estudos mais amplos (que considerem outras bases de dados e/ou outros tipos de produção acadêmica) ou mais específicos (revisões de literatura) podem ser realizados, aprofundando os assuntos aqui levantados.

REFERÊNCIAS

ABBASI, A.; HOSSAIN, L.; LEYDESDORFF, L. Betweenness centrality as a driver of preferential attachment in the evolution of research collaboration networks. **Journal of Informetrics**, v. 6, n. 3, p. 403-412, 2012.

AKMAL, A. et al. Bibliometric analysis of production planning and control (1990-2016). **Production Planning & Control**, v. 29, n. 4, p. 333-351, 2018.

ALMEIDA, C. L.; NUNES, A. B. A. Proposta de indicadores para avaliação de desempenho dos Sistemas de Gestão Ambiental e de Segurança e Saúde no Trabalho de Empresas do ramo de engenharia consultiva. **Gestão & Produção**, v. 21, n. 4, p. 810-820, 2014.

BADAR, K.; HITE, J. M.; ASHRAF, N. Knowledge network centrality, formal rank and research performance: evidence for curvilinear and interaction effects. **Scientometrics**, v. 105, n. 3, p. 1553-1576, 2015.

BLANK, L. et al. Directions in green roof research: a bibliometric study. **Building and Environment**, v. 66, p. 23-28, 2013.

CARNEVALLI, J. A.; MIGUEL, P. A. C. Review, analysis and classification of the literature on QFD - types of research, difficulties and benefits. **International Journal of Production Economics**, v. 114, n. 2, p. 737-754, 2008.

CHANG, J. I.; LIANG, C-L. Performance evaluation of process safety management systems of paint manufacturing facilities. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 22, n. 4, p. 398-402, 2009.

- CHEN, H. et al. A bibliometric investigation of life cycle assessment research in the web of science databases. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 19, n. 10, p. 1674-1685, 2014.
- CHIMHUNDU, C.; DE JAGER, K.; DOUGLAS, T. Sectoral collaboration networks for cardiovascular medical device development in South Africa. **Scientometrics**, v. 105, n. 3, p. 1721-1741, 2015.
- FERNÁNDEZ-MUÑIZ, B.; MONTES-PEÓN, J. M.; VÁZQUEZ-ORDÁS, C. J. Safety climate in OHSAS 18001-certified organisations: antecedents and consequences of safety behaviour. **Accident Analysis & Prevention**, v. 45, p. 745-758, 2012.
- FILSER, L. D.; SILVA, F. F.; OLIVEIRA, O. J. State of research and future research tendencies in lean healthcare: a bibliometric analysis. **Scientometrics**, v. 112, n. 2, p. 799-816, 2017.
- GENG, S. et al. Building life cycle assessment research: A review by bibliometric analysis. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 76, p. 176-184, 2017.
- IEFREMOVA, O.; SAS, D.; KOZAK, M. International collaboration among authors of Current Science. **Current Science**, v. 110, n. 8, p. 1414-1418, 2016.
- İNAN, U. H.; GÜL, S.; YILMAZ, H. A multiple attribute decision model to compare the firms' occupational health and safety management perspectives. **Safety Science**, v. 91, p. 221-231, 2017.
- JOHNSON, K. et al. Influence networks among substance abuse treatment clinics: implications for the dissemination of innovations. **Translational Behavioral Medicine**, v. 5, n. 3, p. 260-268, 2015.
- MACHIN-MASTROMATTEO, J. D.; TARANGO, J.; MEDINA-YLLESCAS, E. Latin American triple-A journals 1: A quality roadmap from the quality indicators and journals' presence in Web of Science and Scopus. **Information Development**, v. 33, n. 4, p. 436-441, 2017.
- MENDES, N. C. N.; SILVA, G. C. S.; MEDEIROS, D. D. Proposta de indicadores para sistemas de gestão de saúde e segurança do trabalho em conformidade ao sistema de gestão da qualidade. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23, 2003, Ouro Preto. **Anais**. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2003.
- NGAI, E. W.T. et al. RFID research: an academic literature review (1995-2005) and future research directions. **International Journal of Production Economics**, v. 112, n. 1, p. 510-520, 2008.
- PRASAD, S.; TATA, J. Publication patterns concerning the role of teams/groups in the information systems literature from 1990 to 1999. **Information & Management**, v. 42, n. 8, p. 1137-1148, 2005.
- ROSSONI, L.; GUARIDO FILHO, R. Cooperação interinstitucional no campo da pesquisa em estratégia. **Revista de Administração de Empresas**, v. 47, n. 4, p. 74-88, 2007.
- SUI, Y.; DING, R.; WANG, H. An integrated management system for occupational health and safety and environment in an operating nuclear power plant in East China and its management information system. **Journal of Cleaner Production**, v. 183, p. 261-271, 2018.
- TAGUE-SUTCLIFFE, J. An introduction to informetrics. **Information Processing & Management**, v. 28, n. 1, p. 1-3, 1992.
- VANTI, N. A. P. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ciência da Informação**, v. 31, n. 2, p. 152-162, 2002.
- ZHANG, W. et al. Knowledge map of creativity research based on keywords network and co-word analysis, 1992-2011. **Quality & Quantity**, v. 49, n. 3, p. 1023-1038, 2015.

PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO DE ESTOQUE PARA UMA LOJA DE ROUPAS

Éder Wilian de Macedo Siqueira

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Campina Grande - PB

<http://lattes.cnpq.br/2430936517221809>

RESUMO: O setor têxtil e de confecções é de grande importância para a economia brasileira por ser um dos grandes responsáveis pela geração de empregos no país. Não obstante, O *cluster* têxtil pernambucano ou arranjo produtivo local de confecções do agreste pernambucano (APLCAPE) é de grande relevância para a região nordeste, figurando entre os quatro maiores polos de confecção do Brasil. Nesse contexto, as empresas que adotarem uma boa política de gerenciamento de estoques garantirão que o seu capital não fique parado por muito tempo, liberando-o para ser investido em outras áreas estratégicas e, conseqüentemente, reduzindo custos e possibilitando às empresas atenderem à demanda diversificada de pedidos de seus clientes de forma ágil, na quantidade, variedade e qualidade exata e no momento, lugar e preço certo conforme o consumo, em tempo real. Neste sentido, a proposta deste artigo é demonstrar a aplicação dos conceitos do Sistema *Kanban* no desenvolvimento de um método de gerenciamento do estoque para uma loja de roupas do agreste pernambucano. Para tal, foi utilizado como método de pesquisa o

estudo de caso e como instrumentos de coleta de dados a entrevista não estruturadas, a visitação *in loco* e documentos oficiais da empresa. Com a adoção do método de gerenciamento de estoques proposto, a empresa irá garantir que a diversidade de oferta de produtos seja maximizada e os tempos de entrega, despesas, custos e inventário sejam minimizados, além de aumentar sua capacidade de capturar novas ideias de *design* em tempo hábil para convertê-las em produtos e leva-las ao mercado no menor *lead time* possível, aumentando sua produtividade e elevando sua vantagem competitiva em relação à concorrência local.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema Kanban, gestão de estoques, classificação ABC, loja de roupas, polo têxtil pernambucano.

ABSTRACT: The textile and clothing sector is of great importance to the Brazilian economy as one of the great responsible for the generation of jobs in the country. Nevertheless, the Pernambuco textile cluster or APLCAPE is of great relevance to the northeast region, being one of the four largest manufacturing centers in Brazil. In this context, companies that adopt a good inventory management policy will ensure that their capital does not stay for long, releasing it to be invested in other strategic areas and thereby reducing costs and enabling companies to meet diversified demand of orders from its

customers in an agile way, in quantity, variety and exact quality and at the right time, place and price according to the consumption, in real time. In this sense, the proposal of this article is to demonstrate the application of the concepts of the Kanban System in the development of a method of management of the inventory for a clothing store in the agreste of Pernambuco. For that, the case study was used as a research method and as instruments of data collection the unstructured interview, the visitation in loco and official documents of the company. By adopting the proposed inventory management approach, the company will ensure that product diversity is maximized and lead times, expenses, costs and inventory are minimized, as well as increasing its ability to capture new design ideas in time to convert them into products and bring them to market in the shortest possible lead time, increasing their productivity and increasing their competitive advantage over local competition.

KEYWORDS: Kanban System, inventory management, ABC classification, Clothing store, Pernambuco's polo textile

1 | INTRODUÇÃO

O setor têxtil e de confecções é de grande importância para a economia brasileira por ser um dos grandes responsáveis pela geração de empregos no país. Dados da Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecções (ABIT) relativos ao ano de 2017 mostram que o faturamento da cadeia têxtil e de confecção foi de US\$ 45 bilhões, com uma produção média de 5,9 bilhões de peças e uma representatividade de 16,7% dos empregos e 5,7% do faturamento da indústria de transformação do país. Ainda segundo a ABIT (2018), o setor Têxtil e de Confecção (T&C) é o 2º maior empregador da indústria de transformação e o 2º maior gerador de empregos (direto e indireto), além de ser referência mundial em design de moda praia, *jeanswear* e *homewear*.

Saindo de uma visão macroeconômica do setor para uma visão microeconômica regional, o cluster têxtil pernambucano ou arranjo produtivo local de confecções do agreste pernambucano (APLCAPE) figura entre os quatro maiores do Brasil, envolvendo mais de 100 mil pessoas através de toda a cadeia produtiva em um ambiente com de mais de 3 mil empresas formais. De acordo com Sousa (2015), o Polo Têxtil pernambucano contribuiu com a expansão do produto interno bruto do estado, entre os anos 2000 a 2009, em R\$ 3,9 bilhões de reais ou o equivalente a 5% do PIB de Pernambuco.

Em face deste cenário econômico, as empresas ligadas ao APLCAPE devem buscar meios para se manterem competitivas neste nicho mercadológico frente as constantes mudanças que o mercado da moda vem sofrendo, sejam elas de ordem de consumo, de ordem econômica ou de ordem tecnológica. Assim sendo, dentre os meios que possibilitam a essas empresas novas alternativas de estratégia de gestão do seu negócio, algumas delas têm investido no desenvolvimento de sua logística e, em especial, em um gerenciamento mais eficaz de seus estoques.

A gestão de estoques é de grande importância para a manutenção da competitividade das empresas do APLCAPE frente a concorrência com os produtos importados, pois um estoque bem dimensionado e controlado garante que o capital da empresa não fique parado por muito tempo, liberando-o para ser investido em outras áreas estratégicas e reduzindo custos. Além disso, esta é a área da logística que é diretamente responsável por garantir a reposição de pedidos no tempo certo e com qualidade, possibilitando às empresas atenderem a demanda diversificada de pedidos de seus clientes de forma ágil, na quantidade, variedade e qualidade exata e no momento, lugar e preço certo conforme o consumo, em tempo real.

Nesse contexto, a proposta deste artigo é apresentar uma proposta de modelo de gestão de estoque para uma loja de roupas localizada no agreste pernambucano utilizando os conceitos do Sistema Kanban para o desenvolvimento deste modelo. Este trabalho foi conduzido de forma que o modelo proposto pudesse atender à necessidade da empresa FB Confecções (denominação fictícia) de obter maior acurácia no controle dos estoques de suas lojas e dos dados pertinentes à previsão de demanda para os meses seguintes ao lançamento de cada coleção e à reposição destes produtos. Para tal, foi utilizado como método de pesquisa o estudo de caso e como instrumentos de coleta de dados a entrevista não estruturadas, a visitação in loco e documentos oficiais da empresa.

2 | O SISTEMA KANBAN

O sistema Kanban é uma técnica criada por Taiichi Ohno, ex-vice-presidente da Toyota Motor Company do Japão, na década de 1950. Esta técnica faz parte do corpo técnico que operacionaliza a filosofia Just-In-Time (JIT), com foco na movimentação interna e externa de materiais de um sistema produtivo. Dessa forma, o sistema Kanban torna-se um dos instrumentos essenciais para a implantação do JIT, já que ele tem como objetivo principal o controle de estoque das unidades produtivas envolvidas e o gerenciamento e controle do fluxo de materiais entre as estações de trabalho ou unidades produtivas de uma empresa.

De acordo com Rodrigues (2014), a aplicação eficaz do sistema Kanban permite aos gestores e colaboradores envolvidos no processo produtivo um maior controle e nivelamento do estoque entre estações de trabalho, redução dos lotes de produção, descentralização do controle da produção, dá mais autonomia aos supervisores e operadores de linha, explicita problemas no fluxo de produção e possibilita um controle visual do fluxo produtivo. Neste sentido, Moura (2007) resume a função do Kanban em seis pontos, a saber:

- a. Estimular a iniciativa por parte dos colaboradores da área;
- b. Controlar informações, separando as informações necessárias das desnecessárias;

- c. Controlar o estoque na área;
- d. Ressaltar o senso de propriedade entre os colaboradores;
- e. Simplificar os mecanismos de administração do trabalho através do controle de informações e estoque; e
- f. Administrar visualmente o trabalho na área.

O sistema Kanban permeia toda a organização, podendo ser utilizado em vários estágios de um sistema produtivo. Essencialmente, em um típico sistema Kanban, existem dois tipos de Kanban: de movimentação e de produção.

Segundo Moura (2007, p. 43), os Kanbans de movimentação “informam o tipo e a quantidade da peça que o processo subsequente deverá retirar do processo anterior”. Corrêa, Gianese e Caon (2014, p. 378) complementam esta informação dizendo que o Kanban de movimentação “autoriza a movimentação do material pela fábrica, do centro de produção que gera determinado componente, para o centro de produção que o consome em seu estágio do processo”.

Já os Kanbans de produção “especificam o tipo e a quantidade do produto que a estação de trabalho precedente terá que produzir” (MOURA, 2007, p. 44). Dessa forma, segundo Corrêa, Gianese e Caon (2014, p. 378), “o Kanban de produção dispara a produção de um lote de peças de determinado tipo, em determinado centro de produção da fábrica”.

Logo, em um processo produtivo no qual o sistema Kanban esteja implantado, nenhuma operação da produção é executada sem que haja um Kanban de produção autorizando – exceto na linha de montagem – e nenhuma atividade de movimentação é executada sem que haja um Kanban de movimentação autorizando. Dessa forma, por meio do sistema Kanban, é possível coordenar a produção dos diversos centros de atividade ou das diversas células de produção em qualquer estágio do processo. Resumidamente, pode-se inferir que a operacionalização do sistema Kanban ocorre por meio de uma sequência de 4 ações:

- a. O centro de trabalho fornecedor recebe Kanbans do centro de trabalho consumidor e deve produzir somente o solicitado por meio dos Kanbans;
- b. Ao chegar ao centro de trabalho fornecedor, o Kanban enviado pelo centro de trabalho consumidor é colocado no painel porta-Kanbans;
- c. Ao concluir a produção do item solicitado, estes são colocados pelo centro de trabalho fornecedor em um contenedor, juntamente com o Kanban que norteou a produção, e encaminhados para o centro de trabalho consumidor; e
- d. Quando o centro de trabalho consumidor recebe e utiliza os itens solicitados, o Kanban é retirado do contenedor e encaminhado a uma “caixa de recolhimento de Kanbans” para ser enviado novamente para o centro de

trabalho fornecedor, reiniciando, assim, todo processo.

Atualmente, devido ao avanço das tecnologias da informação e comunicação, Rodrigues (2014, p. 131) salienta que as organizações têm investido seus esforços em desenvolver e implantar o sistema Kanban “por meio de painéis e dispositivos automatizados e monitorados por sistemas integrados apoiados por código de barras”. A esta nova forma de conceber o sistema Kanban em um processo produtivo é denominado o termo Kanban Eletrônico.

3 | A CLASSIFICAÇÃO ABC COMO FERRAMENTA DA GESTÃO DE ESTOQUES

A classificação ABC é muito usada na logística para classificar itens seguindo os critérios: giro de produto, proporção por faturamento, custo de estoque, controle de validade, entre outros. Em geral, 20% dos itens são classificados como classe A, 30% pertencentes à classe B e os outros 50% restantes com classe C.

Esta técnica de análise passou a ser adotada como uma das ferramentas de controle na gestão de estoques por permitir classificar os itens em estoque de acordo com a contribuição de receita que cada um deles oferece à organização. A classificação ABC também pode ser utilizada na política de vendas da empresa, planejamento da distribuição e na programação da produção objetivando a definição dos mais apropriados e eficientes sistemas de controle de estoque. A classificação ABC apresenta um método bastante simples de elaboração que é dividido em sete passos (CAXITO, 2014):

- a. Relacionar os itens consumidos em um determinado período de tempo;
- b. Registrar o preço unitário de cada item e seu respectivo consumo no período determinado;
- c. Calcular o valor do total consumido durante o período determinado, multiplicando o preço unitário vezes o consumo;
- d. Classificar os valores totais consumidos de acordo com o valor, em uma escala decrescente do maior valor para o menor (1 para o maior, 2 para o segundo maior e assim sucessivamente);
- e. Colocar os itens em ordem de acordo com a classificação;
- f. Calcular o valor de consumo acumulado dos itens, somando o valor de consumo do item com o valor de consumo acumulado da linha anterior;
- g. Calcular o percentual sobre o valor total acumulado de cada item, dividindo o valor de consumo acumulado do item pelo valor de consumo acumulado do último item e multiplicando o resultado por cem.

Após a classificação, pode-se observar que apenas uns poucos itens são responsáveis pela grande parte da receita da empresa. Por isso, estes itens devem

ser considerados prioritários pelo gestor do estoque, sendo rigorosamente controlados e com baixo estoque de segurança, por ter um alto valor agregado. Os itens de classificados como classe C, por sua vez, devem ser geridos por meio de controles mais simples, já que são responsáveis por uma pequena parte da receita da empresa e seu custo para o estoque é relativamente baixo. Os itens de classe B possuem uma posição intermediária, tendo um controle menos complexo que os da classe A e pouco mais complexo que os da classe C.

4 | METODOLOGIA

Os métodos utilizados para nortear a elaboração deste trabalho foram o estudo de caso in loco e a pesquisa bibliográfica de livros, artigos de revistas e dissertações que abordavam a temática. De acordo com Miguel et al. (2012, p. 131), o estudo de caso se configura como “um trabalho de caráter empírico que investiga um dado fenômeno dentro de um contexto real contemporâneo por meio de análise aprofundada de um ou mais objetos de análise”. Além disso, foram realizadas pesquisas bibliográficas em livros, artigos acadêmicos e textos retirados da Internet.

A pesquisa bibliográfica permitiu um embasamento e aprofundamento teórico maior no que concerne à gestão de estoques e o funcionamento do Kanban e, especificamente, ao uso dos princípios do Kanban no auxílio do gerenciamento do estoque da empresa objeto de estudo. Com relação ao estudo de caso, o mesmo foi realizado em uma das lojas da empresa FB Confecções, localizada na cidade de Caruaru – PE, utilizando-se como método para a obtenção de dados: entrevista não estruturada com o gerente da loja e com a proprietária da empresa, anotações de campo realizadas durante a visita in loco à loja e à fábrica, além dos livros de registro de vendas (livros caixa) que a loja estudada mantém.

Desta maneira, o pesquisador utilizou estas informações para entender como se dá o atual gerenciamento do estoque das lojas da empresa, como é realizado o controle da movimentação de mercadorias entre a fábrica e as lojas e se a empresa faz uso de técnicas de previsão de vendas e de planejamento e controle da produção (PCP). A partir deste entendimento, foi desenvolvido um modelo de gerenciamento do estoque utilizando os conceitos de controle da movimentação de produtos do Sistema Kanban adequado às necessidades da FB Confecções.

Escolheu-se o estudo de caso como abordagem metodológica para a concretização deste artigo por ser um método bastante utilizado na engenharia de produção, uma vez que possibilita ao pesquisador investigar um dado fenômeno dentro de um contexto real. Este tipo de investigação, segundo Miguel (2012), permite uma análise detalhada de um ou mais objetos de análise, podendo nos direcionar ao desenrolar de novas teorias e novos entendimentos acerca de eventos reais e contemporâneos.

4.1 Caracterização da empresa

A empresa FB Confeccões, situada em Caruaru – PE foi criada em 2007 com o intuito de atender ao público feminino em termos de peças de vestuário, fabricando e vendendo blusas, saias, calças e xortes. Devido ao crescente sucesso nas vendas, a empresa passou a fabricar apenas um tipo de peça (blusas femininas), pois a relação custo benefício entre a confecção e a venda dos outros produtos era desfavorável em relação à produção e comercialização das blusas.

Inicialmente, a FB Confeccões vendia seus produtos na Feira da Sulanca, em Caruaru – PE. Com o tempo, a empresa cresceu e, atualmente, possui 1 loja própria em cada uma das três principais cidades que fazem parte do APLCAPE (Caruaru, Toritama e Santa Cruz do Capibaribe). Além disso, a empresa conta com 28 representantes de suas três marcas. O nicho mercadológico da empresa é exclusivamente o de roupas e acessórios femininos para adultos. Apesar de ser voltada para a confecção de roupas de tecido, em seu portfólio de vendas constam também: cintos, calças, saias, xortes e acessórios (colares e pulseiras). Os itens citados, por sua vez, não são confeccionados pela FB Confeccões, mas sim por outras empresas parceiras.

A empresa FB Confeccões atua no comércio varejista da cidade e também comercializa com clientes atacadistas de outras cidades e estados vizinhos por meio de seus representantes comerciais. Um de seus pontos fortes é a grande variedade de modelos exclusivos e diferenciados, buscando sempre satisfazer os clientes mais atentos às novidades do mundo da moda.

5 | DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA KANBAN PARA A EMPRESA FB CONFECÇÕES

Foi elaborado um sistema Kanban para o controle de estoque de determinados produtos importantes da empresa FB Confeccões, pois a empresa não possui um sistema organizado de gestão de estoques. A falta deste sistema vem causando prejuízos ao setor de vendas, já que, em alguns casos, os vendedores têm a indicação positiva de determinado produto em estoque, porém, quando vão conferir a mercadoria para efetuar a venda ao cliente, o produto está em falta ou o lote não está mais completo.

Por atender uma grande quantidade de compradores e ter alguns bons clientes fixos em sua carteira, tal fato acaba prejudicando a imagem da empresa FB Confeccões, passando uma impressão de desorganização e falta de qualidade para o cliente.

O controle será feito em três pontos, no estoque central, no estoque local da loja e no setor de vendas da loja. O estoque central – que também é a fábrica da empresa – está em outra localidade da cidade, dele os produtos são transferidos para o estoque local (que fica na parte de trás da empresa e abastece diretamente o setor de vendas

que fica à frente). O sistema Kanban é a solução mais efetiva para resolver o problema da empresa FB Confeções por ser de fácil manuseio – fundamental para a agilidade do processo – e por facilitar o trabalho da área de vendas da empresa, garantindo um alto nível de serviço ao cliente.

5.1 Seleção dos produtos

Como toda empresa deste setor, a FB Confeções trabalha com coleções por estações do ano. Sendo assim, a cada três meses todo o seu portfólio de produtos é renovado. A cada coleção são criados 20 novos produtos e os que sobraram da coleção passada são vendidos ou a preço de custo ou para lojas que vendem roupas de saldos.

Para a elaboração do Kanban são necessários os dados de entrada e saída semanais dos produtos, bem como seu lucro unitário. Esses dados foram obtidos através dos livros caixa da empresa referentes aos meses de Dezembro de 2016 e Janeiro e Fevereiro de 2017. Vale ressaltar que o Kanban será realizado apenas com os produtos da coleção vigente, portanto, os cálculos de dimensionamento do Kanban devem ser refeitos a cada troca de coleção.

Com os dados de entrada e saída foi realizada uma classificação ABC dos produtos, como mostra a tabela 1 a seguir. Verificou-se que os produtos 9, 10, 19, 5 e 20 são os responsáveis por 56,71% do lucro, assim sendo, os Kanbans de movimentação foram desenvolvidos para estes produtos, em especial, pelo fato do impacto negativo que pode ser causado com a falta destes.

Produtos	Média da Demanda Quinzenal	Valor Unitário	Valor de Vendas	Participação	Classe
9	349	R\$ 35,00	R\$ 12.215,00	15,01%	A
10	310	R\$ 35,00	R\$ 10.850,00	13,33%	A
19	351	R\$ 25,00	R\$ 8.775,00	10,78%	A
5	374	R\$ 20,00	R\$ 7.480,00	9,19%	A
20	273	R\$ 25,00	R\$ 6.825,00	8,38%	A
6	301	R\$ 20,00	R\$ 6.020,00	7,40%	A
17	195	R\$ 25,00	R\$ 4.875,00	5,99%	A
13	150	R\$ 25,00	R\$ 3.750,00	4,61%	A
1	86	R\$ 30,00	R\$ 2.580,00	3,17%	A
2	84	R\$ 30,00	R\$ 2.520,00	3,10%	B
15	63	R\$ 40,00	R\$ 2.520,00	3,10%	B
14	156	R\$ 15,00	R\$ 2.340,00	2,87%	B
3	88	R\$ 25,00	R\$ 2.200,00	2,70%	B
4	145	R\$ 15,00	R\$ 2.175,00	2,67%	B
8	111	R\$ 15,00	R\$ 1.665,00	2,05%	C
16	34	R\$ 45,00	R\$ 1.530,00	1,88%	C
7	16	R\$ 80,00	R\$ 1.280,00	1,57%	C
11	14	R\$ 55,00	R\$ 770,00	0,95%	C
12	47	R\$ 15,00	R\$ 705,00	0,87%	C
18	33	R\$ 10,00	R\$ 330,00	0,41%	C

Tabela 1 – Classificação ABC dos produtos da loja estudada

Fonte: o autor (2018)

5.2 Determinação do lote de compras

Para que o Kanban atinja o objetivo de controlar o nível médio de estoque da empresa estudada, estabeleceu-se um ciclo de abastecimento semanal. Para tanto, foi determinado o lote de compras para cada um dos produtos selecionados. Para o cálculo do lote semanal foi considerado o valor médio da demanda quinzenal. A tabela 2 mostra os valores dos lotes para cada produto.

Produtos	Lote Quinzenal	Lote Semanal
9	349	175
10	310	155
19	351	176
5	374	187
20	273	137

Tabela 2 – Lote de Compras

Fonte: o autor (2018)

5.3 Número de kanbans e a capacidade do contenedor

Para a forma de ressuprimento estabelecida será necessário um contenedor para cada semana. Cada contenedor possuirá no estoque local a quantidade suficiente para o total de uma semana de trabalho e abastecerá o setor de vendas com a quantidade necessária para dois dias, sendo reabastecidos assim que forem vendidos.

Para a determinação do ponto de ressuprimento do sistema estipulou-se o valor de 1/4 do lote semanal e 1/3 do lote semanal para o sinal de atenção. Na tabela 3 estão os valores de ressuprimento e alerta para cada produto, bem como a quantidade que estará disponível no setor de vendas e no estoque local.

Produtos	Lote Semanal	Setor de Vendas (p/ 2 dias)	Sinal de Alerta	Ponto de Ressuprimento
9	175	73	58	44
10	155	65	52	39
19	176	73	59	44
5	187	78	62	47
20	137	57	46	34

Tabela 3 – Valores de Movimentação do Kanban

Fonte: o autor (2018)

Ao fazer o ressuprimento, deverá ser verificado quantos itens o produto possui no sistema, pedindo-se apenas o suficiente para completar um lote. Quando os itens

chegarem ao sinal de atenção o estoque central já começa a consolidar o mix de produtos que serão necessários para abastecer o estoque local por mais uma semana de trabalho. Atingido o ponto de ressuprimento, é passada a informação para os responsáveis pelo suprimento da empresa, que farão a solicitação de novos produtos à fábrica. Dessa maneira, quando os produtos solicitados chegarem ao estoque central eles serão distribuídos nos contenedores vazios de acordo com a quantidade específica de cada um. Após a consolidação, os produtos serão enviados para o estoque local.

Para que a troca de informações entre o setor de vendas da loja, o seu estoque e o estoque central sobre a quantidade de itens que o contenedor de cada produto possui fosse realizada de forma ágil e em tempo real, era necessário que a rede informacional da empresa FB Confecções possuísse um sistema eletrônico de dados integrado (EDI). Neste caso, na impossibilidade de se obter este sistema, o Kanban foi desenvolvido para operar por meio de uma planilha eletrônica.

Nesta planilha estarão contidos o código do produto no sistema, a descrição do produto, o lote de compra, o campo de itens armazenados no contenedor, o sinal para posicionar o setor de suprimentos, a ação que deverá ser tomada e a quantidade de produtos (pedido) que deverá ser solicitada. A tabela 4, a seguir, exemplifica como se configurou o Kanban de movimentação projetado para os produtos selecionados.

Código	Produto	Lote	Itens do Contenedor				Estoque Atual	Sinal	Ação	Pedido		
1234	9	175	37	36	29	29	22	22	175	Nomal	Aguardar	0
2345	10	155		32	26	26	20	19	123	Normal	Aguardar	32
3465	19	176			30	29	22	22	103	Atenção	Aguardar	73
4577	5	187				31	24	23	78	Atenção	Pedir	109
5678	20	137					17	17	34	Perigo	Pedir	103

Tabela 4 – Quadro Kanban.

Fonte: o autor (2018)

Quando é dado o sinal de atenção, o estoque central consolida as informações dos produtos e providencia o mix de produtos. Ele transmite o sinal para os responsáveis pelo ressuprimento que, imediatamente, começam a formular e consolidar o pedido par que este seja efetuado assim que for dada a ação para pedir. Ao ser dada a ação para pedir, o estoque local estará apto a receber um novo lote, que será maior ou menor do que o anterior, de acordo com a evolução da demanda e da observação do campo “Pedido” na planilha. O ciclo de pedido é de uma semana e o estoque de segurança está sendo baseado em 1/4 do lote semanal, exatamente quando é disparado no sistema o sinal de ressuprimento.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A definição de critérios para a gestão de estoques faz-se cada vez mais importante em um cenário globalizado e de alta competitividade como o mercado da moda. Para que possa haver um excelente controle de estoque, são necessários alguns cuidados no tocante a atenção com que os gestores de estoque irão tratar os produtos estocados, a quantidade com que estes produtos estarão disponíveis para o mercado e, sobretudo, a rentabilidade e o prejuízo que cada produto pode trazer caso seja mal gerido.

A relevância das temáticas abordadas neste trabalho para o setor têxtil e de confecções, em especial para o APLCAPE, se dá no âmbito da Quick Response (QR). De modo que a gestão eficaz dos estoques seja um dos meios pelo qual tanto é possível elevar o nível de serviço prestado aos consumidores quanto gerar e tomar decisões orientadas pelas informações de demanda, a rápida transferência de informações entre os setores de vendas e produção promovido pelo método de gerenciamento de estoques proposto neste artigo irá garantir que a diversidade de oferta de produtos seja maximizada e os tempos de entrega, despesas, custos e inventário sejam minimizados.

Ademais, pelos produtos ligados à moda serem, em geral, de curto ciclo de vida, alta volatilidade, baixa previsibilidade e alta compra por impulso, o uso do método proposto aumentará a capacidade de resposta em tempo hábil da empresa em capturar novas ideias de design para convertê-las em produtos e leva-las ao mercado no menor lead time possível. Isto aumentará sua produtividade e elevará sua vantagem competitiva em relação à concorrência local.

REFERÊNCIAS

ABIT. **Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção**. 2018. Disponível em: <<http://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>>. Acesso em: 04 de abril de 2018.

CAXITO, Fabiano (Org.). **Gestão de estoques**. In: _____. Logística: um enfoque prático. 2. ed.. São Paulo: Saraiva, 2014.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESE, Irineu G. N.; CAON, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implementação: base para SAP, Oracle Applications e outros softwares integrados de gestão**. 5. ed.. 8. reimpressão.. São Paulo: Atlas, 2014.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick (Org.). **O método do estudo de caso na engenharia de produção**. In: _____. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. 2. ed.. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

MOURA, Reinaldo A.. **Kanban: a simplicidade do controle da produção**. 7. ed.. São Paulo: IMAN, 2007.

RODRIGUES, Marcus Vinícius. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistemas de produção Lean Manufacturing**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

SOUSA, Cícero Marcolino Pessoa de. **Análise e estruturação de um modelo de gestão de**

processos de negócios nas pequenas e médias empresas situadas no Polo Têxtil do agreste pernambucano. Caruaru: UFPE-CAA, 2015. 122p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, CAA, 2015.

MELHORIAS NO ARRANJO FÍSICO VISANDO O AUMENTO DA CAPACIDADE PRODUTIVA: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA MONTADORA DE VEÍCULOS

Jeferson Jonas Cardoso

Universidade de Caxias do Sul – UCS
Caxias do Sul – Rio Grande do Sul

Joanir Luís Kalnin

Universidade de Caxias do Sul – UCS
Caxias do Sul – Rio Grande do Sul

RESUMO: Este estudo de caso busca analisar o impacto na capacidade produtiva resultante de melhorias efetuadas no arranjo físico em uma indústria montadora de veículos. Trata-se de uma pesquisa classificada como estudo de caso, de caráter quantitativo e descritivo. O desenvolvimento da pesquisa foi realizado em 4 etapas: mapeamento do processo produtivo, identificação de perdas, análise do cenário atual e proposta de um cenário futuro. Com o uso de ferramentas como Diagrama de Espaguete e simulação discreta de cenários, foi possível quantificar e analisar os resultados de um cenário otimista. Este estudo evidenciou que é possível melhorar os resultados de indicadores de desempenho por meio de melhorias efetuadas no arranjo físico. Neste caso, houve um aumento de 9% na capacidade produtiva com a redução de perdas com movimentação e perdas com estoque.

PALAVRAS-CHAVE: layout, perdas no processo produtivo, análise de cenários, capacidade produtiva

ABSTRACT: This case study seeks to analyze the impact on the productive capacity resulting from improvements made in the physical arrangement in a vehicle assembler industry. It is a classified search as a case study, of a quantitative and descriptive character. The development of the research was carried out in 4 stages: mapping the production process, identification of losses, analysis of the current scenario and proposal of a future scenario. With the use of tools such as Spaghetti Diagram and discrete simulation of scenarios, it was possible to quantify and analyze the results of an optimistic scenario. This study showed that it is possible to improve the results of performance indicators by means of improvements made in the physical arrangement. In this case, there was a 9% increase in production capacity with the reduction of losses with handling and inventory losses.

KEYWORDS: layout, losses in the productive process, scenario analysis, productive capacity.

1 | INTRODUÇÃO

A eficiência e a capacidade produtiva são fatores que estão diretamente relacionados ao rendimento financeiro de uma empresa, a combinação de bons resultados juntamente com a redução de perdas nos processos produtivos

proporciona um diferencial competitivo entre organizações.

O arranjo físico desempenha um papel importante no fator competitividade pois quando bem planejado representa uma parcela importante para bons resultados nos indicadores de desempenho. O objetivo de um leiaute bem planejado é permitir o melhor desempenho dos recursos envolvidos em um processo de produção, enquanto um dimensionamento ineficiente de leiaute pode interferir negativamente no fluxo de informações e materiais, reduzir a produtividade de equipamentos e pessoas, provocar interrupções nos processos e até comprometer a entrega de produtos.

Este estudo de caso tem como objetivo estudar os resultados provenientes da redução de perdas e melhorias no leiaute de uma empresa montadora de veículos. Através de uma revisão da bibliográfica acerca dos assuntos tratados, aplicação de métodos e ferramentas, análise de cenários os resultados foram obtidos. Um leiaute proposto foi simulado considerando redução de perdas e melhorias no arranjo físico com a finalidade de comparar o cenário otimista com o cenário atual e verificar a diferença nos resultados finais nos indicadores de desempenho.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Battesini (2016), o arranjo físico se refere ao planejamento da configuração do espaço físico e representa a disposição de pessoas, máquinas e equipamentos necessários para produção de produtos e ou serviços de uma empresa. Todos os recursos físicos dispostos no layout devem estar adequadamente alocados e estrategicamente posicionados para facilitar o processo produtivo.

O arranjo físico é retratado pelo leiaute (do inglês, layout, que significa dispor, organizar e esquematizar). Leiaute é o gráfico que representa a disposição espacial, a área ocupada e a localização das máquinas e equipamentos ou seções envolvidas com processos produtivos. (CHIAVENATO, 2014).

Existe quatro tipos de leiaute: leiaute de posição fixa, leiaute de processo, leiaute celular e leiaute de produto. Desta forma, o autor apresenta em sua obra uma abordagem explicativa sobre cada tipo de leiaute retratado:

a) leiaute de posição fixa: utilizado quando ocorre a produção de produtos especializados, pesados, personalizados e tipicamente complexos, como por exemplo: aeronaves, máquinas especiais e navios. Usualmente o produto é de grandes proporções de massa e dimensões e permanece na mesma localização durante sua produção, sendo as suas partes produzidas em um leiaute de processo;

b) leiaute de processo: o leiaute de processo ocorre quando todos os processos e equipamentos do mesmo tipo são desenvolvidos na mesma área, bem como as operações e as montagens semelhantes. Diante dos quatro tipos de leiaute, o leiaute de processo é o mais utilizado devido a flexibilidade de se adaptar diferentes combinações entre quantidade e variedades de produtos. Comumente utilizado em ambientes de produção em lotes e manufatura celular e aplicável também a unidades

de produção em massa e *job shop*;

c) leiaute celular: este tipo de leiaute é adotado quando a produção ocorre em quantidade e variedade médias e as células são compostas de várias estações de trabalho. O leiaute celular busca agrupar recursos não similares de forma que seja possível processar um grupo de itens que necessitem de processamentos similares;

d) leiaute de produto: utilizado na produção em grande quantidade, quando existe uma alta demanda por produtos que são manufaturados em instalações dedicadas, usualmente denominadas linhas de produção. As estações de trabalho são dispostas em sequência e os produtos são fisicamente movidos pelas estações de montagem, de forma a completar a montagem do produto.

De acordo com Chiavenato (2014) o principal objetivo do leiaute é organizar ou reorganizar da melhor forma a disposição do espaço a ser ocupado por pessoas, máquinas e equipamentos. Diante deste objetivo principal, existem outros objetivos não menos importantes como: melhorar o processo de produção, minimizar investimentos em equipamentos, permitir flexibilidade nas operações, utilizar o espaço disponível da maneira mais eficiente, minimizar o tempo de produção, reduzir inventário de materiais, diminuir custos de movimentação de materiais, evitar congestionamentos, restrições e confusão, permitir facilidade de mudança e ajustamentos e facilitar a supervisão.

2.1 Capacidade produtiva e eficiência

Para Chiavenato (2014) a capacidade de produtiva é geralmente uma grandeza numérica pela qual se pode medir a quantidade de vezes que se poderá produzir um produto ou prestar um serviço em um determinado período. Esta grandeza numérica pode ser expressa por tempo, quantidade de produtos ou valores monetários.

Antunes (2008) afirma que em uma indústria a capacidade de produção de um determinado equipamento ou posto de trabalho representa a oferta de tempo disponível para a execução da produção, que pode ser genericamente representada pela equação 1.

$$C = T_t \cdot \mu_g \quad (1)$$

Onde:

C = Capacidade do equipamento (t);

T_t = Tempo total disponível para a produção (t);

μ_g = Índice de rendimento operacional global do equipamento (adimensional).

O índice de rendimento operacional global (IROG) representa a razão entre o tempo de valor agregado, em termos de peças ou produtos, pelo tempo para se realizar a produção no equipamento. A eficiência é obtida por meio da equação 2 e irá variar entre 0 e 1, podendo ser expressa em termos percentuais.

$$\mu_g = \frac{\sum_{i=1}^N tp_i \cdot q_i}{T_t} \quad (2)$$

Onde:

tp_i = taxa de processamento do item i no equipamento (unidade de tempo por unidade de produção);

q_i = quantidade produzida do item i no equipamento (unidade de produção).

O tempo total (T_i) deve ser considerado de forma distinta em função do recurso ser considerado um gargalo de produção ou não. Se o recurso for considerado um gargalo, o tempo total disponível deve ser o tempo total passível de ser alocado no equipamento, desta forma, não deve ser desconsiderado nenhum tipo de parada programada. Caso o recurso não seja gargalo, o tempo total disponível é calculado subtraindo-se o tempo total das chamadas paradas programadas.

Os gargalos se constituem nos recursos cuja capacidade disponível é menor do que a capacidade necessária para atender às ordens demandadas pelo mercado, ou seja, são recursos cuja capacidade instalada é inferior à demanda do mercado no período de tempo, geralmente longo, considerado para análise. Caso existam vários recursos que possuem capacidade inferior à sua demanda, o gargalo principal será aquele recurso que se encontra com valores de déficit de capacidade mais negativos. (CHIAVENATO, 2014).

2.2 Perdas no processo produtivo

A definição de valor é o ponto de partida para a mentalidade enxuta desenvolvida na empresa automotiva *Toyota Motor Company*, a manufatura enxuta aborda as atividades e suas perdas. Não é a empresa que define o valor agregado, mas sim o cliente. As necessidades dos clientes são identificadas e traduzidas em requisitos, que são as entradas dos processos produtivos. Os processos transformam os requisitos dos clientes em produtos e ou serviços, adicionando valor a eles. Atividades que agregam valor são aquelas que transformam ou alteram o produto em suas características físicas, químicas, visuais, comerciais, etc., gerando benefício ao cliente. Consequentemente, qualquer outra atividade que não atenda esta definição, não agrega valor. Na manufatura enxuta, tudo que não agrega valor ao produto é perda (ALBERTIN, 2016).

Para Antunes (2008), perdas são atividades que geram custo e não adicionam valor ao produto. Já para Womack (1996), perda é qualquer atividade que consome recursos como mão de obra, material, energia, mas não cria valor para o cliente final.

Uma abordagem detalhada sobre perdas foi proposta por Ohno (1997) e Shingo (1996). Os autores explanam sobre uma noção de sete perdas e seus desdobramentos teóricos e práticos, que são elas: perdas por superprodução, perdas por transporte, perdas no processamento, perdas devido a fabricação de produtos defeituosos, perdas nos estoques, perdas no movimento e perdas por espera.

As cinco primeiras perdas estão relacionadas a função processo e as duas últimas estão relacionadas a função operação. A seguir Antunes (2008) apresenta

uma retratação sobre as sete perdas propostas por Ohno e Shingo: a) perdas por superprodução podem ser entendidas a partir de duas lógicas gerais, a superprodução no sentido da produção de quantidade excessiva e a superprodução no sentido da produção antecipada em relação a necessidade do consumo; b) perdas por transporte estão relacionadas a todas as atividades de movimentação de materiais que geram custo e não adicionam valor; c) perdas no processamento consistem naquelas atividades de processamento ou fabricação que são desnecessárias para que o produto, serviço ou sistema adquira suas características básicas de qualidade, tendo em vista a geração de valor para o cliente; d) perdas por fabricação de produtos defeituosos consiste na fabricação de peças ou produtos que não atendem as especificações de qualidade esperadas pelo cliente final, do ponto de vista da conformidade; e) perda por estoque significa a existência de estoques elevados de matérias-primas e material em processo que irão acarretar elevados custos financeiros e a necessidade de espaço físico adicional para a produção, gerando custos desnecessários; f) perdas por movimento estão relacionadas aos “movimentos desnecessários” dos trabalhadores quando estes estão executando as operações principais durante o processamento dos produtos e g) perdas por espera estão associadas aos períodos de tempo nos quais os recursos não estão sendo utilizados produtivamente, ou seja, embora pagos, não estão contribuindo para a agregação de valor ao produto final.

3 | METODOLOGIA

A pesquisa é caracterizada como um estudo de caso devido à natureza e o tipo de abordagem científica acerca do problema. Quanto a forma de abordagem do estudo, esta pesquisa classifica-se como quantitativa e descritiva.

O procedimento adotado para a realização desta pesquisa consistiu em uma revisão de conceitos bibliográficos acerca da problemática, pesquisa *in-loco*, mapeamento dos processos produtivos, análise das movimentações e construção de um Diagrama de Espaguete, estudo dos estoques e uma análise crítica das deficiências do *layout* atual.

O estudo foi realizado em uma indústria montadora de veículos automotores, sediada na cidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul. Com foco no mercado de veículos pesados e agrícolas, a empresa opera em quatro unidades fabris, três no Brasil e uma unidade montadora de veículos na Argentina.

A aplicação do estudo ocorreu em uma linha de montagem responsável pela manufatura de chassis para ônibus e caminhões. Classificada como leiaute por produto, a linha de montagem tem uma capacidade de produção “flutuante”, ou seja, devido a particularidades existentes no *mix* de produtos que ocupam a linha de montagem de maneira randômica, esta capacidade varia. Em média, a capacidade produtiva é de 9 produtos por dia. Apesar da diferença nos tempos de produção dos produtos e um balanceamento ineficiente, o gargalo de produção sempre ocorre no mesmo estágio,

o estágio responsável pela pré-montagem dos motores a diesel.

Os esforços desta pesquisa foram direcionados estrategicamente no gargalo de produção da linha de montagem, com a finalidade de resolver grande parte dos problemas causados pela restrição da capacidade de produção.

4 | RESULTADOS

O estudo partiu de uma análise dos tempos-padrão de montagem de todos os produtos manufaturáveis pela empresa. A Figura 1 ilustra estas informações e possibilita observar a diferença significativa no tempo de produção dos produtos. Estes tempos de produção se referem a soma do tempo de cada operação que é realizada no estágio de pré-montagem dos motores a diesel.

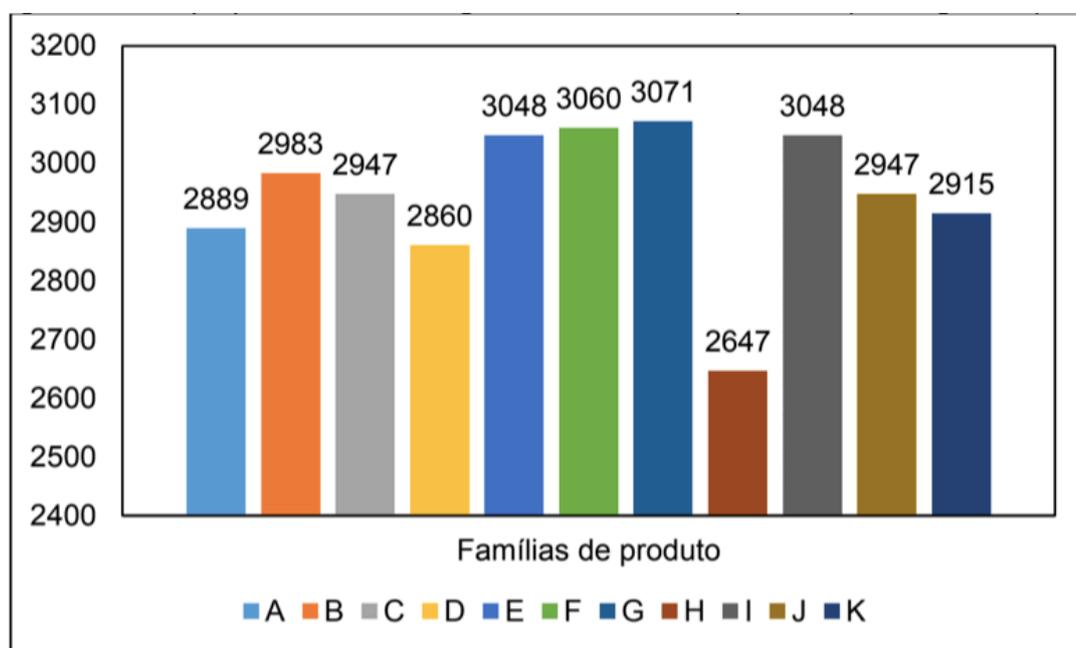


Figura 1 - Tempo padrão de montagem das famílias de produto (em segundos)

Fonte: O autor (2018).

Esses dados permitem que análises sejam feitas levando em consideração que o estágio em questão é o gargalo de produção da linha de montagem. Observando os dados, pode-se conferir que quando um produto da família G (maior tempo de montagem) está em processamento, a capacidade da linha se limita a nove produtos por dia, considerando o índice de rendimento operacional global da fábrica. Pode-se afirmar também, que mesmo quando o produto da família H (menor tempo de montagem) está em produção, o estágio também se comporta como um gargalo de produção, o que confere a um mau balanceamento dos estágios da linha de montagem.

As operações foram analisadas juntamente com seus respectivos tempos. A Tabela 1 ilustra tais informações. Nela, a denominação de cada operação foi reduzida a

sigla (Op. *n*) por questões de preservação da identidade dos processos que a empresa adota na montagem dos motores. Os tempos são exibidos em segundos em cada célula da matriz.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Op. 1	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135
Op. 2	158	158	172	120	172	140	140	172	172	172	190
Op. 3	580	580	470	680	470	680	680	470	470	470	680
Op. 4	320	320	380	420	380	420	420	380	380	380	420
Op. 5	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650
Op. 6	311	405	405	105	311	105	311	105	311	405	105
Op. 7	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
Op. 8	75	75	75	90	120	120	75	75	120	75	75
Op. 9	530	530	530	530	680	680	530	530	680	530	530
Tempo total	2889	2983	2947	2860	3048	3060	3071	2647	3048	2947	2915

Tabela 1 - Tempos de operação (em segundos)

Fonte: O autor (2018).

Analisando os dados da Tabela 1, verifica-se que algumas operações possuem o mesmo tempo para todos os produtos, isto ocorre quando existe a semelhança ou até a igualdade no processo de montagem entre as famílias de produto.

Um estudo sobre as movimentações dos operadores durante a execução das operações foi realizado, utilizou-se da ferramenta Diagrama de Espaguete para identificar perdas com movimentação e as distâncias percorridas durante a execução das operações. Diagrama de Espaguete é uma ferramenta do *Lean Manufacturing* que visa entender os caminhos percorridos em um processo produtivo. A Figura 2 ilustra o resultado desta etapa.

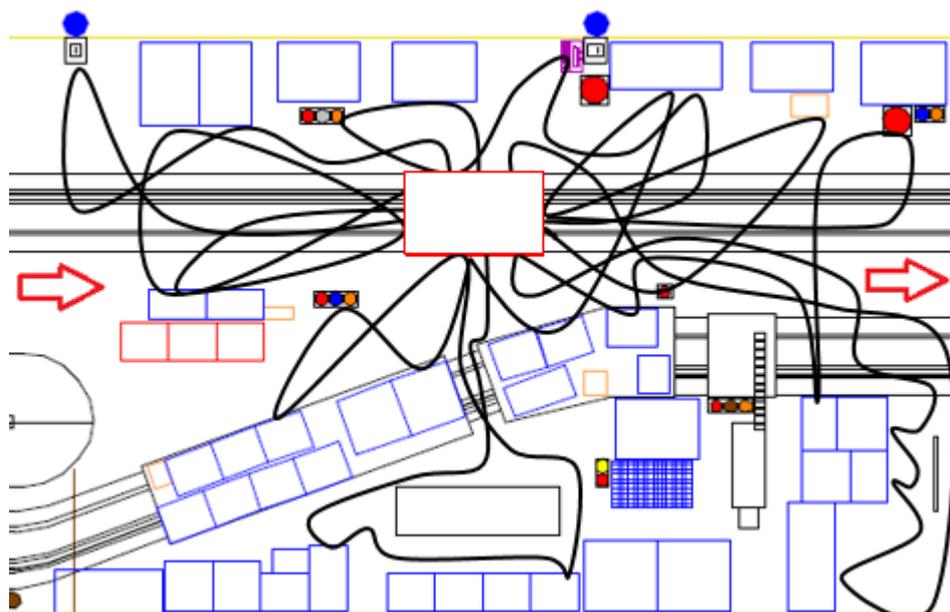


Figura 2 - Diagrama de Espaguete

Fonte: O autor (2018).

O diagrama que foi construído no leiaute do estágio permite o diagnóstico de perdas com movimentação no estágio gargalo. Ele foi construído durante o processamento de um produto da família G e as justificativas de cada movimentação durante o processo foram computadas e a Figura 3 foi construída com base nestas informações.

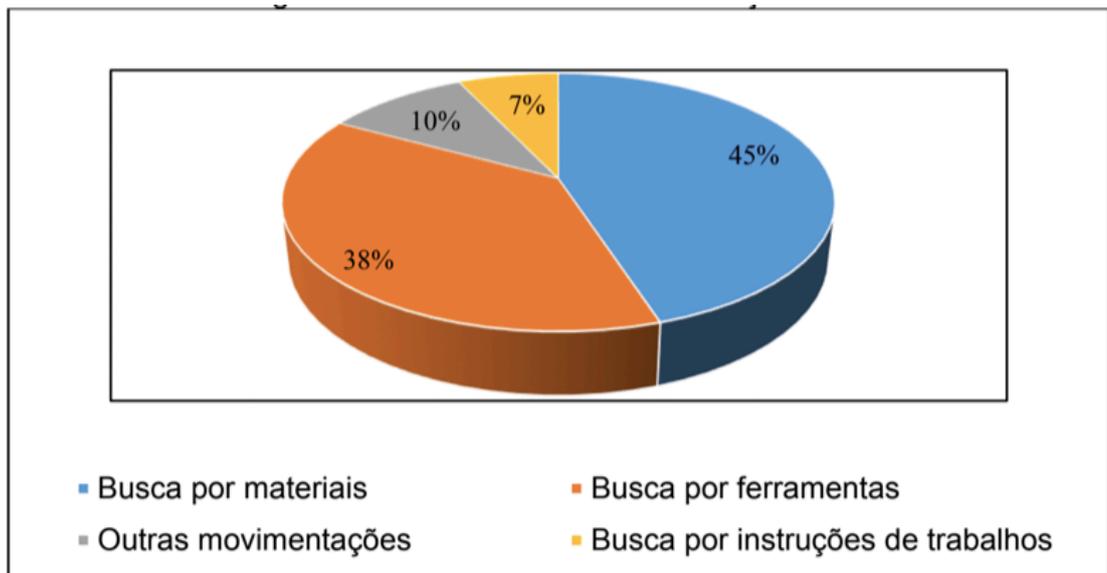


Figura 3 - Justificativa de movimentações

Fonte: O autor (2018).

A maior parcela da distância percorrida pelos operadores se deve a busca por materiais, peças e componentes necessários no processamento. A busca por ferramentas ocupa a segunda posição entre as maiores distâncias percorridas e compreende movimentações do operador até o painel de ferramentas. O conhecimento dos resultados exibidos na Figura 3 propicia ações que devem ser tomadas para reduzir ao máximo este tipo de perda.

Uma análise nos estoques de materiais foi realizada neste estágio. Um relatório contendo o endereço, quantidade e o código dos materiais foi extraído do sistema ERP e após o manuseio destes dados algumas considerações foram atribuídas ao estoque. Foi possível verificar que 36% dos códigos de peças alocadas no estágio não são utilizadas nas operações que são realizadas neste leiaute, esta parcela evidencia a existência de perdas com estoques. Este estoque de material “inutilizado” nesta área compreende diversos componentes de montagem, itens de fixação e anéis de vedação, materiais que ocupam um espaço físico e geram ineficiência para o leiaute. Foi evidenciado também que haviam várias alocações de estoques que não eram utilizadas, somente ocupavam espaço físico.

Diante das etapas citadas anteriormente um novo leiaute foi proposto visando

a redução das perdas identificadas. A Figura 4 retrata o leiaute atual e a Figura 5 o leiaute proposto.

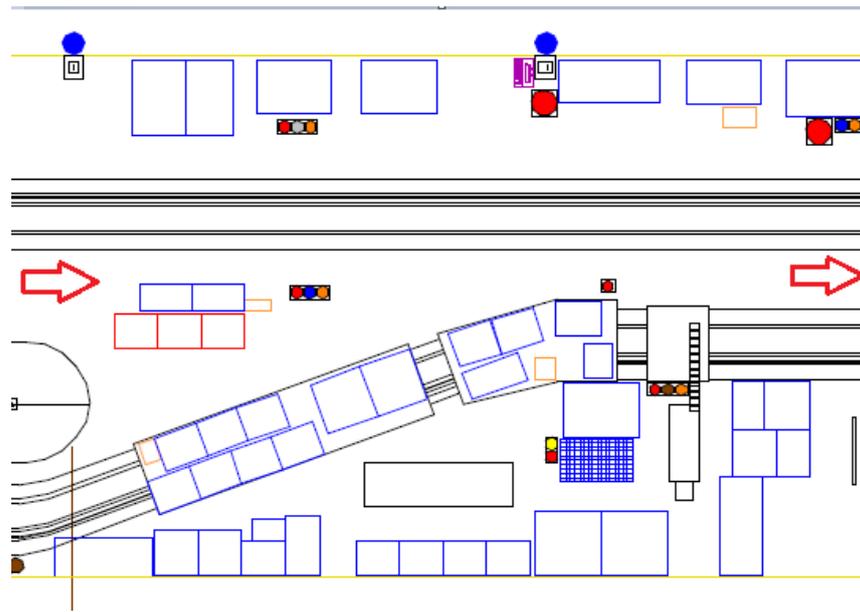


Figura 4 - Leiaute atual

Fonte: O autor (2018).

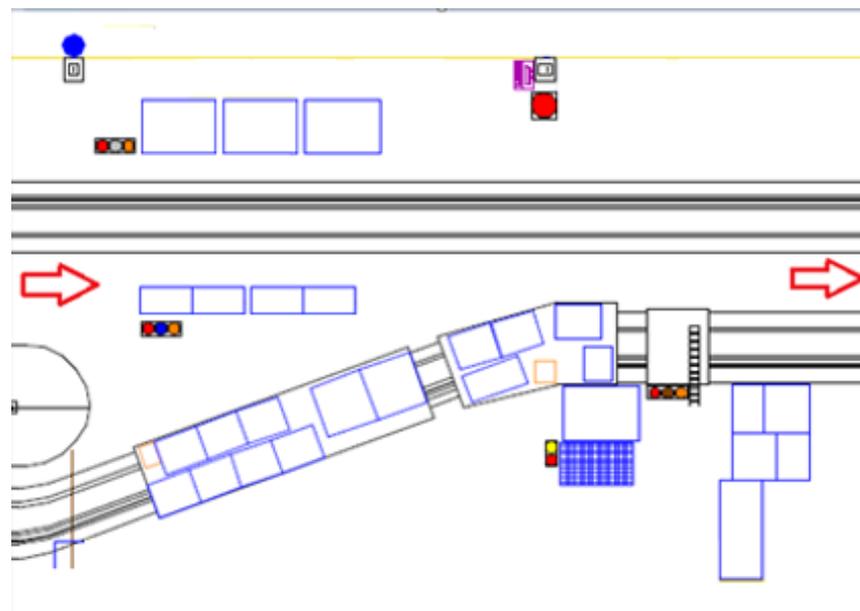


Figura 5 - Leiaute proposto

Fonte: O autor (2018).

A proposta foi elaborada por meio dos seguintes pressupostos: a) aproximar as ferramentas, equipamentos, dispositivos e estoques de materiais utilizados com maior frequência ao local de montagem: assim reduzindo perdas com movimentação e conseqüentemente reduzindo o tempo padrão de montagem dos produtos; b) retirar da linha os contenedores vazios e estoques de materiais que não são utilizados: com a finalidade de que o espaço físico do leiaute seja melhor aproveitado e que permita a

aproximação dos itens citados no item anterior.

O leiaute proposto foi simulado em um cenário que permitiu um novo cálculo de capacidade produtiva do estágio e conseqüentemente da linha de montagem. Trabalhando com o leiaute proposto, em média 63% das movimentações seriam evitadas o que acarreta em uma redução de em média 9% no tempo padrão de montagem de cada produto. A Tabela 2 apresenta os tempos do cenário atual juntamente com os tempos em segundos previstos do leiaute proposto.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Cenário atual	2889	2983	2947	2860	3048	3060	3071	2647	3048	2947	2915
Cenário proposto	2629	2715	2682	2603	2774	2785	2795	2409	2774	2682	2653

Tabela 2 - Tempos de operação dos diferentes cenários

Fonte: O autor (2018).

Desta forma, a capacidade produtiva da linha de montagem passaria de 9 produtos por dia para 11 produtos por dia. Mesmo reduzindo 9% do tempo padrão do estágio de pré-montagem dos motores a diesel, o estágio continuaria sendo o de maior tempo em relação aos outros estágios da linha de montagem.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desta pesquisa foi propor melhorias no leiaute de uma indústria montadora de veículos, com a finalidade de avaliar o impacto na capacidade de produção da linha de montagem. A proposta foi apresentada como um projeto de melhoria na empresa e este projeto será implementado. Esta pesquisa-ação focou-se somente em duas das sete perdas apresentadas no referencial teórico, pretende-se expandir o estudo e analisar a possibilidade de reduzir ou até eliminar ineficiências geradas pelas outras cinco perdas citadas. Pretende-se também utilizar um software de simulação computacional para avaliar questões ergonômicas deste leiaute e posteriormente expandir as ações deste estudo para toda a linha de montagem. Foi evidenciado que reduzindo e ou eliminando perdas com movimentação é possível diminuir os tempos de processo e conseqüentemente aumentar a capacidade de produção. Neste estudo de caso o aumento de capacidade foi de 18%, o que corresponde a 2 produtos a mais na produção diária.

REFERÊNCIAS

ALBERTIN, Marcos Ronaldo. **Gestão de processos e técnicas de produção enxuta**. Curitiba: InterSaberes, 2016.

ANTUNES, Junico. **Sistemas de produção**: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.

BATTESINI, Marcelo. **Projeto e leiaute de instalações produtivas**. Curitiba: InterSaberes, 2016.

CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão da produção**: uma abordagem introdutória. 3. Ed. Barueri: Manoele, 2014.

OHNO, Taiichi. **Sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

SHINGO, Shigeo. **Sistema de produção com estoque-zero**: o sistema Shingo para melhorias contínuas. Porto Alegre: Bookman, 1996.

WOMACK, James. **A mentalidade enxuta nas empresas**. 4. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

A APLICABILIDADE DE FERRAMENTAS ESTRATÉGICAS DO LEAN MANUFACTURING - UM ESTUDO DE CASO DA INDÚSTRIA TÊXTIL DE CUIABÁ – MT

Andrey Sartori

FATEC SENAI MT. Eixo de Gestão e Negócios.
Cuiabá/Mato Grosso.

Bruna Vanessa de Souza

FATEC SENAI MT. Eixo de Gestão e Negócios.
Cuiabá/Mato Grosso.

Claudinilson Alves Luczkiewicz

FATEC SENAI MT. Eixo de Controle e Processos Industriais. Várzea Grande/Mato Grosso.

Ederson Fernandes de Souza

FATEC SENAI MT. Eixo de Gestão e Negócios.
Cuiabá/Mato Grosso.

Esdras Warley de Jesus

FATEC SENAI MT. Eixo de Gestão e Negócios.
Cuiabá/Mato Grosso.

Fabício César de Moraes

FATEC SENAI MT. Eixo de Gestão e Negócios.
Cuiabá/Mato Grosso.

Moisés Phillip Botelho

FATEC SENAI MT. Eixo de Gestão e Negócios.
Cuiabá/Mato Grosso.

Rosana Sifuentes Machado

FATEC SENAI MT. Eixo de Gestão e Negócios.
Cuiabá/Mato Grosso.

Rosicley Nicolao de Siqueira

FATEC SENAI MT. Eixo de Gestão e Negócios.
Cuiabá/Mato Grosso.

Rubens de Oliveira

FATEC SENAI MT. Eixo de Gestão e Negócios.
Cuiabá/Mato Grosso.

William Jim Souza da Cunha

FATEC SENAI MT. Eixo de Controle e Processos Industriais. Várzea Grande/Mato Grosso.

RESUMO: Este artigo tem como objetivo demonstrar o aumento da produtividade na indústria têxtil através da aplicabilidade de ferramentas estratégicas propostas pelo *Lean Manufacturing*. Para o cumprimento do objetivo geral os objetivos específicos direcionaram analisar as atividades desenvolvidas, identificar as ferramentas a serem aplicadas para a redução dos gargalos no processo e apresentar os resultados para a indústria. Essa pesquisa é classificada como um estudo de caso, pois, realizou-se uma análise de um objeto, de maneira que permite seu conhecimento e resolução de um problema. Além disso, quanto aos objetivos esse trabalho é classificado como exploratório, considerando que foi efetuada revisão bibliográfica e uma análise descritiva. A indústria têxtil estava dividida em células, sendo cada uma responsável pela produção de produtos específicos. A célula que apresentou maiores gargalos foi célula 3 (C3) sendo esta objeto de estudo e aplicação das ferramentas de melhoria. O trabalho iniciou-se com a sensibilização das equipes, mapeamento de fluxo de valor e a implantação das ferramentas: fluxo contínuo e trabalho padronizado. Como resultado ocorreu um aumento de 20,6% na produtividade. Além disso, outro resultado significativo foi apresentado com a mudança do layout e aproximação das máquinas e a retirada das atividades que não agregavam valor,

diminui-se a movimentação de 37,79 metros para 9,95 metros consequentemente houve uma redução de 74% na movimentação das colaboradoras no processo produtivo. Os resultados foram significativos contribuindo com a melhoria do processo e aumento dos ganhos.

PALAVRAS-CHAVES: Produção Enxuta, Valor e Ferramentas da Qualidade

ABSTRACT: This article aims to increase the productivity of the industry through the application of strategic tools by Lean Manufacturing. For the purpose of defining the activities performed, identify the tools needed to reduce the bottlenecks and execute the results for the sectors. This research is classified as a case study, therefore, an analysis of an object is performed, in a way that allows its knowledge and resolution of a problem. Other years, with the one that does the data explorer, considering that it was suchada bibliographically reviewed and an descriptive analysis. The industry has been divided into cells, being increasingly responsible for the production of specific products. The cell that started the big bottlenecks was the 3 (C3) being this object of study and the application of the improvement tools. The work began with the awareness of teams, the mapping of value flow and the implementation of the tools: continuous flow and standardized work. As a current result of 20.6% in productivity. In addition, the presentation brought a large amount of resources, decreased the movement from 37.79 meters to 9.95 meters, consequently there was a 74% reduction in the movement of employees in the production process. The results were successful with improved process and increased gains.

KEYWORDS: Lean Production, Value and Quality Tools

1 | INTRODUÇÃO

O presente artigo trata do tema Manufatura Enxuta, também conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP), iniciado na década de 1950, no Japão. De acordo com Womack et al. (1992), foram Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, da Toyota, que perceberam que a manufatura em massa não funcionaria no Japão e, então, adotaram uma nova abordagem para a produção, a qual visava a eliminação de desperdícios. Segundo Ghinato (1996), o sistema Toyota de produção (Toyota Production System – STP) atualmente denominado como “sistema de produção enxuta”.

O termo Lean foi cunhado originalmente no livro “A Máquina que Mudou o Mundo”, de Womack et al. (1992), como resultado de um amplo estudo sobre a indústria automobilística mundial realizado pelo MIT (Massachusetts Institute of Technology, EUA), no qual se evidenciaram as vantagens no uso do STP. O pensamento enxuto, proposto pela metodologia, é uma estratégia de negócios para aumentar a satisfação dos clientes através da melhor utilização dos recursos procurando fornecer constantemente valores aos clientes com custos mais baixos. Através da identificação de melhoria dos fluxos de valor primários e de suporte.

Diante disso, o objetivo do trabalho é demonstrar o aumento da produtividade na

indústria têxtil através da aplicabilidade de ferramentas estratégicas propostas pelo Lean Manufacturing. Para o cumprimento do objetivo geral os objetivos específicos direcionaram analisar as atividades desenvolvidas, identificar as ferramentas a serem aplicadas para a redução dos gargalos no processo e apresentar os resultados para a indústria.

Este trabalho foi organizado de forma que as atividades realizadas foram apresentadas sequencialmente, iniciando-se pela definição do conceito sobre a produção enxuta, mapa de fluxo de valor e trabalho padronizado. Em seguida aborda-se o estudo de caso sobre a indústria de vestuário, e a metodologia utilizada descrevendo-se os métodos aplicados. Para finalização do trabalho apresentam-se os resultados e as discussões conclusivas pertinentes.

2 | A PRODUÇÃO ENXUTA

A chamada “Produção Enxuta” ou Gestão *Lean* foi criada pela fabricante de automóveis, a japonesa Toyota, sendo o engenheiro chefe Taiichi Ohno. Conforme Shingo (1996) a teoria que sustenta o STP se baseia na priorização das melhorias na função processo através da eliminação contínua e sistemática das perdas nos sistemas produtivos. Tem como princípio a eficiência produtiva impedindo a superprodução e a redução ao máximo dos desperdícios.

A estruturação desta filosofia originou-se devido a necessidade da realidade pelo qual o Japão passava naquela época, pois foi devastado pela Segunda Guerra Mundial. Diante do fato acontecido era preciso adaptar a realidade do povo japonês através de medidas racionais. Esse novo método de trabalho se tornou uma nova maneira de produção desenvolvida para atender a necessidade daquele país. Todavia, “o salto japonês logo ocorreu, à medida que outras companhias e indústrias do país copiavam o modelo desse notável sistema” (WOMACK; JONES; ROOS; 2004). Com os resultados apresentados, com ótimos índices de produtividade, qualidade e desenvolvimento, a Toyota difundiu sua filosofia.

Assim, ao longo da última década, cada vez mais empresas buscam a utilização das práticas do sistema Toyota em sua produção (STEFANELLI, 2007). A partir da década de 80 verificou-se que um novo modelo havia sido capaz de unir a manufatura, desenvolvimento de produtos e relacionamento com clientes e fornecedores. É a chamada produção enxuta, que vem do inglês *Lean* (traduzido para o português enxuto). Womack & Jones (1998), por exemplo, definem como uma abordagem que busca uma forma melhor de organizar e gerenciar os relacionamentos de uma empresa com seus clientes, cadeia de fornecedores, desenvolvimento de produtos e operações de produção, segundo a qual é possível fazer cada vez mais com menos (menos equipamento, menos esforço humano, menos tempo, etc.)

A difusão da metodologia adotada pela empresa japonesa logo se tornou um novo

modelo para outras indústrias. Pode ser aplicado em qualquer segmento, pois é um sistema de gestão que permite melhor utilização dos recursos. Ele visa o aumento da satisfação dos clientes, através da estratégia de negócios com o pensamento enxuto. Ele se fundamenta na necessidade de valorizar os clientes com custos mais baixos. “É seguir a trilha da produção de um produto, desde o consumidor até o fornecedor, e cuidadosamente desenhar uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação (ROTHER & SHOOK, 1999)”

De acordo com o *Lean Institute Brasil* (2018), estes são os cinco princípios que resumem o significado do pensamento enxuto criado pelo sistema Toyota de Produção. A seguir veremos um pouco sobre cada um e suas aplicações dentro do processo.

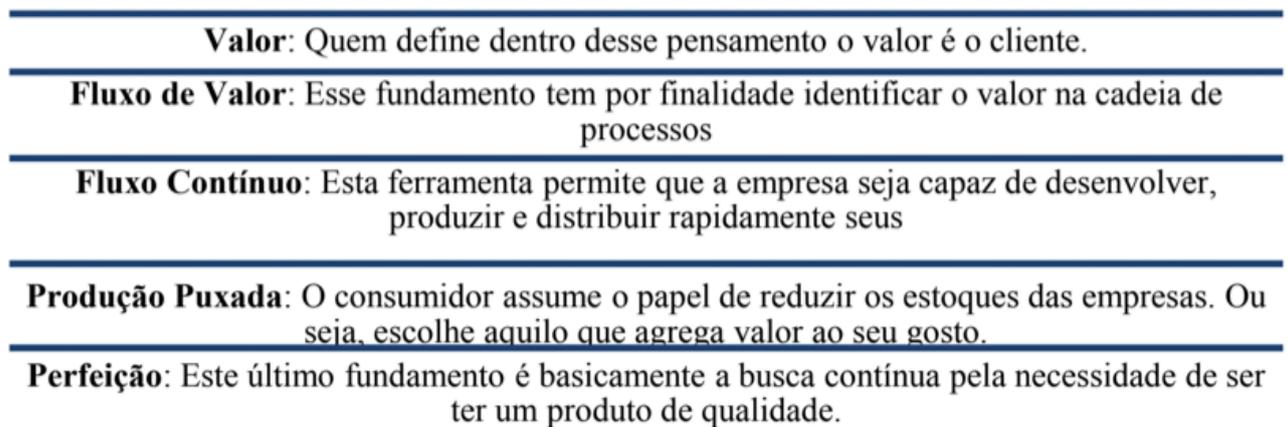


Figura 1 - Princípios do pensamento enxuto
 Fonte: Autores – Adaptado do site *Lean Institute Brasil* (2018)

Em linhas gerais os fundamentos da produção enxuta, conforme figura 2, estão alicerçados na diminuição ou eliminação dos desperdícios tanto na produção, como na empresa como um todo. Segundo Ohno (1997) os desperdícios podem ser classificados em:

- Superprodução (produção além do que se pode atrair clientes, criando excessos)
- Estoque (acúmulo de produção, gerando perda de tempo – *Lead Time* – no processo produtivo)
- Transporte (movimentação de produtos acabados dentro da fábrica ou fora dela, gerando desperdício)
- Defeitos (retrabalhos ou perda de peças, não gerando valor para o cliente)
- Processos Desnecessários (inspeções e verificações não geram ganhos para a empresa)
- Espera (deve-se trabalhar continuamente realizando atividades)

Figura 2 - Os desperdícios do processo produtivo
 Fonte: Ohno (1997)

2.1 O Mapeamento do Fluxo de valor

Para o início da análise das atividades para a produção enxuta o Mapeamento de Fluxo de Valor. É um método utilizado para analisar e diagnosticar a situação atual e também auxiliar no planejamento da situação futura da empresa. De acordo com Rother e Shook (2003) estes afirmam que o objetivo de mapear o estado futuro é destacar as fontes de desperdícios e eliminá-las através da implementação de um fluxo de valor em um “estado futuro” que pode tornar-se uma realidade em um curto período de tempo.

Com as ferramentas certas, os gestores analisam as oportunidades de melhoria e fazem uma projeção para o futuro. O MFV permite também que sejam identificados cada tipo de desperdício. Para tanto, é preciso conhecer todos os processos pelo que os produtos passam representando-as através de desenho todas as etapas do processo. Segundo Krajewski (2009), o MFV é uma ferramenta qualitativa de produção enxuta amplamente usada com o objetivo de eliminar desperdício.

Após a realização desta etapa, prossegue-se para o desenho atual dos grupos de produtos (família), para verificar a correta interpretação da situação atual e futura dos mapas de fluxo. Essas informações são obtidas a partir das chamadas métricas *Lean*, definidas a seguir (ROTHER & SHOOK, 1999):

- Tempo de Ciclo (T/C): É a cronometragem de uma peça, o intervalo de tempo entre a saída de dois produtos em sequência de um processo;
- Tempo de Agregação de Valor (TAV): Transformação do produto que o cliente está disposto a pagar, isto é, a soma dos tempos de efetivamente trabalho;
- *Lead Time* (L/T): Tempo de processamento de uma peça desde quando é matéria-prima até se tornar produto acabado;

Outro ponto importante a ser observado dentro do processo é referente ao *Takt Time*, pois este permite que se calcule o tempo do produto em relação à demanda e o tempo disponível para a produção. Assim pode-se definir o ritmo de produção necessário e então atender a demanda.

2.2 O processo de fluxo contínuo

A aplicabilidade do fluxo contínuo é uma ferramenta importante no processo de implantação da produção enxuta, pois visa trazer agilidade e redução de desperdícios na fábrica. Tem como principal característica o processamento e movimentação de um item por vez (ou um lote pequeno de itens). De acordo com Rother & Harris (2001), também chamado de fluxo de uma peça ou fluxo de uma só peça (*one-pieceflow*), sendo realizado tanto em linhas de produção ou montagem quanto em células manuais ou automáticas.

O que é importante nesta abordagem de produção é que se eliminam os desperdícios de todas as formas (TAPPING e SHUKER, 2003). Permite que cada

peça percorra seu fluxo de fabricação sem interrupção, pois se elimina tempos de espera, formações de estoques intermediários, superproduções, além da redução de movimentação e transporte.

Para melhor execução das atividades é importante a divisão do processo produtivo em células. Uma célula, segundo Rother & Harris (2001), é definida como um arranjo de pessoas, máquinas, materiais e métodos em que as etapas do processo estão próximas e ocorrem em ordem sequencial, através da qual as partes são processadas em fluxo contínuo. Além da eliminação do estoque em processo a utilização das células em fluxo contínuo possui vantagens relacionadas à qualidade, pois se torna mais rápida a percepção de defeitos e peças não conformes, visto que o consumo das peças pelo processo seguinte é praticamente instantâneo (SILVA, 2007).

2.3 O trabalho padronizado

O melhor aproveitamento de pessoas e máquinas com resultados obtidos através da ferramenta do trabalho padronizado. Constitui-se de três elementos principais: o *takt time*, sequência de trabalho e estoque padrão (MONDEN, 1998). O *takt time* pode ser entendido como o tempo máximo que uma unidade do produto deve levar para ser produzida (LIKER, 2005).

Em relação à sequência de trabalho pode ser considerada como um conjunto de operações realizadas com determinação de série. Isto permite repetir o ciclo de forma consistente ao longo do tempo. E assim criar uma rotina-padrão de operações, reduzindo as flutuações de seus respectivos tempos de ciclos, permitindo a execução dentro do *takt time*, de forma a atender a demanda (KISHIDA, SILVA E GUERRA, 2007).

O estoque padrão visa à diminuição da quantidade de peças em circulação necessária para manter o fluxo constante de produção. Para atender as especificações do produto exigido dentro de um processo, é que se define o trabalho padronizado. Que tem como objetivo principal aumentar a estabilidade para garantir tempo de ciclo adequado à demanda do cliente.

3 | ESTUDO DE CASO: A INDÚSTRIA TÊXTIL

A empresa foi fundada em 1996, uma empresa genuinamente mato-grossense, com 20 anos de mercado, a atividade principal para a fabricação e comercialização de roupas. Hoje tem 35 lojas, entre próprias e franqueadas, em 30 cidades de 4 estados brasileiros atendendo públicos masculinos e feminino.

Toda produção atende a demanda de lojas da empresa estudada. Para isso, a sua estrutura organizacional é composta de quatro setores: Administrativo, corte, costura e expedição. Para atender o objetivo do trabalho, identificou-se o setor que apresentou problemas significativos em relação às metas, sendo assim escolheu-se o setor de costura, especificamente a célula de camisaria onde são fabricadas

camisas sociais, masculinas ou femininas. Sendo assim, identificou-se nessa célula a oportunidade de melhorias dentro da produção enxuta, que será adotada a partir da implantação das ferramentas.

4 | MÉTODO

Essa pesquisa é classificada como um estudo de caso visto que é realizada uma análise de um objeto, de maneira que permite seu conhecimento e resolução de um problema. Segundo Araújo et al. (2008) o estudo de caso trata-se de uma abordagem metodológica de investigação especialmente adequada quando procuramos compreender, explorar ou descrever acontecimentos e contextos complexos, nos quais estão simultaneamente envolvidos diversos fatores.

Além disso, em relação aos objetivos esse trabalho é classificado como exploratório, considerando que foi efetuada revisão bibliográfica e descritiva, pois serão descritos fatos conhecidos a partir da pesquisa. De acordo com Oliveira (2007), a pesquisa exploratória configura-se como a fase preliminar, antes do planejamento formal do trabalho, e tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas em torná-lo mais explícito ou em construir hipótese ou questões para o processo de investigação.

Por outro lado, segundo Cervo; Silva (2007), a pesquisa bibliográfica é o meio de formação por excelência e constitui o procedimento básico para os estudos monográficos, pelos quais se busca o domínio do estado da arte sobre determinado tema. Por fim quanto às variáveis envolvidas a pesquisa é qualitativa, onde se propõe colaborar para um melhor entendimento do assunto proposto, com proposta de melhorias. Segundo Patton, 1980, e Glazier, 1992 (apud DIAS, 2000, p. 1) este método privilegia os dados qualitativos das informações disponíveis, como citações das pessoas a respeito de suas experiências, descrições detalhadas de fenômenos e comportamentos, transcrições de trechos de documentos, correspondências e registros variados, gravações ou transcrições de entrevistas e discursos.

Para o estudo na indústria foram realizadas visitas técnicas ao local. Na figura 3, observa-se de forma resumida a roteirização das atividades desenvolvidas na empresa:

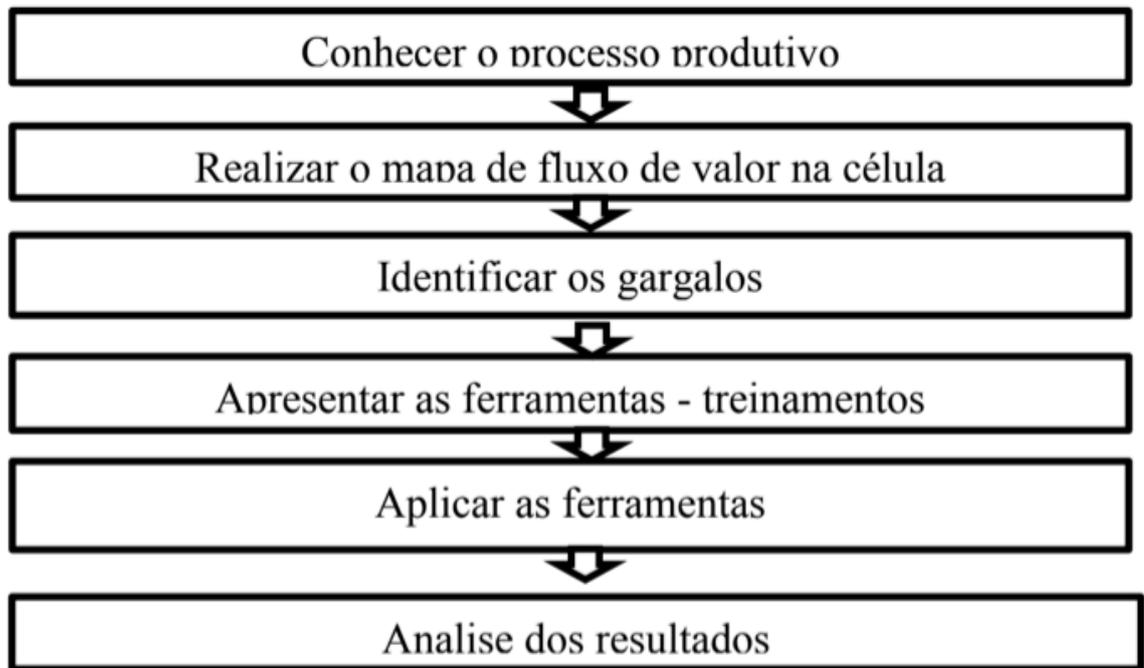


Figura 3: Representação sobre o roteiro das atividades na empresa

Fonte: Os autores

O fluxo acima apresentado foi aplicado em varias etapas, atendendo a necessidade e disponibilidade da empresa quanto às atividades a serem desenvolvidas.

5 | DISCUSSÃO E RESULTADOS

5.1 A aplicabilidade do mapa de fluxo de valor

O setor de produção é dividido por células, sendo cada uma responsável pela fabricação de famílias de produtos conforme figura 4 abaixo:

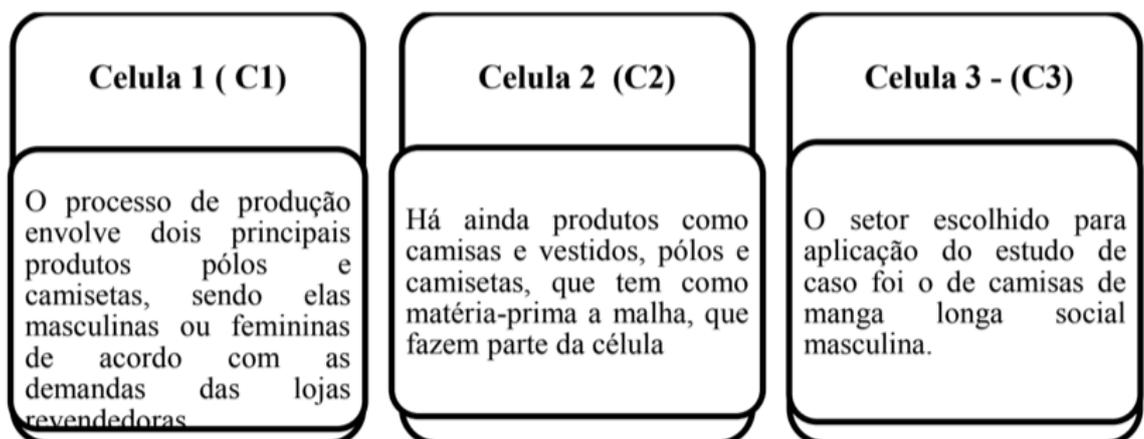


Figura 4 - Distribuição das Células e respectivas atividades

Fonte: os autores (2018)

Na célula C3, objeto de estudo *Lean*, identificou-se que o tempo de produção de uma única camisa dentro do processo de costura é de 1422,5 segundos. Com 11 operadoras, o tempo de processamento da costura era de 225 segundos/camisa. Como observado, este tempo está acima do valor do *takt time* calculado para a empresa, que é de 189 segundos/camisa (162 camisas/dia).

Em virtude destes tempos, a empresa estava produzindo em média 16 camisas/hora. Os principais desperdícios identificados foram: espera, excesso de estoques intermediários, excesso de transporte e processamento desnecessário. Observam-se abaixo os dados acima descritos representados na figura 5:

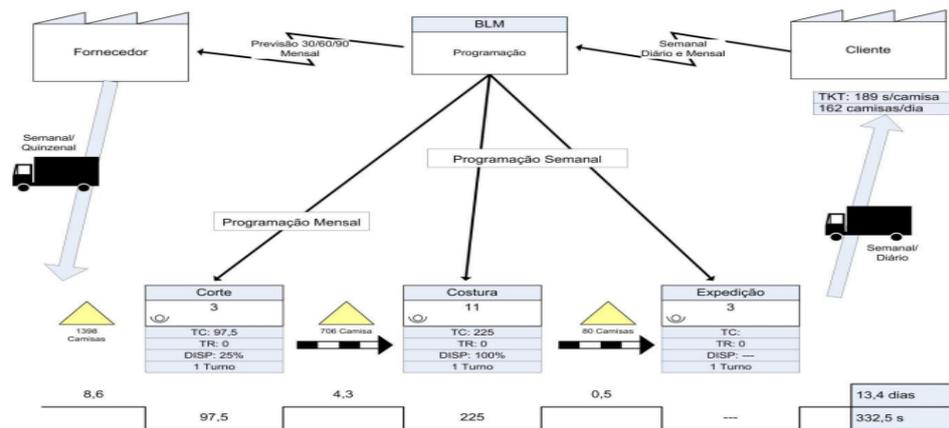


Figura 5 - Mapa de fluxo de valor da célula 3 (C3)

Fonte: os autores (2018)

5.2 Os treinamentos com líderes e colaboradores

Nesse processo de análise e implantação das ferramentas do *Lean Manufacturing* a gestão de pessoas tem papel fundamental, pois cabe aos gestores a disseminação dos procedimentos e aplicação dos mesmos. Para Chiavenato (2010):

O treinamento é um processo cíclico e contínuo composto por quatro etapas: diagnóstico, desenho, implementação e avaliação. O diagnóstico é o levantamento das necessidades de treinamento que a organização apresenta. O desenho consiste ao planejamento das ações de treinamento e deve ter um objetivo específico. A implementação refere-se à execução e condução do programa de desenvolvimento.

Primeiramente foi realizado um levantamento das necessidades referentes ao treinamento das líderes e das operadoras em seguida planejaram-se as ações norteando-se pela filosofia *Lean*, buscando sensibilizar os colaboradores. Ressalta-se que os treinamentos foram direcionados as duas ferramentas implantadas: trabalho padronizado e fluxo contínuo. Segundo Ohno (1997) a eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos; a ideia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida.

É importante ressaltar que a importância no desenvolvimento das ações visa à

melhoria do capital humano e, por conseguinte melhorar os resultados futuros. Sendo assim cabe à gestão de pessoas assegurarem a transmissão dos conhecimentos em todas as suas etapas. Deve envolver as lideranças e seus respectivos liderados nesse processo. De acordo com Liker & Meier (2008), as companhias hoje compreendem os desafios dentro do que se entende por fazer “as pessoas se envolver”. Além disso, quando as pessoas se envolvem nessa mudança, seus sentimentos, opiniões e percepções também estão envolvidos.



Figura 6 - Treinamento sobre a gestão de pessoas na aplicação da ferramenta *Lean*

Fonte: os autores (2018)

Outro ponto importante a ser destacado é referente à adoção de técnicas que permitam maior participação dos colaboradores como, por exemplo, brainstorming e feedbacks constantes a respeito das mudanças.

5.3 A implantação do fluxo contínuo

A implantação do fluxo contínuo iniciou-se primeiramente com a sensibilização dos colaboradores a respeito da ferramenta. O trabalho em equipe constitui uma estratégia fundamental para qualquer mudança. Para Katzenbach e Smith (1994):

O trabalho em equipe é formado por um grupo de pessoas em pequena quantidade, cujo conhecimento é complementado, os membros são comprometidos com as metas e todos se mantêm conjuntamente responsáveis pela *performance* e alcance do objetivo, uma vez que a velocidade com que as mudanças ocorrem exige estruturas flexíveis e adaptáveis.

Para implantação das ferramentas a sensibilização de toda equipe é fundamental para os resultados esperados. A figura 7 demonstra as colaboradoras participando do treinamento:



Figura 7 - Treinamento com a equipe envolvida.

Fonte: os autores (2018)

Na figura 8, observa-se que a disposição da linha de produção encontrava-se em desconformidade com a criação de fluxo entre as operações. Assim, havia obstruções na linha de produção gerando retrabalhos. Para favorecer o fluxo contínuo foi realizado o balanceamento das operações e o layout da célula foi reajustado. Segundo Ohno, 1997, a eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos; a ideia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida



Figura 8: Célula da camisaria antes da aplicação do fluxo contínuo.

Fonte: os autores (2018)

Conforme figura 9, o *layout* da célula apresentava-se inadequado gerando retrabalho e desperdício de tempo no processo. De acordo com Lee apud Lorenzatto e Ribeiro (2007), o *layout* pode ser a essência da produção eficiente se o seu projeto tratar desde a localização global até as estações de trabalho, tendo como resultado um ambiente que integra pessoas, serviços, produtos, informações e tecnologia.

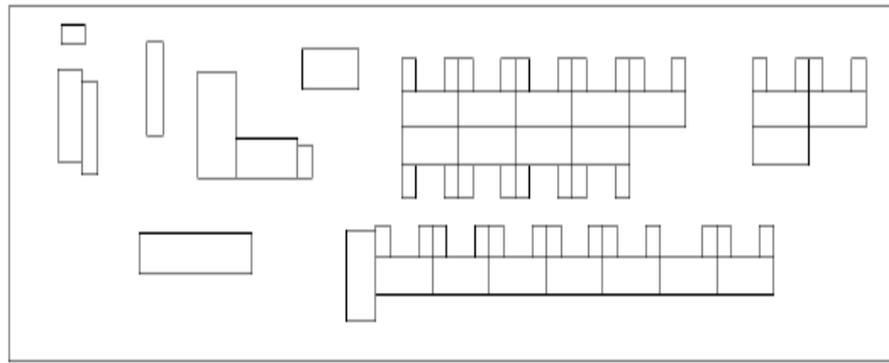


Figura 9 – *Layout* antes da aplicação do fluxo contínuo

Fonte: os autores (2018)

De acordo com a figura 10, a adequação do *layout* permitiu a aproximação das tarefas realizadas pelas costureiras juntamente com a diminuição dos lotes que antes eram totalizavam 50 peças para lotes menores de 10 peças. Segundo Luzzi (2004), o projeto do *layout* industrial é o arranjo do espaço de trabalho, e seu planejamento constitui-se num importante recurso gerencial logístico, além de ser vital na melhoria da produtividade das organizações. O resultado da mudança aplicada foi maior rapidez entre as etapas trabalhadas.

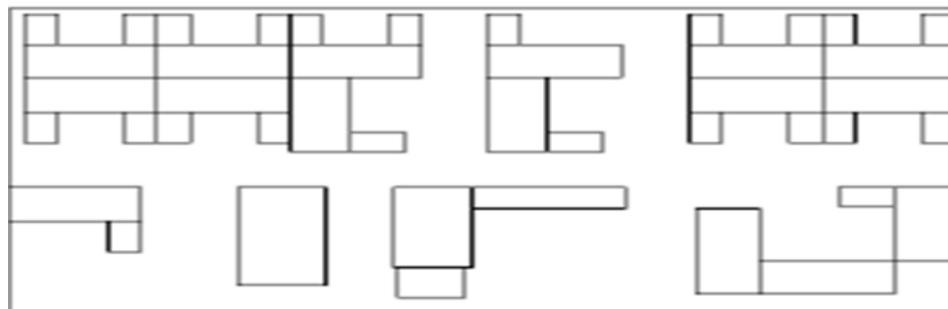


Figura 10 - *Layout* depois da aplicação do Fluxo contínuo

Fonte: os autores (2018)

Para Rother e Shook (1999), criar o fluxo de valor enxuto requer uma técnica mais apropriada e extremamente importante, conhecida como mapeamento do fluxo de valor. Alinharam-se as situações relacionadas às atividades práticas na célula de produção e propostas de melhorias apresentadas, discutidas e acordadas entre a equipe da célula. Conforme representação na figura 11:

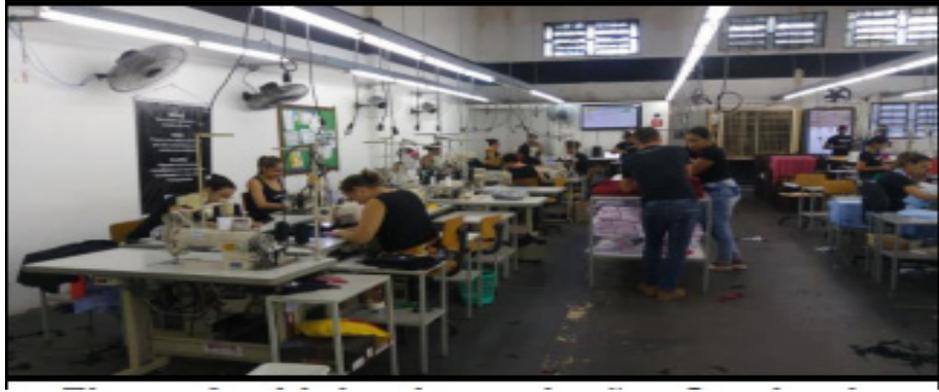


Figura 11 - Célula da Camisaria após aplicação do Fluxo Contínuo

Fonte: os autores (2018)

5.4 O trabalho padronizado

Após a implantação do novo *layout* e aplicação do fluxo contínuo observou-se que havia atividades desnecessárias durante o processo. Ao se realizar a análise dos elementos de trabalho foram identificadas algumas atividades que não agregavam valor e que se repetiam ao longo das etapas. Dentre estas atividades, refilagem era realizada várias vezes ao longo do processo, devido a modelagem das peças não ser adequada.

Reestruturou-se a modelagem das peças, conforme figura 12, reduzindo-se a refilagem através trabalho padronizado foi feita a correção excluindo-se a atividade desnecessária.



Figura 12- Exclusão da Refilagem nas roupas

Fonte: os autores (2018)

Conforme figura 13, outra atividade que passou por mudança foi o processo de costura dos punhos e das golas das camisas. Antes, havia a necessidade de envio dos punhos e golas costurados a uma pessoa responsável para serem virados, refilados e passados. Isso resultava em desperdícios, excesso de transporte e movimentação. Após uma reunião com as operadoras, houve a identificação de que não era necessário passar a gola e o punho das camisas, pois ao processo de costura era preciso adicionar um pesponto nas bordas das peças. Sendo assim houve a eliminação da

necessidade de passar e refilar as golas e punhos, além da melhoria do caimento das camisas quando vestidas. As atividades foram definidas, com a elaboração dos POPs (Procedimentos Operacionais Padrões) que contribuíram para uma roteirização das atividades.

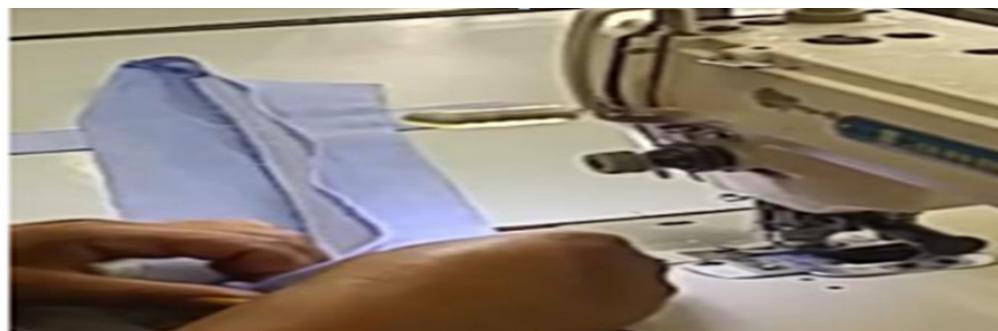


Figura 13 - abaixo mostra o novo processo de costura da gola

Fonte: os autores (2018)

Sendo assim, com as mudanças realizadas o número de camisas produzidas aumentou de 16 camisas/hora para 21 camisas/hora. Houve um aumento de 20,6% na produtividade.

Outra melhoria importante foi referente à movimentação, pois na célula C3 ocupava uma área 100 m², com as mudanças foi reduzida para 74 m. Com a aproximação das máquinas e a retirada de umas atividades que não agregavam valor, diminuiu-se a movimentação de 37,79 metros para 9,95 metros conseqüentemente houve uma redução de 74% na movimentação das colaboradoras no processo produtivo.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do objetivo do artigo que foi proposta a implantação da ferramenta produção enxuta no setor de camisaria, desde o momento da identificação dos gargalos, envolvimento das pessoas aplicabilidade das ferramentas apresentou resultados benéficos para a empresa estudada, conforme foi apresentado nos resultados acima.

Conclui-se que a proposta foi satisfatória, visto as vantagens apresentadas, pois ocorreram melhorias na produção das peças, reorganização do setor e organização quanto ao layout de produção da empresa. Outro ponto a ser destacado é referente ao tempo para produção das peças, que houve redução impactando positivamente na produtividade, aumentando consideravelmente o processo e reduzindo os desperdícios de materiais e matéria prima.

Os conceitos oriundos da produção enxuta utilizados nesse projeto: Produção Enxuta, Fluxo Contínuo, o Trabalho Padronizado, podem ser aplicados em qualquer empresa, pois envolvem uma metodologia de baixo custo, além de envolver todos os colaboradores e gestores no processo produtivo.

Nesse contexto a Gestão de pessoas tem papel importante, pois a sensibilização dos colaboradores desde o desenvolvimento do projeto foi fundamental. É importante ressaltar que esta mudança de mentalidade será também fundamental na extensão destes conceitos aos outros setores dentro da fábrica.

Sugere-se para os trabalhos futuros que a ferramenta de Produção Enxuta seja adotada em todos os setores produtivos da empresa. Facilitando assim a melhoria dos produtos, dos processos e também a padronização de sua força de trabalho.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Cidália et al. Estudo de Caso. Métodos de Investigação em Educação. Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, 2008. Disponível em <http://grupo4te.com.sapo.pt/estudo_caso.pdf>. Acesso em: 27 de fev. 2018.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. Metodologia científica. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- CHIAVENATO, Idalberto. Gestão de pessoas. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- DIAS, Cláudia. Pesquisa qualitativa: características gerais e referências. Maio 2000. Disponível em: <www.geocities.com/claudiaad/qualitativa.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2018.
- ESPÍNDOLA, M. A. Kaizen em Vendas, Bacharelado em Análise de Sistemas. Universidade Estadual do Centro Oeste, UNICENTRO, 1997.
- GHINATO, P. (1996). Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente Just-In-Time. Caxias do Sul: Ed. Universidade de Caxias do Sul
- KRAJEWSKI, ENTERPRISE INSTITUTE. Léxico *lean*: glossário ilustrado para praticantes do pensamento *lean*. São Paulo: *Lean Institute* Brasil, 2003.
- Lean Institute* Brasil Website, Disponível em http://www.lean.org.br/o_que_e.aspx e http://www.lean.org.br/5_principos.aspx.
- LIKER, K. J.; MEIER, P. D. O modelo Toyota aplicado ao desenvolvimento de pessoas, Bookman, 2008.
- LORENZATTO, Júlia Trindade; RIBEIRO, José Luis Duarte. Título: Projeto de layout alinhado às práticas de produção enxuta em uma empresa siderúrgica de grande porte. Disponível em: Acesso em: 26 jun. 2010.
- OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção – Além da produção em larga escala. Bookman, 1997.
- KATZENBACH, J. A disciplina das equipes. HSM Management, São Paulo, n. 17, p. 56-60, nov./dez. 1999. _____; SMITH
- OLIVEIRA, Maria Marly de. Como fazer pesquisa qualitativa. Petrópolis: Vozes, 2007.
- RIBEIRO, H. A Bíblia do 5S. 2.ed. Salvador, Casa da Qualidade, 2006.
- ROTHER, M.; HARRIS, R. Criando o fluxo Contínuo. Um guia de Ação para Gerentes, Engenheiros e

Associados da Produção. São Paulo, SP. *Lean Institute Brasil*, 2001.

ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a Enxergar – Mapeando fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo, SP. *Lean Institute Brasil*, 1999.

SHINGO, Shigeo. Sistema de Produção com Estoque Zero: O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas. Porto Alegre: Bookman, 1996b.

TAPPING, D. SHUKER, T. Value Stream Management for *Lean Office*: eight steps to planning, mapping, and sustaining *lean* improvements in administrative areas. New York – NY. 2003.

STEFANELLI, P. Utilização da Contabilidade dos Ganhos como ferramenta para a Tomada de Decisão em um Ambiente com Aplicação de Conceitos de Produção Enxuta. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 2007.

SHINGO, Shigeo. Sistema de Produção com Estoque Zero: O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas. Porto Alegre: Bookman, 1996b.

SILVA, T. F. A. (2007). Estudo sobre Sistema de Medição de Desempenho Baseado nas Ferramentas da Produção Enxuta. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 2007.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. *Lean Thinking* – Banish waste and create wealth in your corporation. New York, Simon & Schuster, 1996.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Ross, D. (1992). *A máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro: Campus.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. *A mentalidade enxuta nas empresas: elimine os desperdícios e crie riqueza*. Rio de Janeiro, Elsevier, 2004

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO WOOD FRAME E A ALVENARIA CONVENCIONAL PARA UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR NA CIDADE DE DOURADOS - MS

Cíntia da Silva Silvestre

Discente da Universidade Federal da Grande
Dourados
Dourados – MS

Filipe Bittencourt Figueiredo

Docente da Universidade Federal da Grande
Dourados
Dourados – MS

RESUMO: Diante do grande crescimento populacional e dos avanços tecnológicos, a possibilidade de se utilizar sistemas construtivos inovadores com o objetivo de aumentar a produtividade, diminuir o desperdício e atender uma demanda crescente por moradias incentivou a realização deste trabalho. Por isso, o estudo de caso realizado busca apresentar informações de custo a respeito da construção de uma mesma casa unifamiliar local empregando os sistemas construtivos: Convencional e Wood Frame, além da análise de aceitação do sistema por usuários e profissionais da área para medir o grau de utilização do sistema. O estudo se dá através da comparação de custo para uma residência de aproximadamente 50m², apresentando o custo de cada etapa, e finalmente é apresentado o orçamento simplificado dessa obra, buscando evidenciar a viabilidade do sistema para a região. O custo total da edificação utilizando o

sistema Wood Frame foi inferior ao do sistema Convencional, além de se levar em conta os fatores de produtividade, conclui-se que o método construtivo Wood Frame corresponde a uma importante alternativa para o mercado da construção civil do município de Dourados.

PALAVRAS-CHAVE: sistema convencional; wood frame; sistemas construtivos..

ABSTRACT: With the large population growth and technological advances, the possibility of using efficient building systems in order to increase productivity, reduce wastes and attend a housing demand growing, encouraged the completion of this work. For that reason, this case study tries to show information about the cost of a construction of a similar single family house applying these construction methods: Conventional and Wood Frame, besides the analysis of the system among users and professionals engineers to measure the degree of acceptance. This study is based on cost comparison of a house that will measure about 50m², showing the cost of each stage, and finally is demonstrated the budget of this construction, through this analyze, this is study will be able to show the viability of this system to the region. The total cost of the construction using the Wood frame system was lower than the conventional method, besides his better productivity. This study conclude, that the Wood

Frame method can bring a important alternative to the civil construction industry in the city of Dourados.

KEYWORDS: conventional system; wood frame; construction systems.

1 | INTRODUÇÃO

A indústria de construção civil no Brasil atualmente, passa por um momento de transição, ao que se refere aos métodos construtivos, sendo a estrutura de concreto armado juntamente à alvenaria de blocos cerâmicos o mais utilizado (BORTOLOTTI, 2015).

Esse Sistema Convencional caracteriza-se pela baixa produtividade e sobretudo o grande desperdício de matéria-prima, no entanto, existe uma variedade de sistemas de construção destinados propriamente a combater características indesejadas do método convencional e que podem trazer muitos benefícios ao cenário atual da construção civil brasileira.

Dentre os métodos construtivos existentes, ganha destaque um sistema já bastante consolidado em países de primeiro mundo, o *Wood Framing*. De acordo com Cardoso (2015), a principal característica da tecnologia *Framing* é a sua estrutura, nomeada *Frame*, constituída a seco e formada por uma elevada quantidade de perfis leves, esbeltos e espaçados igualmente ao longo de todo o perímetro das paredes.

Esta tecnologia vem sendo amplamente utilizada para construção de edificações de pequeno porte em muitos países desenvolvidos, como os Estados Unidos. Por ser estruturalmente limitado a esse porte de edificações, se encaixa perfeitamente ao tipo de unidades habitacionais populares e de baixo padrão, que atualmente se encontram em déficit no Brasil (CARDOSO, 2015).

No país a elaboração de diretrizes e as avaliações técnicas para produtos inovadores são baseados na norma de desempenho intitulada NBR 15575/2013 – Desempenho de edificações habitacionais, que define os requisitos e critérios para o edifício habitacional como um todo e para suas partes, com base nas exigências dos usuários e requisitos de desempenho (AMANCIO; FABRICIO; MITIDIARI, 2012).

Segundo a Revista *Téchne LGHT Wood Frame*, 2009 (apud MOLINA e CALIL JUNIOR, 2010), existem no Brasil algumas empresas instaladas no sul do país interessadas na construção de casas de madeira com implantação definitiva do sistema *Wood Frame*. Em 2010, a Empresa A trouxe essa tecnologia da Alemanha e desde então a empresa começou a utilizar esse sistema para construção de casas de alto padrão em Curitiba. Entretanto, foi no programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) que se visualizou uma oportunidade de negócio, devido ao baixo custo do sistema.

Diante deste panorama, o presente artigo realiza uma análise comparativa dos custos na construção de uma residência do programa MCMV, projetada com a utilização dos dois sistemas: o Convencional e o *Wood Frame*, buscando evidenciar a relevância do método inovador para o mercado da construção civil em obras públicas,

além de realizar uma análise de aceitabilidade deste sistema por usuários através de um estudo de caso realizado no Residencial Castelo de São Jorge, no município de Dourados - MS, por não usuários e profissionais da área.

2 | OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo do presente artigo é avaliar, através de análise comparativa, os custos na construção de uma casa unifamiliar, projetada com a utilização dos sistemas construtivos: Convencional e *Wood Frame*, pretendendo-se através desta análise, apresentar qual é a melhor indicação para cada situação em termos de qualidade, tempo de execução da obra e custo benefício, levando em consideração a análise da aceitabilidade por parte dos usuários, não usuários e profissionais da área para auxiliar nos resultados.

2.2 Objetivo específico

- a. realizar um estudo de caso verificando as vantagens proporcionadas pela utilização do método *Wood Frame* em comparação ao Sistema Convencional;
- b. elaborar uma comparação orçamentária quanto aos custos diretos e indiretos entre os dois sistemas para uma residência unifamiliar do programa MCMV;
- c. investigar o grau de aceitabilidade do sistema construtivo *Wood Frame* por usuários do Residencial Castelo de São Jorge, no município de Dourados – MS, por não usuários do sistema e por profissionais da área.
- d. concluir se é vantajosa a utilização do *Wood Frame* como método construtivo no município de Dourados - MS visando atender as necessidades locais.

3 | JUSTIFICATIVA

O trabalho justifica-se por ser uma iniciativa da apresentação de um sistema construtivo racional, otimizado e eficiente em comparação aos processos utilizados na construção civil, que ainda mantém grande parte de suas atividades de maneira tradicional, com considerável desperdício de materiais, baixo controle de qualidade das etapas construtivas e prazos de execução não satisfatórios. A metodologia *Wood Frame* possui a característica de gerar baixo desperdício de materiais e conseqüentemente gerar pouco volume de entulho, além da velocidade de construção.

Segundo Mello (2016), outro fator característico de metodologias construtivas industrializadas é o efetivo de mão de obra reduzido, contribuindo para manter uma

melhor harmonia e organização dos canteiros de obra.

Por conseguinte, o estudo de caso realizado neste trabalho buscou apresentar informações de custos a respeito da construção de uma obra pública local empregando o *Wood Frame*, além da análise de aceitação do sistema, verificando a disseminação do conhecimento sobre sistemas construtivos inovadores para a sociedade e em específico, profissionais da área.

4 | SISTEMA CONVENCIONAL X WOOD FRAME

4.1 Sistema convencional

Segundo Martins, 2009 (*apud* SOUZA, 2013), o concreto armado é o sistema construtivo de paredes e muros, ou obras semelhantes, executadas com pedras naturais, tijolos ou blocos unidos entre si com ou sem argamassa de ligação, em fiadas horizontais que se repetem sobrepondo-se sobre as outras, ou em camadas parecidas, formando um conjunto rígido e coeso.

O sistema convencional se caracteriza por sua estrutura em concreto armado composto por pilares vigas e lajes, elementos estes que fazem a função de sustentação. Para os vãos, utiliza-se blocos cerâmicos desempenhando o papel de vedação, não recebendo assim o peso da construção, que é distribuído nos elementos supracitados até a fundação.

Na construção dos pilares, vigas e lajes são usados aço estrutural e formas de madeira. Para as instalações elétricas e hidrossanitárias, se faz necessário o recorte das paredes. A etapa de revestimento deve ser realizada em seguida, caracterizada pela aplicação do chapisco, emboço, reboco e pintura (SOUZA, 2013).

4.2 Wood frame

A tecnologia *Wood Frame* vem sendo amplamente utilizada em países de primeiro mundo, sendo considerada uma solução convencional para moradias. A racionalização do processo construtivo é uma das características do sistema, onde o material é enviado à obra na sequência em que será executado, desde a infraestrutura até a cobertura (HILGENBERG 2003, *apud* TECVERDE 2016).

O material estrutural principal do sistema é a madeira que deve ser de espécies de florestas plantadas.

O *Wood Frame* é um método construtivo onde se faz, primeiramente, um esqueleto de ripas de madeira, obtidas através de maquinarias e serrarias mecânicas, que permitem a obtenção de seções de madeira muito fina e com maior rapidez. As paredes são compostas por montantes verticais em madeira, dispostos em consonância com painéis de Oriented Strand Board (OSB), os quais fazem a função de contraventamento, desenvolvido para suprir a resistência exigida para fins estruturais (ZENID, 2009 *apud* TECVERDE 2016).

As instalações hidrossanitárias e elétricas são embutidas e feitas em ambiente fabril. Como acabamento, utiliza-se placas cimentícias para vedação externa e chapas de gesso acartonado no lado interno. Sobre essas chapas podem ser aplicadas uma grande variedade de materiais: pinturas, grafiatos, cerâmicas, porcelanatos, pastilhas pedras, etc (TECVERDE, 2016).

Segundo a Revista *Téchné LGHT Wood Frame*, 2009 (apud MOLINA e CALIL JUNIOR, 2010) Apesar de o *Wood Frame* ser utilizado em outros países, a atual norma brasileira NBR 7190:1997 - Projeto de Estruturas de Madeira - não apresenta critérios muito apropriados para o dimensionamento dessas estruturas leves, pois consideram, em suas especificações, dimensões mínimas para elementos estruturais considerando-se a segurança de estruturas isostáticas e de treliças. É necessário, portanto, observar normas de outros países nesse dimensionamento.

5 | METODOLOGIA

Esta pesquisa é de caráter comparativa e tem como ferramenta o estudo de caso. O estudo de caso consiste na análise de determinados indivíduos, grupos ou comunidades, com a finalidade de obter generalizações (ANDRADE, 2009).

Nesta pesquisa, foi apresentado um estudo de caso de uma residência unifamiliar do programa MCMV, localizada no Residencial Castelo de São Jorge, no município de Dourados - MS, cujo residencial conta com 213 unidades construídas com tecnologia *Wood Frame*, além de 230 casas em fase intermediária.

Realizou-se uma análise comparativa orçamentária entre o sistema construtivo *Wood Frame* e Sistema Convencional, ressaltando as diferenças e similaridades entre eles, além da avaliação da medida de aceitação do sistema *Wood Frame* por usuários (moradores do Residencial CSJ), não usuários e por profissionais da área.

Tendo em vista esse objetivo, foi feito levantamento de informações e dados junto a empresas do setor da construção civil de interesse social que utilizam o método construtivo *Wood Frame*. As empresas contatadas cederam materiais teóricos e práticos que contribuiriam para a realização deste trabalho.

Os levantamentos da quantidade de serviço foram realizados através do estudo do projeto arquitetônico e, a orçamentação, foi feita através do Gerador de Preços do Software CYPECAD® que pode ser encontrado online.

Para o quantitativo de insumos, foi utilizado composições unitárias de preço através do SINAPI 1º semestre/2018. Para os dados faltantes, as estimativas foram feitas a partir de índices de consumo com base em outras obras já executadas.

Para avaliar a medida de aceitação do sistema construtivo *Wood Frame* por proprietários, não usuários e profissionais da área, bem como os motivos alegados para o posicionamento adotado, realizou-se um levantamento de caráter quantitativo através de questionários com estes citados, sugerido por Oliveira (2014). Este questionário serviu como orientação para a coleta de dados e desenvolvimento dos

resultados e discussões obtidos.

A coleta de dados para a análise de aceitação, foi realizada por meio de uma entrevista semiestruturada, através da qual o entrevistador tem perguntas pré-definidas, porém dá liberdade para o entrevistado de ter uma conversa fluida e permite falar sobre outros aspectos que talvez sejam importantes para a pesquisa (YIN, 2003). Desta forma, pôde-se obter informações quanto ao pós-obra.

Para Não Usuários e para os profissionais da área (Engenheiros e Arquitetos), o questionário foi elaborado através do sistema Google Drive, com a ferramenta Google Forms, disponível online pelo site da empresa Google®.

O terceiro questionário voltado somente para os Usuários (moradores do Residencial CSJ), contou com 7 questões, através do qual obtiveram-se os levantamentos da pesquisa *in loco*.

Mediante análise quantitativa, foram tabulados os dados coletados, e representados em gráficos, obtendo-se assim, as conclusões referentes aos mesmos.

O projeto em questão é um dos empreendimentos da Empresa A e consiste em uma residência de 50m², composta por três dormitórios, um banheiro social, sala e cozinha conjugadas.

A planta baixa do projeto pode ser visualizada com base na Figura 4.

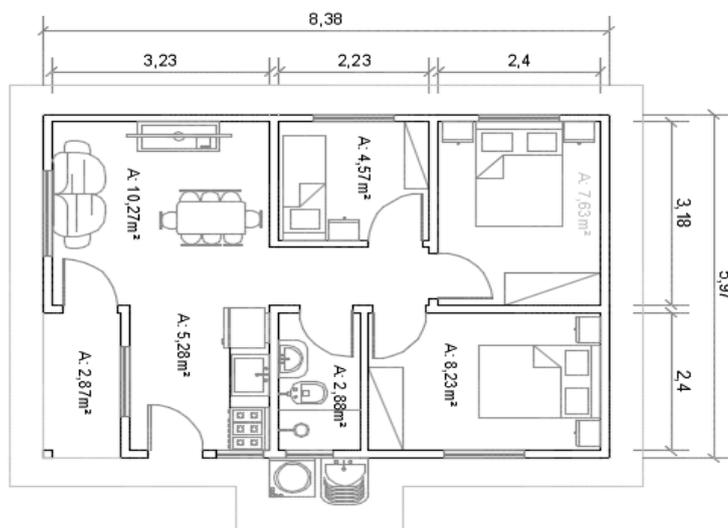


Figura 1. Planta Baixa

Fonte: Autor, 2018.

6 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Estudo de caso

Com base na análise do projeto arquitetônico, materiais empregados e do levantamento quantitativo através do software Gerador de Preços (Cypecad®) em cada sistema, foi possível montar as tabelas de composição.

O resumo das estimativas de custo para os sistemas Convencional e *Wood Frame* pode ser conferido nos Quadros 1 e 2.

RESUMO ESTIMATIVA DE CUSTO DE UMA RESIDÊNCIA - SISTEMA CONVENCIONAL					
ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR TOTAL MATERIAIS R\$	VALOR TOTAL MÃO DE OBRA R\$	VALOR TOTAL R\$	%
1	FUNDAÇÃO	2514,38	2.468,50	4.982,88	14,58%
2	SUPERESTRUTURA	3133,24	1559,84	4693,08	13,74%
3	PAREDES EXTERNAS E INTERNAS	1634,69	952,58	2.587,27	7,57%
4	COBERTURA	2413,14	493,80	2.906,94	8,51%
5	IMPERMEABILIZAÇÃO	540,06	304,08	845,10	2,47%
6	ESQUADRIAS	2053,67	357,40	2.411,07	7,06%
7	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2197,01	1984,8	4.181,81	12,24%
8	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	2045,53	1.160,92	3.206,45	9,39%
9	REVESTIMENTOS INTERNOS	2570,28	1361,02	3.931,30	11,51%
10	ACABAMENTOS	1189,01	247,49	1436,5	4,20%
11	PINTURA	1062,58	1.298,07	2.360,65	6,91%
12	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	249,87	372,07	621,95	1,82%
TOTAL		21603,46	12.560,57	34.164,98	100,00%
VALOR POR m ²		432,07	251,21	683,30	

Quadro 1. Resumo da estimativa de custo de uma residência no Sistema Convencional

Fonte: Autor, 2018.

RESUMO ESTIMATIVA DE CUSTO DE UMA RESIDÊNCIA - WOOD FRAME					
ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR TOTAL MATERIAIS R\$	VALOR TOTAL MÃO DE OBRA R\$	VALOR TOTAL R\$	%
1	FUNDAÇÃO	1668,5	562,50	2.231,00	7,26%
2	PAREDES EXTERNAS E INTERNAS	6056,85	2575,77	8.632,62	28,09%
3	COBERTURA	2705,9	951,25	3.657,15	11,90%
4	IMPERMEABILIZAÇÕES	773,27	473,74	1.247,02	4,06%
5	ESQUADRIAS	2298,78	412,00	2.710,78	8,82%
6	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	430	360,00	790,00	2,57%
7	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	1254,89	798,57	2.053,46	6,68%
8	REVESTIMENTOS INTERNOS	3075,9	1.782,30	4.892,16	15,92%
9	REVESTIMENTO FACHADA	2236,42	M.O. fábrica	2.236,42	7,28%
10	PINTURA	741,62	958,65	1.700,27	5,53%
11	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	281,88	294,16	576,04	1,87%
TOTAL		21.524,01	9.168,94	30.726,91	100,00%
VALOR POR m ²		430,48	183,38	614,54	

Quadro 2. Resumo da estimativa de custo de uma residência no Sistema Wood Frame

Fonte: Autor, 2018.

Conforme as pesquisas realizadas durante a execução deste trabalho e a partir de outros artigos e comparativos de custos, notou-se que as principais diferenças encontradas entre o sistema *Wood Frame* e Convencional, se dá nas etapas de revestimento, cobertura, fundação, superestrutura e fechamento. Enquanto as etapas de serviços preliminares, esquadrias, impermeabilizações, instalações hidráulicas e serviços complementares não apresentam diferenças significativas no orçamento.

Analisando os Quadros 1 e 2, os sistemas apresentam discrepância no custo das etapas estudadas. Enquanto o sistema Convencional se mostra mais viável economicamente para a estrutura, vedação e cobertura o *Wood Frame* se mostrou vantajoso nos processos de fundação, revestimento externo e pintura.

Observando o conjunto, de acordo com o Gráfico 1, a utilização do sistema construtivo em *Wood Frame* mostra-se mais econômico que o sistema Convencional para este projeto. A diferença encontrada totalizou R\$3.438,07 que representa uma porcentagem de 10,07% em benefício do sistema inovador *Wood Frame*.

De acordo com profissionais da área, comparando os dois sistemas, há um custo de cerca de 10% maior do *Wood Frame* em materiais. Mas a redução de mão de obra chega a 50% em relação à alvenaria. Esse é o grande ganho do sistema. E ainda diminui o tempo de obra em, no mínimo, um terço.



Gráfico 1. Custo total para ambos os sistemas

Fonte: Autor, 2018.

Segundo dados obtidos nesta pesquisa, o custo de mão de obra para executar todas as etapas da construção de uma casa no Sistema Convencional é de R\$12560,57, sendo R\$251,21 o metro quadrado. Enquanto que na execução da residência em *Wood Frame* encontrou-se valor de R\$9168,94, sendo R\$183,38 o metro quadrado, que representa uma porcentagem de 27% com vantagem para o sistema *Wood Frame*.

Através dos resultados obtidos, pode-se apresentar a representatividade de cada item no total.

O Gráfico 2 mostra em porcentagem a participação dos itens para o Sistema Convencional e para o *Wood Frame*, respectivamente.

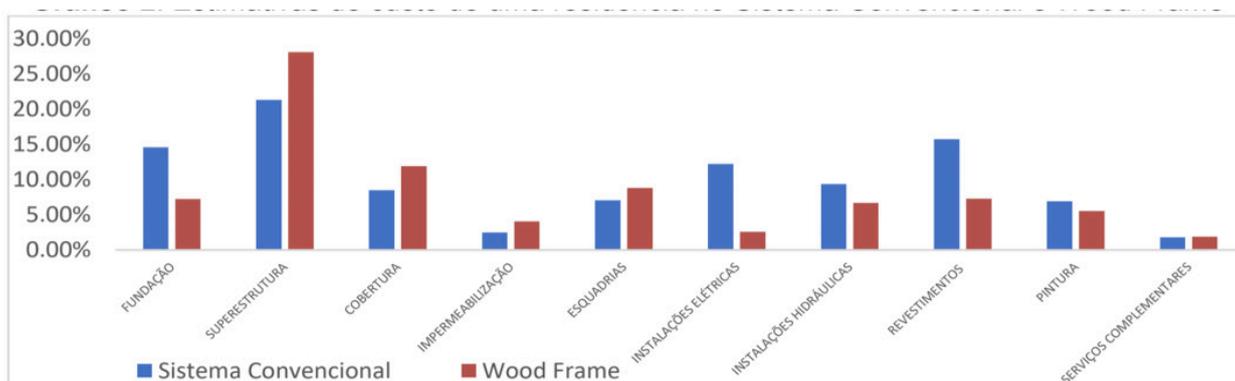


Gráfico 2. Estimativas de custo de uma residência no Sistema Convencional e Wood Frame

Fonte: Autor, 2018

Percebe-se pelo gráfico que o custo de cada item é melhor distribuído no sistema Convencional, sendo que para este projeto o custo da superestrutura e (paredes internas e externas) foi o mais representativo no total com 21,3% dos custos, seguido pelo revestimento e acabamento com 15,71%, fundação 14,58% e instalações elétricas com 12,24%. Já para o sistema *Wood Frame*, os custos da superestrutura (paredes externas e internas), revestimentos internos e cobertura se sobrepuseram aos demais, com 28%, 16% e 12% respectivamente.

A produtividade dos sistemas é uma análise que pode ser verificada pelo número de serviços necessários para cada um. No *Wood Frame* as etapas mais onerosas estão concentradas nos serviços de montagem da estrutura e colocação das placas de fechamento, enquanto no Sistema convencional, os serviços de revestimento e pintura, necessitam de antemão a aplicação de chapisco, emboço e reboco, desta forma o *Wood Frame* leva vantagem, com o menor número de serviços, tendo uma construção mais rápida. Segundo a Empresa A o ritmo de obra de casas por dia para o Sistema convencional é de 0,3 casas por dia. Já para o sistema *Wood Frame* estima-se um ritmo de 1,4 casas por dia.

6.2 Análise de aceitação

6.2.1 Análise por profissionais da área

Com a finalidade de avaliar a relação dos profissionais Arquitetos e Engenheiros com o sistema *Wood Frame*, o questionário apresentou 10 perguntas e respostas fechadas em múltipla escolha.

Através da entrevista, pôde-se obter um público bastante restrito para a pesquisa: dentre os participantes, um total de 80% está formado há menos de cinco anos; 6,7% entre 5 e 10 anos e 13,3% há mais de 10 anos. Quanto à área de atuação 33,3% trabalham como Engenheiro(a) de Campo, 26,7% como Projetista; 26,7% com Docência e 13,3% com Gerenciamento de Obra. Esses dados mostram que a maior parte dos profissionais entrevistados trabalham na área de campo e estão no mercado de trabalho há pouco tempo, pressupondo que estiveram em contato com novas tecnologias, como o sistema *Wood Frame*, pelo menos em fase acadêmica.

Referente ao conhecimento e confiabilidade que os profissionais entrevistados apresentam sobre o sistema em estudo, consta que 80% deles admitem conhecer o sistema *Wood Frame*, e 66,7% deles confiam nas qualidades térmicas, acústicas, ambientais e de agilidade do sistema. Tem-se, por outro lado, uma parcela de 20% que admite não conhecer o sistema, enquanto que 33,3% dos entrevistados não confiam em suas qualidades.

Apesar de a maior parte dos profissionais conhecerem e confiarem no sistema analisado, 80% deles nunca sugeriu o *Wood Frame* para seus clientes. Dentre os profissionais que já haviam sugerido, 20% o fizeram entre uma e cinco vezes.

Dentre os profissionais que sugeriram o sistema, 100% relataram que o cliente não o implementou. Quando questionado o motivo da sugestão, 66,7% dos entrevistados responderam que o fazem pela qualidade do sistema, enquanto que 33,3% o fazem porque acreditam que a industrialização da construção civil é o futuro do setor. Nenhum dos profissionais alega, como motivo da sugestão, algum pedido dos clientes por novas tecnologias.

Aos profissionais que não sugerem o sistema, foi indagado o porquê desta atitude, e 70% dos profissionais relatam que não indicam por não conhecer plenamente o sistema. Já 20% alegam não confiar neste sistema construtivo, enquanto que 10% relatam que faltam empresas prestadoras do serviço. Os motivos da não indicação dos sistemas para clientes são classificados no Gráfico 3 a seguir.

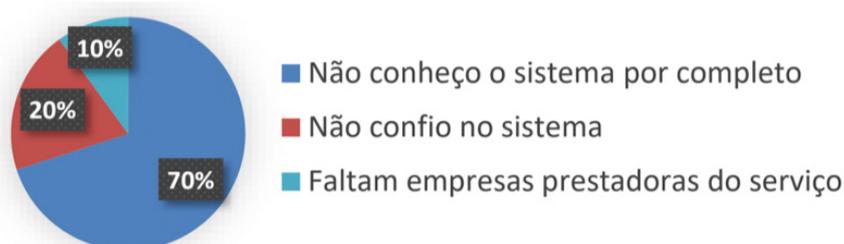


Gráfico 3. Motivos da não sugestão do sistema para clientes

Fonte: Autor, 2018.

A última, questionava aos profissionais quais motivos poderiam levá-los a sugerir o sistema ou, no caso dos que sugerem, motivos que os levariam a continuar a fazê-lo. Os resultados mostraram que 80% dos profissionais recomendariam o *Wood Frame* se conhecessem melhor o sistema e suas qualidades; 10% alegam que o contato com uma empresa prestadora de serviço poderia ser determinante para a sugestão e os outros 10% deles seria importante que os clientes solicitassem por esse sistema. Dentre os profissionais entrevistados, nenhum deles declarou ter total conhecimento sobre o sistema.

6.2.2 Análise por usuários

O questionário de aceitação do sistema *Wood Frame* em relação aos proprietários do residencial, contou com 6 perguntas.

A priori investigou a importância dada pelos usuários aos hábitos de sustentabilidade e respeito ao meio ambiente, com o objetivo de avaliar o quanto os entrevistados estão suscetíveis ao desenvolvimento sustentável. Os resultados mostraram que a maioria dos participantes é suscetível a essa questão: 71% responderam que dão muita importância aos hábitos de sustentabilidade e respeito ao meio ambiente; enquanto a porcentagem restante 29%, consideram média importância.

Ao questionar qual sistema construtivo seria escolhido na hipótese de se comprar ou construir uma casa, pôde-se obter os dados representados no Gráfico 4 a seguir.

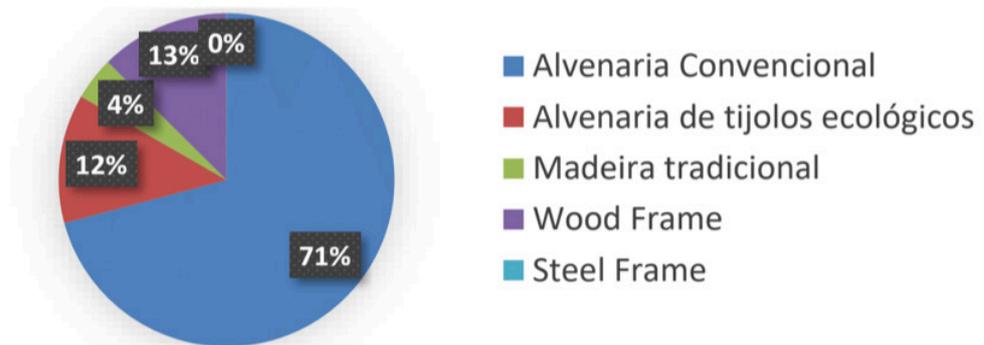


Gráfico 4. Escolha do sistema construtivo

Fonte: Autor, 2018.

Esta questão demonstrou incoerência por parte do público participante, pois apesar de todos entrevistados considerar média ou muita importância para o desenvolvimento sustentável, mais da metade deles utilizariam o sistema construtivo de alvenaria convencional na hipótese de comprar ou construir uma casa. Já 25% optaria pelos sistemas *Wood Frame* e alvenaria de tijolos ecológicos, mas não se pode concluir, a partir desta pesquisa, que os entrevistados conheçam o benefício desse material.

Essa incoerência se evidencia a partir das respostas obtidas na questão seguinte (questão 3) que questionou os motivos do posicionamento adotado na questão anterior: 63% dos respondentes admitem que o motivo da utilização do sistema construtivo escolhido seria a segurança, enquanto que 13% deles apresentaram como motivo o conforto térmico. Para 8% do público, o motivo da escolha seria pela utilização de materiais ecológicos e, para o público restante, os motivos determinantes seriam: menor preço, rapidez na execução, facilidade de reformas e facilidade de empresas prestadoras de serviço, totalizando 16% como pode-se observar no Gráfico 5 a seguir.



Gráfico 5. Motivos da escolha do sistema construtivo

Fonte: Autor, 2018.

Evidenciou-se que a maior parte dos entrevistados não faz ligação entre o sistema *Wood Frame* e o respeito ao meio ambiente, de modo que aqueles que optaram por este sistema, o fizeram por motivos de segurança e conforto térmico.

A questão seguinte investigou se os usuários conheciam o sistema *Wood Frame*, constatando-se que 67% deles conheciam o sistema, enquanto 33% não tinham o conhecimento de que residiam em uma casa construída nos moldes do sistema denominado *Wood Frame*.

Quanto ao desempenho acústico, 54% dos entrevistados alegaram que o sistema *Wood Frame* tem um bom isolamento acústico, enquanto que 21% consideraram o desempenho razoável, 13% apontaram como excelente desempenho, enquanto que os 12% restantes apresentaram descontentamento quanto ao sistema de isolamento.

Referente ao isolamento térmico, mais da metade dos entrevistados demonstraram satisfação quanto a este desempenho, representando um total de 54%. Ainda sobre os entrevistados, 29% alegaram que o sistema tem um bom isolamento térmico, enquanto 17% consideram o desempenho razoável. Nenhum dos entrevistados se desapontou o suficiente com o desempenho térmico para considerá-lo ruim.

Por fim, através de uma escala de 0 a 5, mediu-se a satisfação do usuário quanto ao sistema *Wood Frame*, obtendo resultados que podemos observar no Gráfico 6 a seguir:

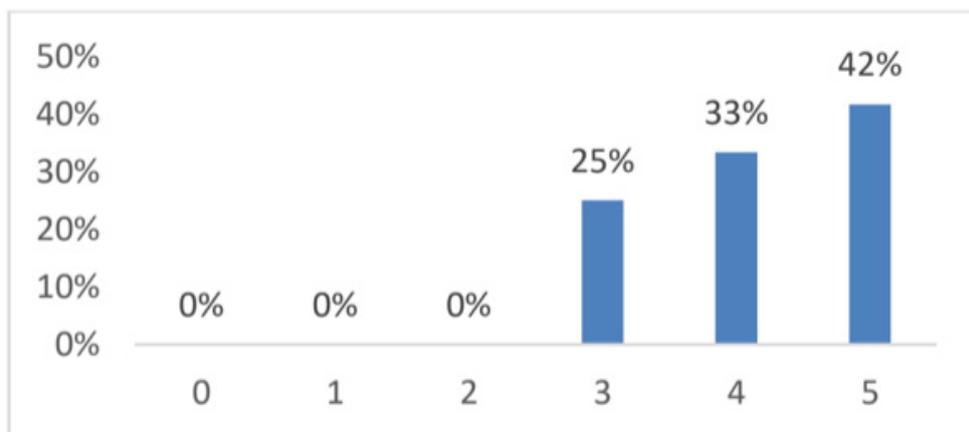


Gráfico 6. Escala de satisfação do sistema *Wood Frame* por usuários

Fonte: Autor 2018.

Através desta análise de aceitação realizada no residencial, pôde-se obter informações quanto ao Pós-Obra. Percebeu-se que na racionalização do sistema de vedação, houve incompatibilização entre os painéis e esquadrias, ocasionando trincas frequentes em maior parte das casas onde se aplicou a pesquisa. O planejamento da sequência de serviços também pode ser considerado um fator que acarretou no aparecimento das trincas nas residências, devido ao fato de que, o serviço de pavimentação foi realizado após a construção das casas, de acordo com informações dos moradores do residencial.

No subsistema esquadria, a principal limitação é a falta de uma esquadria especificamente desenvolvida para esse tipo de sistema construtivo. Não há no mercado disponibilidade de esquadria que possa ser utilizada sem que seja feita algum tipo de adaptação, seja para sua colocação, seja na sua geometria (AQUINO; BARROS, 2010).

A necessidade de reparos e retrabalhos ocasionou desperdício de tempo. Outro detalhe que gerou acréscimo no valor da obra, foram as deformações apresentadas pelas cumeeiras da cobertura, o que exigiu soluções definitivas para acerto, sendo revestidas por um material equivalente a uma lona. Se fez necessário este retrabalho devido a entrada de água da chuva pela cumeeira ocasionando infiltrações nas placas de vedação, entretanto, o resultado final foi satisfatório.

A Empresa A, fornece ao proprietário um Manual de Boas Vindas e um Manual do Proprietário, seguindo os requisitos da norma NBR 14037/2011 - Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações, os quais apresentam o desempenho, as etapas de construção, recomendações e questões de sustentabilidade do sistema, além de maneiras como cuidar e preservar a residência, assegurando uma garantia de 5 anos.

Diante deste panorama, a satisfação dos os usuários quanto ao sistema *Wood Frame* podem ser visualizados no Gráfico 6, obtendo resultados positivos quando ao sistema, onde 42% dos entrevistados conferiram a nota 5 (totalmente satisfeitos), enquanto que 33% conferiram a nota 4, e 25% a nota 3.

6.2.3 Análise por não usuários

Assim como no questionário anterior, a primeira questão investigou a importância dada pelo público aos hábitos de sustentabilidade. Observou-se, com o resultado, que mais da metade dos participantes é sim sensível a essa questão: 59,3% afirmam dar muita importância aos hábitos de sustentabilidade; 36% dão média importância; 3,5% dão pouca importância; enquanto que 1,2% admitem dar nenhuma importância à causa.

Ao ser questionados qual sistema construtivo seria escolhido na hipótese de se comprar ou construir uma casa, pôde-se obter os dados representados no Gráfico 7:



A pergunta seguinte questionou os motivos do posicionamento adotado, os quais apresentaram-se bem distribuídos: 30,2% dos entrevistados admitem que o motivo da utilização do sistema construtivo escolhido seria pela utilização de materiais ecológicos. Já 26,7% do público argumentam que o motivo da escolha seria a segurança. Para 17,4% do público, o motivo da escolha seria a rapidez na execução, enquanto que 16,3% deles apresentam como motivo o menor preço do sistema escolhido e para apenas 9,3% dos entrevistados o motivo determinante seria o conforto térmico.

Observando individualmente cada questionário, foi possível constatar que para aqueles que optaram pelo sistema *Wood Frame*, os motivos citados foram a rapidez na execução; segurança e conforto térmico. É possível perceber que a população entrevistada não fez a relação entre o sistema *Wood Frame* e o respeito ao meio ambiente.

A próxima questão indagou diretamente ao Não Usuário se eles conheciam o sistema *Wood Frame*, constatando-se que a maior parte dos entrevistados, 74,4% deles, não conhecem o sistema estudado.

A questão de número 05 apresentou uma descrição sucinta do sistema aos Não Usuários e questionou-os se, após o conhecimento das qualidades do *Wood Frame*, eles optariam pelo sistema em questão. Os dados obtidos confirmaram a hipótese da carência de divulgação do sistema *Wood Frame* à população: do público participante, 67,4% admitiu que optaria pelo sistema estudado após entender suas vantagens.

As últimas questões foram específicas ao público que respondeu não optar pelo sistema *Wood Frame* mesmo após conhecer suas vantagens.

A primeira delas investigou os motivos pelos quais esse público posicionou-se contrários à utilização: 48,5% responderam que seria por não conhecer o sistema por completo; 33,3% pela falta de empresas prestadoras do serviço; 9,1% pelo fato de a construção se tornar mais cara que a alvenaria convencional e os outros 9,1% restantes alegaram não confiar no sistema.

A última questão indagou a este mesmo público quais motivos os levariam a mudar de ideia e optar pelo sistema *Wood Frame* e, 54,5% deles responderam que seria conhecer uma edificação construída nesse sistema; 34,1% admitiram que seria realizar um orçamento comparativo entre as técnicas; 9,1% deles alegaram que seria ter contato com uma empresa prestadora do serviço; e os 2,3% restantes (um indivíduo) deixou claro que nada o faria optar por este sistema construtivo.

Pode-se concluir, a partir destas questões, que a maior parte dos Não Usuários não utiliza o sistema *Wood Frame* simplesmente pela falta de conhecimento da tecnologia ou por não ter contato com empresas prestadoras do serviço. E, indo além, comprova-se que conhecer uma edificação construída no sistema ou ainda ter acesso

a um orçamento comparativo seriam suficientes para que 88,6% dos Não Usuários mudassem de ideia.

7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O déficit habitacional é um dos indicadores utilizados pelo governo federal, estadual e municipal que elucida à sociedade e aos gestores a necessidade de ampliação de moradias. A utilização adequada de materiais alternativos e sustentáveis na construção civil que possam vir a combater ou substituir as técnicas convencionais, mostra-se uma solução conveniente para países como o Brasil, onde além de apresentar um déficit habitacional, apresenta também condições precárias de habitação.

Apesar de o Brasil ser um país com grande potencial florestal, ainda há preconceito em relação ao uso da madeira como material na construção civil, ocasionando um baixo emprego desse material em edificações se comparado com o potencial florestal brasileiro.

Através do estudo de caso realizado, evidenciou-se que a construção em *Wood Frame* oferece inúmeros benefícios técnicos e construtivos, como a redução na carga estrutural gerando menores esforços na fundação, influenciando positivamente no custo com a infraestrutura; o alto grau de industrialização, pelo processo de execução mais rápido; melhor desempenho nas questões relacionadas ao conforto térmico e acústico, e principalmente pelos benefícios relacionados ao meio ambiente como a baixa geração de resíduos e desperdício de materiais.

Além do comparativo indireto, a análise de custo da residência unifamiliar se mostrou mais econômica para o sistema *Wood Frame*, com uma diferença de 10,07% no custo total frente ao Sistema Convencional. Desta forma, considerando os custos diretos, a utilização deste sistema inovador pôde ser considerada mais viável, principalmente na construção de habitações populares de baixo padrão como a analisada neste trabalho.

Porém, como toda técnica, todo sistema tem seus prós e contras, não só no que se refere à custos, mas também em relação à trabalhabilidade, disponibilidade local de matéria prima, mão-de-obra para cada caso, tempo de execução, durabilidade e o gosto do cliente.

Em contrapartida, o sistema Convencional pode se sobressair em relação ao *Wood Frame* quanto à disponibilidade de mão de obra, disponibilidade local de matéria prima e flexibilidade de reforma e ampliação, estes fatores também podem influenciar na escolha de um ou outro sistema construtivo.

Percebeu-se que a racionalização do sistema de vedação pode resultar em redução de custos e desperdícios nos demais subsistemas, como esquadrias, instalações e revestimentos, além disso, o emprego de materiais isolantes na cobertura auxilia na redução com custos na manutenção, cujos fatores tiveram um desempenho

abaixo das expectativas como apresentado pelos usuários.

Como resultado final do estudo realizado neste trabalho, tem-se a constatação de que o método construtivo *Wood Frame* corresponde a uma importante alternativa para o mercado da construção civil do município de Dourados MS, e também da região pois além de otimizar recursos e contribuir diretamente com a fidelidade orçamentária, o prazo menor de entrega garante uma ocupação e um retorno financeiro mais rápido, tornando a construção uma ótima forma de investimento.

Comprova-se, de acordo com Oliveira (2014), que as informações referentes ao sistema inovador estudado não estão difundindo aos consumidores, menos ainda aos profissionais da área que seriam responsáveis pelo crescimento na demanda *Wood Frame* no país. Cabe às empresas fornecedoras da tecnologia e dos profissionais deste ramo disseminar a proposta de um sistema inovador como opção para a construção civil, bem como o poder público investir neste setor.

Quanto às universidades, implementar o estudo deste método visando a diminuição deste déficit de informação, formando profissionais capazes de trazer resultados positivos quanto à utilização de madeira como matéria prima alternativa nas construções brasileiras.

Os resultados encontrados nesta pesquisa vão de encontro com outros trabalhos desenvolvidos nesta temática, Sotsek e Santos (2018), por exemplo, perceberam que as principais barreiras da disseminação do *Wood frame* estão relacionadas com a credibilidade do sistema em toda a cadeia de suprimentos do setor, incluindo o setor madeireiro e dos próprios usuários. Afirmam ainda que, o crescimento do sistema construtivo em *Wood Frame* no Brasil depende de incentivos governamentais, do próprio setor madeireiro e a formação de profissionais qualificados para atuar na expansão e difusão da técnica (SOTSEK; SANTOS, 2018).

Para Souza (2012), o sistema *Wood Frame* mostrou-se em sua pesquisa o mais vantajoso em custo comparado com a madeira de lei e alvenaria convencional. Já para Molina e Calil Junior (2010), as inovações na construção civil podem tornar o Brasil mais competitivo no setor já que carece de um sistema construtivo sustentável e o Brasil é visto como um mercado promissor pelas condições favoráveis.

Como sugestão para trabalhos futuros relacionados ao assunto abordado neste trabalho, indicam-se a investigação do setor de assistência técnica Pós-Obra em sistemas construtivos inovadores. O setor Pós-Obra é responsável pelos reparos solicitados durante os cinco anos de garantia obrigatória do imóvel.

Relacionar a ocorrência de patologias com maior reincidência através de um estudo de caso, e suas possíveis causas.

Apresentar uma estratégia para construtoras diminuírem seus custos e melhorarem sua produção através do estudo do setor desta assistência técnica, para que erros construtivos não sejam cometidos em outros serviços prestados pela empresa.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14037:2011 **Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575:2013 **Desempenho de edificações habitacionais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-7190:1997 **Projeto de estruturas de madeira: procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

AMANCIO, R. C. A.; FABRICIO, M. M.; MITIDIERI, C. V. M. **Avaliações técnicas de produtos de construção inovadores no Brasil**. Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – São Paulo, 2012.

ANDRADE, M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. Atlas Editora. São Paulo, 2009.

AQUINO, L. M.; BARROS M. M. S. B. **Light Steel Framing aplicado à construção de habitação de interesse social: interação entre vedos verticais e estrutura**. 2010. – Departamento de Engenharia de Construção Civil – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

BORTOLOTTI, A. L. K.; **Análise de viabilidade econômica do método *Light Steel Framing* para construção de habitações no município de Santa Maria - RS**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2015.

CARDOSO, L. A.; **Estudo do método construtivo *Wood Framing* para construção de habitações de interesse social**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2015.

MELLO, F. B. M.; **A utilização da metodologia construtiva *Light Steel Frame* na construção de UMEIS na cidade de Belo Horizonte**. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Produção e Gestão do Ambiente Construído) - Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais, 2016.

MOLINA, J. C.; CALIL JUNIOR, C. **Sistema construtivo em Wood Frame para casas de madeira**. São Paulo, SP. Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, 2010.

OLIVEIRA, Luciana A. **Avaliação da Aceitabilidade do Sistema Construtivo “*Wood Frame*”**. 2014. 61f. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

SINAPI – **Insumos e composições**. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/>>. Acesso em: 18 mai. 2018.

SOTSEK, N. C.; SANTOS, A. de P. L. **Panorama do sistema construtivo *light wood frame* no Brasil. Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, jul set. 2018.

SOUZA, L. G. **Análise comparativa do custo de uma casa unifamiliar nos sistemas construtivos de alvenaria, madeira de lei e *Wood Frame***. Florianópolis, SC. 2013. Instituto de Pós Graduação IPOG.

TECVERDE – **Panorama do sistema construtivo TECVERDE**. 2016. Disponível em: <<http://www.tecverde.com.br/>>. Acesso em: 26 jun. 2018.

VASQUES, C. C. P. C. F.; PIZZO L. M. B. F. **Comparativo de Sistemas Construtivos, Convencional e *Wood Frame* em Residências Unifamiliares**. Curso Engenharia de Estruturas do

Centro Universitário de Lins - Unilins, Lins -SP, 2014.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. Artmed Editora. São Paulo, 2003.

APLICAÇÃO DO DMAIC E TÉCNICA DE MODELAGEM PARA MELHORIA DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SAPATA

Taís Barros da Silva Soares

Universidade Federal Fluminense
Rio das Ostras - RJ

Camilla Campos Martins da Silva

Universidade Federal Fluminense
Rio das Ostras - RJ

Fredjoger Barbosa Mendes

Universidade Federal Fluminense
Rio das Ostras - RJ

Jarbas Dellazeri Pixiolini

Universidade Federal Fluminense
Rio das Ostras - RJ

Rodolfo Cardoso

Universidade Federal Fluminense
Rio das Ostras - RJ

RESUMO: É corriqueiro para a indústria de Óleo e Gás operar em ambientes extremamente críticos e complexos, os quais exigem total conformidade em todos os materiais utilizados em suas atividades produtivas. Diante disto, este artigo tem como principal objetivo apresentar um estudo de caso realizado em uma empresa fornecedora de sapatas para tal indústria, as quais são utilizadas na cimentação de poços durante a etapa de revestimento. O estudo evidencia a melhoria obtida neste processo, baseando-se na utilização de técnicas de modelagem para mapeamento do processo de

fabricação e aplicação da ferramenta DMAIC como forma de análise, correção e controle a fim de eliminar não conformidades, defeitos e reduzir desperdícios, otimizando as atividades desenvolvidas, consequentemente obtendo maior eficiência.

PALAVRAS-CHAVE: DMAIC; Mapeamento de Processos; Modelagem; Petróleo e gás.

ABSTRACT: It is common for the Oil and Gas industry to operate in extremely critical and complex environments, which require full compliance in all materials used in its production activities. The main objective of this article is to present a case study carried out in a company supplying float shoes for this industry, which are used in the cementing of wells during the coating step. The study evidences the improvement obtained in this process, based on the use of modeling techniques to map the manufacturing process and application of the DMAIC tool as a form of analysis, correction and control, in order to eliminate nonconformities, defects and reduce wastes, optimizing activities, thus achieving greater efficiency.

KEYWORDS: DMAIC; Process Mapping; Modeling techniques; Oil and Gas industry.

1 | INTRODUÇÃO

A indústria do petróleo, considerada a atividade produtiva mais interessante organizada em toda a história do ser humano, consiste nos processos globais de exploração, extração, refino, transporte e comercialização de produtos derivados do petróleo, com a finalidade de suprir as necessidades da humanidade (THOMAS, 2004).

Entre as diversas etapas do processo de exploração e extração de um poço de petróleo está a cimentação. De acordo com Cardoso (2005), todos os poços de petróleo devem ser cimentados de forma a preencher o espaço anular existente entre a tubulação de revestimento e as paredes do poço, fixando a tubulação e evitando a migração de fluidos. O processo de cimentação é feito através de bombeio de pasta de cimento e água, deslocados através da própria tubulação de revestimento.

Para o sucesso do processo de cimentação, são utilizados alguns acessórios específicos na coluna de revestimento, como, por exemplo, a sapata. A sapata é um dos primeiros acessórios a serem descidos, conectada na extremidade da coluna de revestimento, e pode ser de dois tipos, guia ou flutuante. A sapata denominada guia tem por objetivo servir de guia para a introdução do revestimento e a sapata flutuante tem como finalidade impedir, através de uma válvula de vedação, que o fluido de cimento retorne pela coluna. Segundo Amui (2010), o termo “flutuante” significa que o material possui uma válvula que permite o fluxo descendente, mas impede o retorno do mesmo.

Neste âmbito, o intuito deste artigo é apresentar uma abordagem de combinação entre o mapeamento de processos e do DMAIC, por meio da aplicação em uma empresa fabricante e fornecedora de sapatas para a cimentação de poços de petróleo e propor alternativas viáveis para solução dos problemas identificados.

2 | SUSTENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Qualidade

De acordo com Oakland (1994, p.9), nesta nova era, pertencente a um mundo plenamente globalizado, as empresas permanecem na busca incessante pela sobrevivência, o que as tem direcionado à utilização da mais importante arma competitiva existente: a Qualidade. Garvin (2002) descreve diferentes dimensões da qualidade: da inspeção; do controle estatístico da qualidade; da garantia da qualidade; e da administração estratégica da qualidade. Atualmente, existem diversas metodologias de análise e melhoria de processo e analisando a conjuntura de mercado, em que a rapidez da difusão da inovação de produtos e processos promoveu um elevado padrão de eficiência e qualidade (Dias, 2006. p. 20), cabe às empresas adotarem as melhores ferramentas de análise de processos para, de forma constante, melhorá-los e tornarem-se mais competitivas.

2.2 DMAIC

O ciclo DMAIC (define; measure; analyse; improve; control) é uma ferramenta utilizada no desenvolvimento de projetos de melhoria, não sendo efetivo apenas na redução de defeitos, mas também em projetos que envolvam aumento de produtividade, redução de custos, melhoria de processos, dentre outras oportunidades. (ESCOBAR, 2010).

Rodrigues (2006) explica cada uma das cinco etapas do ciclo. Primeiramente, a etapa de iniciação (“Definir”): definir aonde será aplicado a análise, processos críticos e os objetivos diante das necessidades. Logo após, a etapa de planejamento (“Medir”): medir o desempenho do processo e levantar dados que possibilitem a identificação dos problemas. É nessa etapa que os processos serão mapeados. Em seguida há a fase de análise (“Analisar”): onde cada problema encontrado é analisado e suas causas raízes encontradas e priorizadas. Depois desta, ocorre a etapa de ação (“Implementar”): na qual ações são propostas e organizadas em um plano de ação. Por fim, a etapa de controle (“Controlar”): onde essas ações são controladas e as melhorias padronizadas.

2.3 Modelagem e mapeamento de processos

A Modelagem de processos de negócio trata-se de um conceito com base na reengenharia de processos, sendo considerada uma representação abstrata e simplificada de um sistema observado. A mesma nos permite entender como funciona; controlar ou monitorar; tomar decisões; analisar alguns aspectos da organização; reprojeter e racionalizar, dentre outras ações extremamente importantes para geração de melhoria contínua em um determinado processo (Correia et al., 2002).

O Mapeamento de processos permite, quando utilizado e empregado de forma correta, documentar e visualizar todos os elementos que compõem um processo e posteriormente, após análise do mesmo, corrigir qualquer um desses elementos que esteja com problemas. Por esse motivo, pode ser considerado como uma ferramenta que auxilia na detecção das atividades não agregadoras de valor (DE MELO, 2008).

Rother e Shook (2000) confirma essa definição, ao afirmar que o mapeamento é uma ferramenta que nos fornece uma captura visual de todo o processo de produção, incluindo atividades de valor e não agregadoras de valor, sendo um instrumento necessário na gestão organizacional na busca de aperfeiçoamento da qualidade dos processos.

A implementação desta metodologia na organização possibilita diversos ganhos e benefícios para a mesma, segundo Leme (2010), por exemplo:

- Processos avaliados e constantemente melhorados;
- Colaboradores motivados e capacitados;
- Circulação rápida e correta das informações;

- Satisfação dos clientes e usuários;
- Clareza e definição dos objetivos da organização a fim de compartilhar com todos os colaboradores.

2.4 Brainstorming

De acordo com Maximiano (2008, p.94), o brainstorming (tempestade de ideias) consiste em gerar alternativas para a tomada de decisão, sendo comumente utilizado nos casos em que não há soluções prévias, ou seja, as soluções não acompanham os problemas sendo necessária a geração de ideias, que, através da técnica são estimuladas à criatividade. Essa técnica gera uma reação em cadeia, isto é, através da exposição de uma ideia, outras se associam a ela e são geradas novas ideias, obtendo-se então uma multiplicidade de ideias. Segundo Oakland (1994, p.227), o brainstorming é uma técnica utilizada para gerar quantidade significativa de ideias de forma rápida e que pode ser explorada em diferentes situações. A técnica consiste na geração de ideias desordenadas, por todos os participantes do grupo, onde a ridicularização e a crítica são expressamente proibidas, com objetivo de que os participantes se envolvam sem receios e a atmosfera seja de entusiasmo e originalidade. Para Filho (2010, p.50), o Brainstorming é uma ferramenta fácil e prática, em que todos os participantes têm direito de opinar, sendo sua estrutura da seguinte maneira:

O início de um brainstorming se dá quando o líder da reunião apresenta as regras a serem seguidas, o assunto em pauta e a forma de participação dos presentes. Fala-se, um de cada vez, e alguém faz anotações, de preferência, em um quadro para que todos possam acompanhar. O brainstorming estará terminado quando todos tiverem contribuído, mesmo os mais tímidos, e, não houver mais ideias.

2.5 Análise por que – por quê, ou árvore de falhas ou árvore da realidade

A análise por que – por quê, ou árvore de falhas, tem por objetivo encontrar a causa raiz do problema. Logo, a análise é iniciada com a identificação do problema e a pergunta por que o problema ocorreu, identificando-se uma primeira causa. Após, é feita novamente a pergunta “por que o problema ocorreu” sobre essa primeira causa e então se tem uma segunda causa, assim sucessivamente, até que não se tenha mais respostas para a pergunta ou se identifique uma causa que pareça autocontida para ser atribuída como causa raiz do problema (Slack, 2009, p.587). O evento principal é alocado no primeiro nível, ou galho da árvore e no segundo nível, são relacionadas as possíveis causas imediatas deste evento. Então, para cada uma das causas imediatas, devem ser especificadas suas possíveis causas. Assim, cada causa imediata passa a ser um efeito e a árvore vai sendo ampliada a tantos níveis quantos forem necessários (Baptista, 2011, p.9). Na figura 1 é apresentado um modelo de análise por Árvore de Falhas.

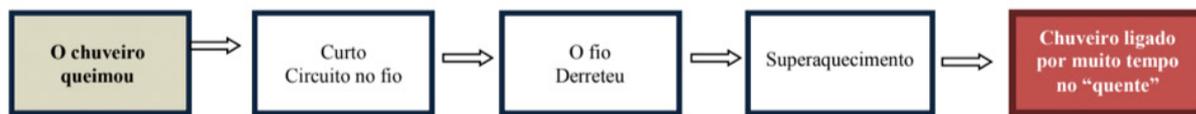


Figura 1 – Análise Árvore de Falhas

Fonte: Elaborado pelos autores

2.6 GUT

Conforme a Academia Pearson (2011, p.105), “não é preciso nenhum exercício de imaginação para perceber que é quase impossível colocar todas as ideias ou soluções, mesmo que bastante válidas, em prática, ao mesmo tempo. [...] Estabelecer prioridades em uma organização é regra fundamental para um gerenciamento bem-sucedido”. Segundo Marshall (2008, p.111), a matriz GUT consiste na estruturação dos problemas, ou possíveis riscos, através de notas ou pesos estipulados, que propiciam estabelecer prioridades para atacá-los, com objetivo de minimizar as consequências e os impactos dos mesmos. Normalmente, os problemas são classificados em uma escala de um a cinco para os três elementos: Gravidade, Urgência e Tendência, sendo a nota um para o de menor relevância e cinco para o de maior. Após, multiplicam-se as quantificações obtidas para cada elemento e identifica-se pelo elemento que obtiver o maior valor, a causa que deve ser priorizada.

Para Meireles (2001, p.52), a matriz GUT é uma ferramenta utilizada para priorização, que analisa as causas sobre os três aspectos essenciais já citados, Gravidade, Urgência e Tendência e permite detectar em qual causa os esforços devem ser aplicados primeiro. Sendo a classificação desses elementos definida conforme abaixo:

- **Gravidade:** Deve-se considerar a intensidade, profundidade dos danos que o problema pode causar se não se atuar sobre ele;
- **Urgência:** Considera-se o tempo para a eclosão dos danos ou resultados indesejáveis se não se atuar sobre o problema;
- **Tendência:** Considera-se o desenvolvimento que o problema terá na ausência de ação.

3 | RESULTADOS E ANÁLISE

O grupo aplicou a ferramenta DMAIC para a estruturação das etapas que seriam realizadas durante a implementação do projeto de melhoria. As etapas concluídas através do estudo foram: Definir, medir e analisar. Na fase de implementação, propostas de ações e remodelagem foram realizadas, porém serão efetivamente concluídas por um grupo de melhoria contínua criado para dar continuidade ao projeto de pesquisa. As etapas realizadas do projeto encontram-se na figura 2, de acordo com a etapa do DMAIC constituinte.

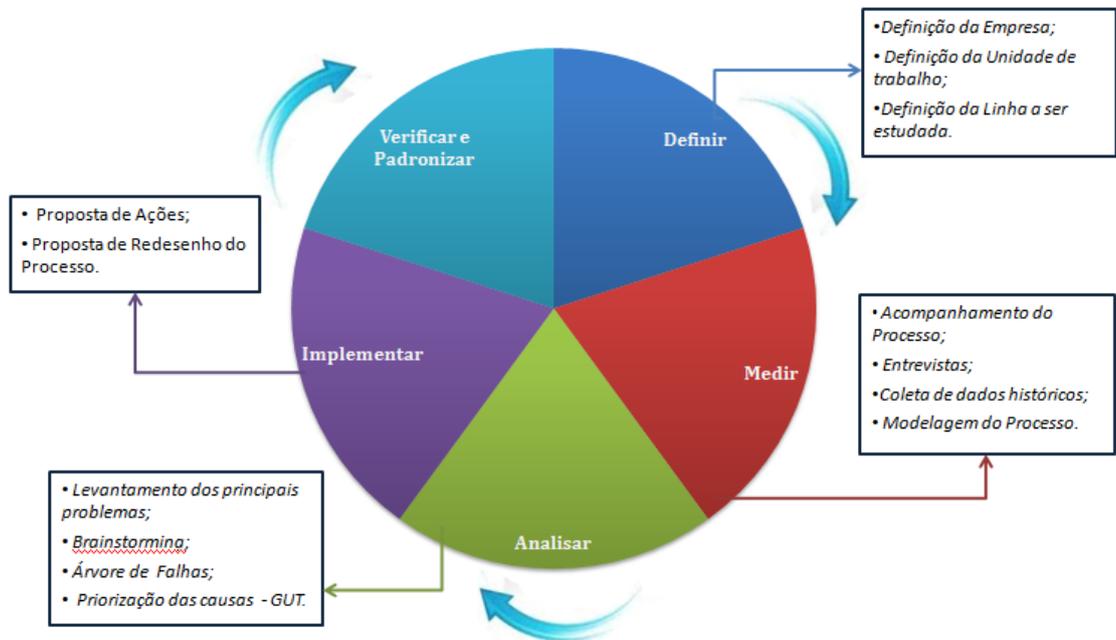


Figura 2 - Ciclo do DMAIC para o projeto em estudo

Fonte: Elaborado pelos autores

A seguir iremos evidenciar cada etapa realizada a fim de expor todas as observações e conhecimentos adquiridos ao longo do processo.

3.1 Definir

3.1.1 Definição da empresa e da unidade de trabalho estudada

Devido à confidencialidade da organização, a empresa na qual foi realizado o estudo de caso deste projeto será referenciada daqui por diante com o nome fictício V, para o grupo, e VT, para a subsidiária. A empresa benchmarking também terá sua identidade preservada e será citada como empresa T. Neste contexto a empresa identificou no mercado a demanda por sapatas e colares flutuantes. Estes componentes são acessórios da coluna de revestimento dos poços petrolíferos e garantem a eficácia e a segurança das operações de cimentação dos poços, evitando que haja retorno da mistura de cimento até a solidificação.

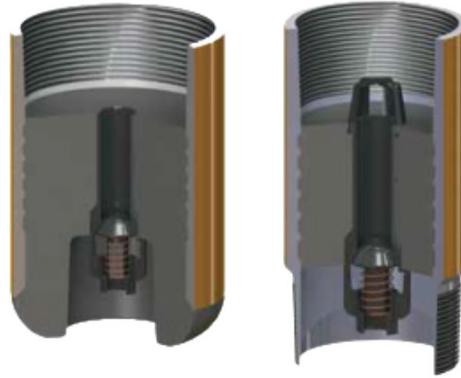


Figura 3 – Sapata e colar flutuantes

Fonte: www.top-co.us

Ainda em 2013, a VT fechou uma parceria com a empresa T, empresa com sede no Canadá, mas com atuação em todo o mercado norte americano e que é especialista na produção destes acessórios. O projeto incluía a transferência de “know-how” para que fosse viabilizada a manufatura dos produtos aqui no Brasil. Foi projetada e construída uma fábrica anexa à unidade de produção de acessórios da VT.

3.2 Medir

3.2.1 Acompanhamento do processo – visita ao GEMBA

GEMBA significa literalmente “local real”, ou seja, o local onde o problema está acontecendo de fato. Assim, a equipe visitou a fábrica de acessórios e acompanhou o processo completo de fabricação do produto, desde a chegada da matéria prima até a liberação, a fim de coletar dados, de forma a conhecer melhor o processo e identificar problemas, para posteriormente resolvê-lo. Foi observado também nessa fase, a percepção do funcionário a respeito do processo e dos fatos que compõem alguns desses problemas, que ele previamente apresentou. A visita ao GEMBA permitiu ao grupo uma ampla visão do processo como um todo, a identificação de problemas e de atividades que não agregavam nenhum valor ao processo e facilitou de forma expressiva a realização da modelagem de forma conjunta com os envolvidos do processo.

3.2.2 Entrevistas

As entrevistas foram realizadas com todos os envolvidos. Inicialmente foi entrevistado o operador técnico, que trabalha diretamente no processo. O seu conhecimento do mesmo, permitiu a obtenção de uma grande quantidade de informações a respeito das etapas mais complexas e de difícil compreensão. Um dos problemas citados foi a perda de tempo por ter que calcular as quantidades de insumos

necessários. De acordo com ele: “Não existe uma tabela padrão para isso. Isso facilitaria muito o meu serviço e diminuiria a probabilidade de erro.” Outra observação foi: “Não temos um cimento de apenas um único fornecedor, a qualidade deles é diferente, isso pode influenciar a cimentação e os resultados do teste”. E também: “Temos muito desperdício de insumos, principalmente dos galões de aditivos.”.

Por fim, foi realizada a entrevista com o gerente de produção, o qual mostrou sua visão a respeito do processo. Para ele: “a fabricação da sapata necessita atingir um elevado nível de qualidade e todos os seus processos devem ser feitos com excelência. O controle de qualidade deve ser feito minuciosamente, nenhuma espécie de problema pode passar despercebido, por mínimo que seja”. Além disso, ele também concordou a respeito dos desperdícios: “A fábrica está em fase de Ramp up, nossa produção ainda é baixa, porém a quantidade de insumo desperdiçado é muito alta. O prazo de validade de insumos como os cimentos e aditivos são curtos e ainda não há um planejamento adequando para a compra dos mesmos.”.

3.2.3 Coleta de dados históricos

Após a visita ao GEMBA e a entrevista, foram coletados dados históricos que envolveram a verificação dos seguintes documentos:

- Resultados dos testes de compressão: Os testes apresentavam certa variabilidade dos dados. Os valores de resistência à compressão dos corpos de prova testados variavam com frequência, dependendo da batelada produzida.
- Indicador de Recusa de conexão após cimentação: Os principais motivos de recusa indicados foram danificação da rosca, devido lixamento e presença de alguns pontos de cimento.
- Indicador de Recusa dos corpos de prova: Alguns corpos de prova, de lotes específicos, não atingiram os resultados esperados.

3.2.4 Processo mapeado

Inicialmente houve a elaboração do macroprocesso, como mostra a figura 4:



Figura 4 – Macroprocesso da fabricação de sapatas

Fonte: Elaborado pelos autores

A seguir são explicitadas as etapas existentes no Macroprocesso:

a) Recebimento da ordem de produção: Este é o início do processo, quando o setor de planejamento e controle da produção envia uma ordem de produção para a fábrica de sapatas, contendo todas as informações logísticas e técnicas necessárias para o início do processo. O supervisor recebe as ordens de produção da semana e em conjunto com o líder de produção organiza como as demandas poderão ser atendidas pela fábrica.

b) Separação dos insumos: De posse da ordem de produção os operadores de produção separam os insumos da mistura de cimento, a válvula correspondente ao modelo da sapata demandada, a estrutura usinada e os moldes para contenção do cimento.

c) Montagem: A estrutura usinada é disposta em uma mesa elevatória, a válvula é posicionada, os moldes são acoplados, o protetor de conexões é instalado. O objetivo é deixar tudo no lugar adequado para receber a mistura de cimento.

d) Cimentação: Numa betoneira especial são colocados areia lavada, brita zero, cimento especial, aditivos e água potável. Tudo devidamente dosado conforme padrão de processo. Os componentes são misturados em um tempo determinado até atingir a textura desejada. Depois a mistura é dosada e vibrada para cada sapata ou colar flutuante a ser fabricado.

e) Controle de qualidade: O controle de qualidade consiste em duas atividades, a primeira é o teste de compressão da corrida de cimentação e a segunda é a inspeção dimensional de todo o conjunto cimentado. No teste de compressão é feito um corpo de prova com o mesmo cimento aplicado na sapata ou colar, e em períodos definidos estes corpos de prova submetidos a ensaios destrutivos para comprovar a capacidade de resistência à compressão da mistura aplicada. Na inspeção dimensional são conferidas todas as medidas previstas no padrão de controle de qualidade das sapatas e colares. Somente produtos aprovados seguem para a etapa de acabamento. Produtos rejeitados são destruídos.

f) Acabamento do produto: Nesta etapa a sapata é pintada conforme o padrão, são inseridas as marcações técnicas, cartões de identificação, informações micro puncionadas, graxas de proteção e protetores de conexões. O conjunto todo é embalado e identificado com as informações do produto e as requeridas pelo cliente.

g) Liberação: Após o acabamento ocorrem a liberação da produção e a aprovação do controle de qualidade para que ocorra o despacho dos produtos.

3.3 Analisar

3.3.1 Levantamento dos principais Problemas

Através da análise de todas as etapas da fase de “Definir”, chegou-se à conclusão

que os principais problemas foram:

Principais Problemas encontrados		
Recusa da conexão após cimentação	Reprovação dos corpos de prova nos testes de compressão	Desperdício de Insumos
Esse foi considerado o problema mais relevante, pois caso a conexão seja recusada após o processo de cimentação, a peça é sucateada.	Caso 2 corpos de prova sejam recusados no teste de 48 horas, toda a cimentação é destruída e a peça é disponibilizada para retrabalho.	Os desperdícios de insumo geram um custo considerável para empresa. Além da necessidade de estocar uma grande quantidade de produtos químicos.
		

Tabela 1 – Principais problemas

Fonte: Elaborado pelos autores

3.3.2 Aplicação do Brainstorming

Após identificar os problemas ocorridos, foi utilizada a técnica de brainstorming para elaboração da análise por Árvore de Falhas. O principal objetivo de sua utilização, foi facilitar a elaboração da árvore de falhas. Houve 3 rodadas gerais, com a seguinte pergunta: Porque ocorre o problema (x)?

A tabela 2 apresenta as respostas obtidas em cada rodada:

Brainstorming
Porque ocorre recusa na conexão após cimentação?
O lixamento danifica a conexão
Conexão exposta
O cimento seca muito rápido
Fica cimento preso na conexão
A conexão não fica protegida
A limpeza do cimento não é correta
Não tem uma ferramenta para proteger a conexão
Rapidez para limpar o cimento
A conexão não atendeu as especificações necessárias
Porque ocorre Reprovação dos corpos de prova nos testes de compressão?
O corpo de prova não atingiu o valor necessário
Transporte inadequado do corpo de prova

Os cimentos possuem propriedades diferentes
Muitos fornecedores
Erro de cálculo de insumos
Falta de verificação
Falha no teste
Porque ocorre Desperdício de insumos?
Quantidade errada de insumos utilizada
Muito estoque
Galão muito grande dos aditivos
A validade do cimento é pouca
Planejamento inadequado de compra
Não há faixa de tolerância para as quantidades

Tabela 2 – Brainstorming
Fonte: Elaborado pelos autores

Foi possível obter uma visão ampla a respeito dos possíveis motivos da ocorrência dos problemas levantados.

3.3.3 Elaboração da árvore de falhas

Foram elaboradas uma árvore de falha para cada um dos três problemas listados. Para o problema de “Recusa na conexão após cimentação” foram encontradas 2 causas raízes: “O cimento seca com grande rapidez” e “Não há proteção adequada na conexão para processo de cimentação, porém a primeira foi descartada, como pode ser visto na figura 5:

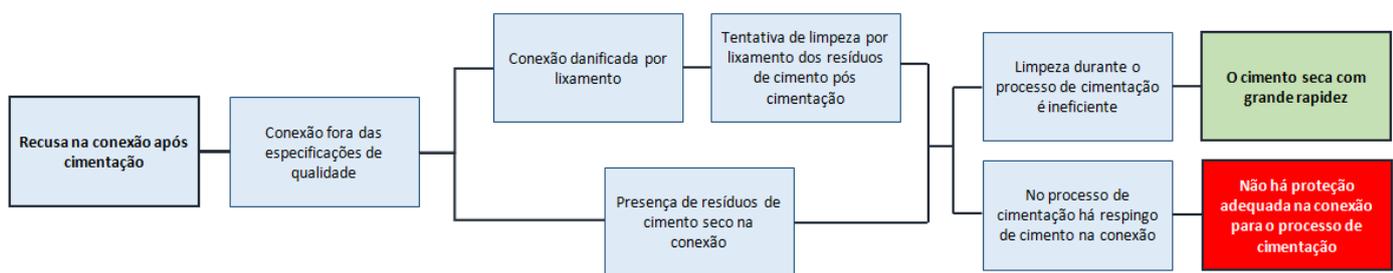


Figura 5 – Árvore de Falhas – Recusa na conexão
Fonte: Elaborado pelos autores

Para o problema de “Reprovação dos corpos de prova nos testes de compressão” foram encontradas 4 causas raízes, porém a “possível vibração durante o transporte do corpo de prova para realização do teste de compressão” foi descartada, como pode

apresentado na figura 6:

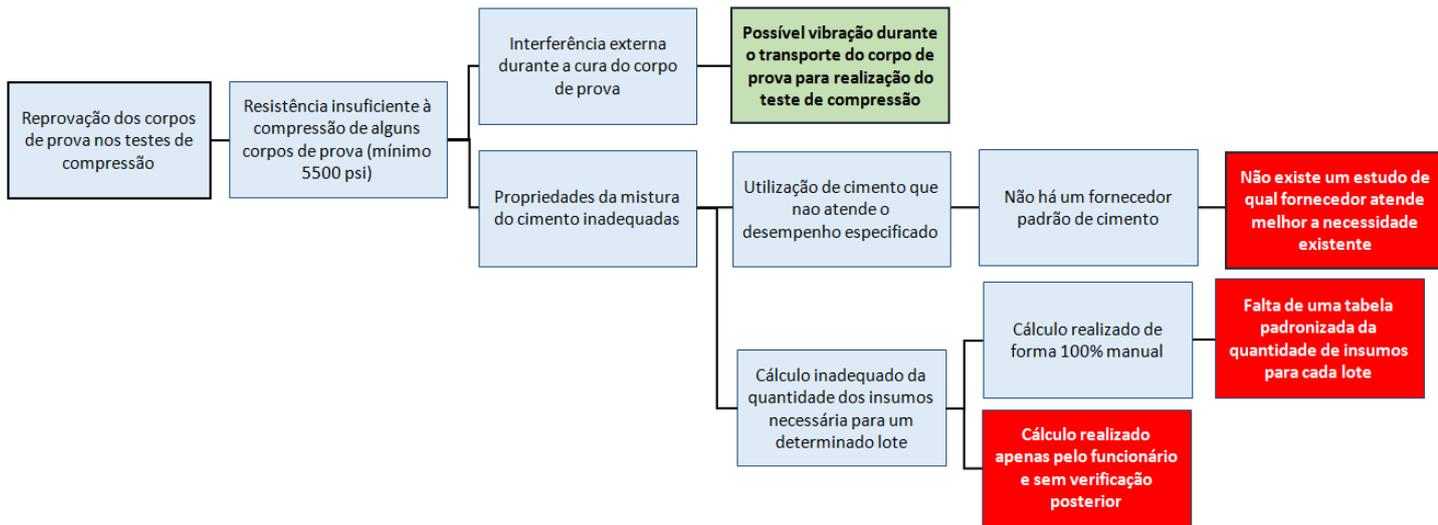


Figura 6 – Árvore de Falhas – Reprovação dos corpos de prova

Fonte: Elaborado pelos autores

Para o problema de “Desperdício de insumos” foram encontradas 6 causas raízes, e nenhuma foi descartada, como pode apresentado na figura 7:

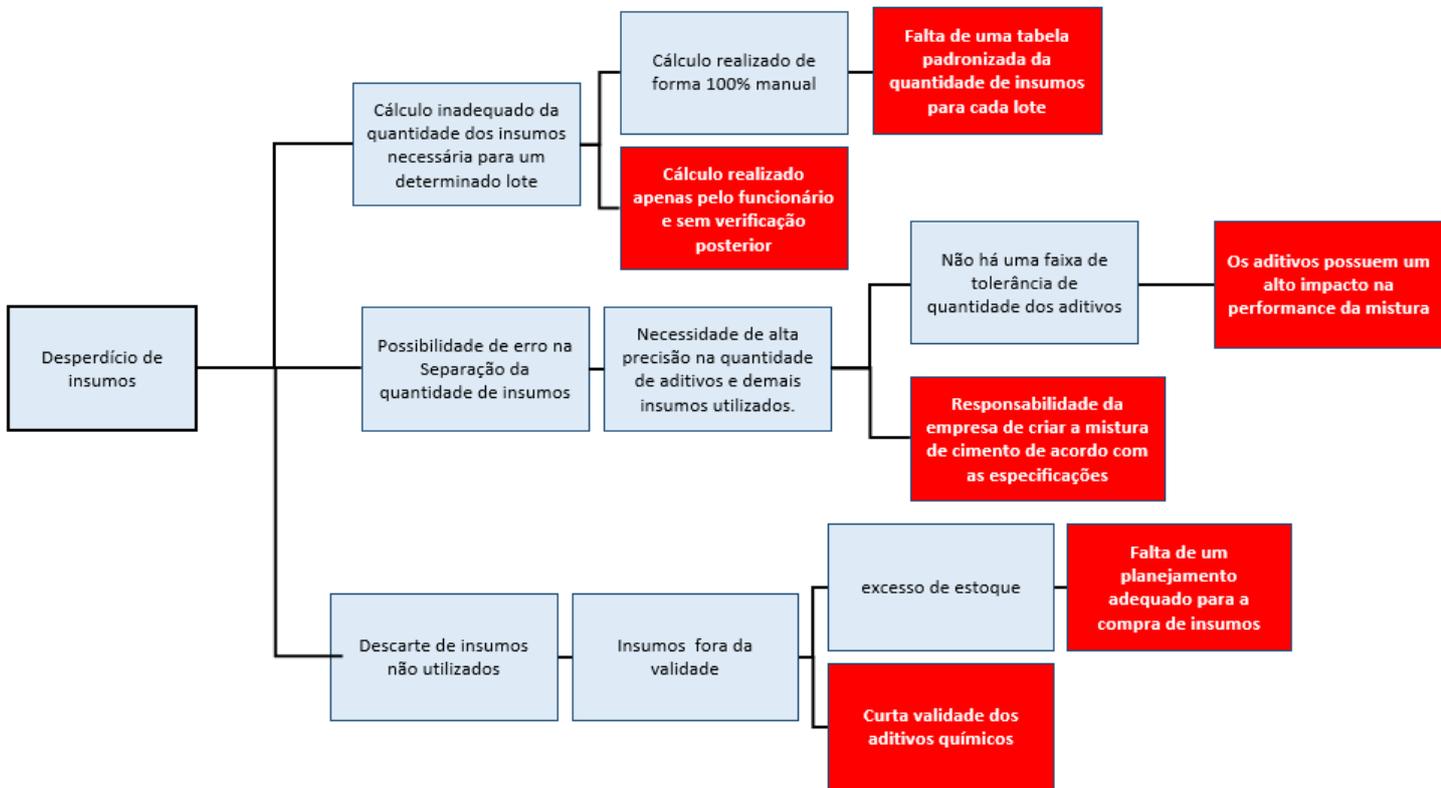


Figura 7 - Árvore de falhas- Desperdício de insumos

Fonte: Elaborado pelos autores

3.3.4 Aplicação do GUT

Após a conclusão da árvore de falhas, a matriz GUT foi utilizada para priorizar e ordenar quais causas raízes deveriam ser sanadas com mais rapidez. Todas as causas raízes foram pontuadas levando em termos de gravidade, urgência e tendência. A tabela 3 mostra o resultado:

Matriz GUT				
Causas	Gravidade	Urgência	Tendência	G x U x T
Não há proteção adequada na conexão para o processo de cimentação	5	5	5	125
Não existe um estudo de qual fornecedor atende melhor a necessidade existente	4	4	4	64
Falta de um planejamento adequado para a compra de insumos	5	4	3	60
Falta de uma tabela padronizada da quantidade de insumos para cada lote	4	4	3	48
Curta validade dos aditivos químicos	4	3	3	36
Os aditivos possuem um alto impacto na performance da mistura	3	3	3	27
Responsabilidade da empresa de criar a mistura de cimento de acordo com as especificações	2	3	2	12
Cálculo realizado apenas pelo funcionário e sem verificação posterior	3	2	2	12

Tabela 3 – Matriz GUT
Fonte: Elaborado pelos autores

A causa raiz que se destacou foi a falta de proteção adequada na conexão para o processo de cimentação. Isso porque essa causa influencia diretamente no sucateamento da peça após todo o processo realizado.

3.4 Implementar

3.4.1 Ações Propostas

Após serem apresentadas as causas raízes que deveriam ser priorizadas, uma reunião foi realizada com os componentes do grupo e todos os envolvidos na fabricação de sapatas e colares, na qual foram discutidas possíveis ações que culminariam na resolução dos problemas existentes através da tratativa de suas causas.

As melhores sugestões/ideias foram organizadas em uma tabela, e percebeu-se que algumas destas, resolveriam mais de uma causa ao serem implementadas. A conexão entre os problemas, as causas raízes geradoras destes e as possíveis ações que resolveriam tais causas foram organizadas na tabela a seguir:

Proposta de Plano de Ação - Processo de Fabricação de Sapatas		
Problema	Causa	Ação
Recusa na conexão após cimentação	Não há proteção adequada na conexão para o processo de cimentação	Criar uma ferramenta para proteção da conexão através do vazamento de um protetor existente em estoque.
Reprovação dos corpos de prova nos testes de compressão	Não existe um estudo de qual fornecedor atende melhor a necessidade existente	Realizar testes para verificar os fornecedores de cimento que atingem as melhores performances
		Propor a fidelização de apenas um fornecedor de cimento, conforme estudo de desempenho
Desperdício de insumos	Falta de uma tabela padronizada informando a quantidade de insumos necessários para cada mistura	Elaborar uma tabela padronizando as quantidades necessárias de insumos para determinada produção, evitando que o cálculo seja feito inteiramente manual
	Cálculo realizado apenas pelo funcionário e sem verificação posterior	
	Os aditivos possuem um alto impacto na performance da mistura	Realizar um teste para verificar o desempenho do produto proposto pela equipe, que possui todos os insumos necessários substituindo a utilização dos aditivos químicos, não sendo mais necessário realizar a mistura e manter estoque de tais produtos.
	Responsabilidade da empresa de criar a mistura de cimento de acordo com as especificações	
	Curta validade dos aditivos químicos	
	Falta de um planejamento adequado para a compra de insumos.	
		Propor a implantação de um Plano Mestre de Produção para otimização dos insumos comprados

Tabela 4 – Proposta de Plano de Ação

Fonte: Elaborado pelos autores

3.4.2 Remodelagem do processo

Através das análises feitas e ações sugeridas, foi possível realizar uma proposta de redesenho da modelagem atual das atividades do processo de fabricação de sapatas, conforme anexos.

A atividade de “calcular a quantidade de cimento necessária” foi substituída por “consultar no procedimento a quantidade de cimento necessária”, pois, devido a criação da tabela padronizada não seria mais necessário calcular a quantidade de insumos necessário, reduzindo, desta forma, além da possibilidade de erros, o tempo da obtenção dessa informação.

A atividade de “Separar componentes necessários” foi descartada, isso porque após a aquisição do produto, não haveria necessidade de fazer a separação e a medição para os demais insumos, como areia, brita, cimento e aditivos. Desta forma, o processo de cimentação reduziria seu tempo de ocorrência, a precisão das quantidade seria mais garantida.

Além disso, uma atividade foi acrescentada de “colocar protetor na conexão”, isso irá permitir que a cimentação não interfira na qualidade da conexão da peça, inibindo os riscos da conexão ser recusada durante o controle de qualidade.

4 | CONCLUSÕES

Pode-se concluir que através do mapeamento de todo o processo, foi possível identificar pontos chaves de melhoria e atividades que não agregam valor ao mesmo.

Dado isto, foi feito um redesenho do processo e este foi proposto e apresentado à gerência. A Iniciativa desse estudo proporcionou o interesse da organização em implementar as melhorias propostas e prosseguir com os estudos através da criação de um GMC (Grupo de Melhoria Contínua) focado para a fabricação de acessórios, garantindo a contínua melhoria do processo. A utilização das ferramentas da Qualidade foram complementos fundamentais para a elaboração de análises melhor apuradas e resultado obtido.

REFERÊNCIAS

ABNT. **Sistema de Gestão Ambiental ABNT NBR ISO 14001**. ABNT. Disponível em: < http://www.abnt.org.br/m3.asp?cod_pagina=1006 >. Acesso em 08 de abril de 2016.

ABRACO. **Tratamento de petróleo para remoção de H2S**. INT, 2006. Disponível em: < <http://www.abraco.org.br/ResumoAmerico-GE.pdf> >. Acesso em 13 de abril de 2016.

ABRAHAM, Marcio. et. al. **O impacto da gestão da qualidade na competitividade empresarial**. 2005. Disponível em: < http://www.ufop.br/incultec/images/Artigos/o_impactoda_gestao_da_qualidade_na.pdf >. Acesso em 04 de abril de 2016.

AMUI, Sandoval. **Petróleo e gás natural para executivos: exploração de áreas, perfuração e completação de poços e produção de hidrocarbonetos**. 1ª ed. Rio de Janeiro, RJ: Interciência, 2010.

BAPTISTA, José Antonio. **A importância da análise de causa raiz (Root cause analysis) na melhoria do desempenho da manutenção industrial**. ABRAMAN, 2011. Disponível em: < <http://www.abraman.org.br/arquivos/191/191.pdf> >. Acesso em 08 de maio de 2016.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. 8ª ed. Nova Lima, MG: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

CARDOSO, Luiz Cláudio. **Petróleo: Do poço ao posto**. 1ª ed. Rio de Janeiro, RJ: Qualitymark Ed., 2005.

CENPES. **Desafios de materiais na área de E&P**. 2008. Disponível em: < http://www.nucleoinox.org.br/upfiles/arquivos/downloads/apresent_petrobras_desafios_sele%C3%A7%C3%A3o_materiais_v2.pdf >. Acesso em 15 de maio de 2016.

DESIDÉRIO, Zafenate. **Qualidade: G.U.T – Priorizando ações**. Disponível em: < http://www.qualidadebrasil.com.br/noticia/qualidade_g.u.t_priorizando_acoes >. Acesso em 01 de abril de 2016

DIAS, E. E. P. **Análise de melhoria de processos: aplicações a indústria automobilística**. Disponível em: <<http://biblioteca.universia.net/ficha.do?id=29473087>>. Acesso em 24/05/2014.

GARVIN, David A. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2002

FILHO, Geraldo Vieira. **Gestão da Qualidade Total: Uma abordagem prática**. 3ª ed. Campinas, SP: Alínea, 2010.

LEME, Tide Soares Paes. **Aplicação de um método de análise e melhoria de processo em uma empresa automobilística**. 2010. Monografia. Universidade Federal de Juiz de Fora. 2010.

MARSHALL J., Isnard et al. **Gestão da Qualidade**. 9ª ed. Rio de Janeiro: FGV, 2008.

MEIRELES, M.; **Ferramentas Administrativas para identificar, observar e analisar problemas**. 1ª ed. São Paulo: Arte & Ciência, 2001.

OAKLAND, John. **Gerenciamento da Qualidade Total**. 1ª ed. São Paulo: Nobel, 1994.

PEARSON EDUCATION DO BRASIL; **Gestão da Qualidade**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.. **Administração da Produção**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

THOMAS, José Eduardo. **Fundamentos de engenharia de petróleo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

UENF. Derivados do Petróleo. 2012. Disponível em: < http://www.uenf.br/uenf/centros/cct/qambiental/pe_derivados.html > Acesso em 14 de maio de 2016.

APLICAÇÃO DO *QUICK RESPONSE MANUFACTURING* (QRM) PARA A REDUÇÃO DO TEMPO DE MANUTENÇÕES PROGRAMADAS EM UMA SUBESTAÇÃO TRANSMISSORA DE ENERGIA ELÉTRICA

Jader Alves de Oliveira

EESC-USP, Departamento de Engenharia de
Produção
São Carlos – São Paulo

Fernando José Gómez Paredes

UFSCar, Departamento de Engenharia de
Produção
São Carlos – São Paulo

Tatiana Kimura Kodama

UFSCar, Departamento de Engenharia de
Produção
São Carlos – São Paulo

Moacir Godinho Filho

UFSCar, Departamento de Engenharia de
Produção
São Carlos – São Paulo

RESUMO: A crescente demanda por energia elétrica devido ao crescimento populacional no Brasil faz com que, tanto as empresas geradoras quanto as empresas transmissoras de energia elétrica, operem suas redes com o mínimo de interrupções possíveis. Somado a esse fator, o tempo de execução das operações de manutenção e intervenção nas estações elétricas, resultam em um forte impacto financeiro. O objetivo desta pesquisa é mostrar como a aplicação da abordagem *Quick Response Manufacturing* (QRM) propõe a redução dos tempos de manutenção

programada para a função transmissão de energia elétrica. O método utilizado na pesquisa foi estudo de caso, cuja unidade de análise foi a Subestação Conversora de Araraquara devido a sua importância na transmissão de energia na região. Verificou-se que a empresa estudada poderá obter vantagens significativas com a adoção desta abordagem. Os resultados esperados por meio da implantação da proposta mostram uma redução de 58% no *lead time* em relação ao tempo total de intervenção projetado inicialmente. Para estudos futuros, uma aplicação da abordagem em outras operações não programadas pode ser analisada, assim como barreiras da execução das propostas feitas com a abordagem no setor de energia.

PALAVRAS-CHAVE: Manutenção Programada, *Quick Response Manufacturing* (QRM), Setor de Transmissão de Energia Elétrica, redução *lead time*.

ABSTRACT: The growing demand for electricity due to population growth in Brazil means that both generating companies and electric power transmission companies operate their networks with the least possible interruptions. Added to this factor, the execution time of the operations of maintenance and intervention in the electrical stations, results in a strong financial impact. The purpose of this research is to show how the application of the Quick Response

Manufacturing (QRM) approach proposes the reduction of the scheduled maintenance times for the electric power transmission function. The method used in the research was a case study, whose unit of analysis was the Araraquara Converter Substation due to its importance in the transmission of energy in the region. It was verified that the studied company could obtain significant advantages with the adoption of this approach. The results expected through the implementation of the proposal show a reduction of 58% in the lead time in relation to the total time of intervention initially projected. For future studies, an application of the approach in other unscheduled operations can be analyzed, as well as barriers to the implementation of proposals made with the approach in the energy sector.

KEYWORDS: Scheduled Maintenance, Quick Response Manufacturing (QRM), Power Transmission Sector, lead time reduction.

1 | INTRODUÇÃO

Os dados apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) apontam que nos últimos anos houve um crescimento demográfico no Brasil. De acordo com as projeções realizadas pelo instituto, a população brasileira deve crescer aproximadamente 6,9% nos próximos 13 anos. O crescimento populacional é acompanhado pelo aumento da demanda de recursos, tal como a energia elétrica. Campos, Do Lago Ramos e Azevedo (2015), constataram que o consumo de energia elétrica prevista para o mercado brasileiro é crescente.

A Empresa de Pesquisa Energética com o intuito de atender essa crescente demanda por energia elétrica possui um planejamento estratégico de curto, médio e longo prazo para o país, tanto na geração quanto na transmissão de energia elétrica. A esse cenário, soma-se o fato do Brasil apresentar grandes dimensões territoriais em que os grandes novos aproveitamentos hidroelétricos estão distantes dos principais centros de consumo. Esses fatores fazem com que os estudos para o desenvolvimento de novas tecnologias na transmissão de energia elétrica a longas distâncias sejam essenciais para o desenvolvimento do país.

As empresas transmissoras de energia elétrica enfrentam desafios para a realização das manutenções, pois a interrupção na transmissão de energia elétrica demanda um volume considerável de recursos. O fator tempo torna-se crucial considerando que o período em que acontece uma manutenção não programada é traduzido na redução da receita pela indisponibilidade da Função Transmissão (FT) impacta o Sistema Interligado Nacional (SIN). Somando-se a isso, todas as intervenções nas funções de transmissão devem ser analisadas e autorizadas pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). Na manutenção, em geral, existe o desafio de realizar a manutenção preventiva ou baseada em condições contra o custo da manutenção corretiva (WAEYENBERGH; PINTELON, 2002).

A FT Polo transmite a energia de forma contínua pelos polos e a sua

indisponibilidade acarreta em deduções do pagamento base. O pagamento base é a remuneração associada à disponibilidade das FT e as deduções por indisponibilidade são realizadas de acordo com as regras do setor de elétrico definidas pela resolução 270 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2007).

Considerando-se o tempo de execução da manutenção como prioridade, surge a seguinte indagação: “Como gerenciar as operações de manutenção programada minimizando o impacto do tempo indisponível de uma subestação de energia elétrica? Entre as sugestões encontradas na literatura, encontra-se a proposta por Stalk e Hout (1990) denominada *Time-Based Competition* (TBC). Segundo Hastak, Vanegas e Puyana-Camargo (1993), esse paradigma visa reduzir o tempo de resposta de um sistema em geral garantindo sua competitividade com foco no tempo. Uma abordagem derivada desse paradigma é o *Quick Response Manufacturing* (QRM) que busca atingir a redução do *lead time* e em um sistema de produção em geral (SURI, 1998). O objetivo desta pesquisa é mostrar como a aplicação do QRM propõe a redução dos tempos de manutenção em uma subestação de transmissão de energia elétrica. Existem algumas aplicações do QRM que descrevem como seus conceitos têm contribuído em outros ambientes, além dos de manufatura (LIMA et al., 2013; MACIEL NETO; GODINHO FILHO, 2011; MELLO et al., 2016). Nesse caso específico, a redução do *lead time* resulta na redução da perda financeira por indisponibilidade da função denominada de parcela variável.

Este artigo apresenta uma aplicação do QRM através de um estudo de caso. A unidade de análise é a Subestação Conversora de Araraquara 600kV CC / 500kV CA, localizada no interior do Estado de São Paulo. A unidade necessita de manutenções periódicas para atender a garantia do fabricante; no entanto, as manutenções demandam uma grande quantidade de equipamentos, devido à inspeção em várias frentes.

A estrutura do artigo contém 5 seções. A seção 2 apresenta conceitos do QRM. A seção 3 descreve o caso e a unidade de análise selecionada da subestação. A seção 4 apresenta o método de pesquisa e o detalhe dos resultados recopilados durante cada etapa da pesquisa. A seção 5 revela as conclusões obtidas para esta pesquisa.

2 | QUICK RESPONSE MANUFACTURING

A Competição Baseada no Tempo (*Time Based Competition* – TBC) é um dos paradigmas estratégicos da Gestão de Operações e foi inicialmente proposto por Stalk e Hout (1990). Esse paradigma enfatiza a redução no tempo de desenvolvimento e de produção dos produtos. Uma metodologia derivada desse paradigma é conhecida como *Quick Response Manufacturing* (QRM) desenvolvida por Suri (1998) que reconhece o tempo como um recurso limitado. De acordo com Godinho Filho e Fernandes (2005), o QRM pode ser classificado como uma abordagem que busca encontrar soluções para

os paradigmas da Manufatura Responsiva.

Essa abordagem não se limita apenas a manufatura, pois não se trata de uma estratégia de chão de fábrica. De acordo com Suri (1998), o QRM é uma estratégia unificada para a toda a empresa. A estratégia QRM refinada e descrita por Suri (2010) pode ser sintetizada em quatro conceitos chave: (a) entender e explorar o poder do tempo; (b) alterar a estrutura organizacional para atingir a redução do *lead time*; (c) utilização dos conceitos e ferramentas de dinâmica de sistemas e; (d) focar a redução do *lead time* na empresa como um todo.

O QRM utiliza-se do termo *lead time*, definido classicamente como, o tempo decorrido entre a realização do pedido pelo cliente até o recebimento deste pedido pelo cliente. No entanto, essa definição não ilustra a possibilidade de entender e eliminar desperdícios do sistema e nem indica o modo pelo qual o atendimento do pedido é realizado (ERICKSEN; STOFLET; SURI, 2007).

As organizações se atentam a custos e a utilização de algumas métricas; porém, o tempo tem sido desconsiderado como uma fonte de melhoria para métricas organizacionais (TREVILLE, 1994). Uma ferramenta coerente para a medição do tempo originada pela abordagem QRM é o *Manufacturing Critical-path Time* (MCT). Soulé *et al.* (2016) corrobora com Suri (2010) afirmando que o MCT é uma métrica para *lead time* que foca nos resultados e na forma como esses são alcançados; é a típica quantidade de tempo no calendário do caminho crítico a partir o tempo decorrente entre a criação de um pedido na manufatura, no qual este flui através do caminho crítico até que a primeira peça deste pedido seja entregue ao cliente. O objetivo do MCT é identificar as maiores oportunidades de melhorias, a fim de detectar as principais causas de longo *lead times* e, conseqüentemente os maiores direcionadores de desperdícios do sistema como um todo (ERICKSEN, et al. 2005).

A implantação do QRM requer pensar em termos de minimização do *lead time*. Deve-se atingir a mentalidade de gestão ideal para alcançar a “economia de rapidez”; portanto, deve-se mudar do pensamento baseado no custo para um pensamento baseado no tempo (SURI, 1998).

3 | DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO E PROBLEMA DE PESQUISA

A subestação conversora de Araraquara iniciou sua operação comercial em novembro de 2013. A subestação recebe energia gerada pelo complexo hidroelétrico do Rio Madeira em Porto Velho, Rondônia através da maior linha de transmissão em corrente contínua do mundo, com cerca de 2.400 quilômetros de extensão.

A Subestação Araraquara tem como principal função converter a energia recebida de Porto Velho na tensão de 600kV em corrente contínua para corrente alternada na tensão de 500kV e assim disponibilizá-la para o SIN.

A empresa fabricante dos equipamentos da Subestação exige inspeções periódicas para atender a garantia dos mesmos. No entanto, interromper a FT é um

imperativo para a realização da manutenção. O problema encontra-se no cliente ONS que possui como umas das suas premissas básicas: a redução das horas indisponíveis durante as intervenções com desligamentos programados por parte das concessionárias. As FTs que possuem os maiores valores de receita na Subestação são os polos, e os seus desligamentos indisponibilizam simultaneamente uma grande quantidade de equipamentos instalados em locais diferentes.

A Subestação é composta por 2 polos conversores. Cada hora de interrupção programada corresponde a uma perda na receita para a empresa de aproximadamente 40 mil reais por polo. Já as interrupções não programadas, ocasionadas por falhas ou por horas extras autorizadas pelo ONS acarretam uma perda de mais de 600 mil reais/hora por polo desligado. A tabela 1 mostra os valores relacionados a perdas na receita da empresa provenientes de desligamentos na função transmissão.

Função transmissão	Por hora		Por minuto	
	Programado	Outros	Programado	Outros
Polo 1	R\$ 40.151,49	R\$ 602.272,29	R\$ 669,19	R\$ 10.037,87
Polo 2	R\$ 40.151,49	R\$ 602.272,29	R\$ 669,19	R\$ 10.037,87
Grupos de filtros GF1 (FH11_C12)	R\$ 6.690,49	R\$ 100.357,29	R\$ 111,51	R\$ 1.672,62
Grupos de filtros GF2 (FH21_C22)	R\$ 6.690,50	R\$ 100.357,50	R\$ 111,51	R\$ 1.672,63
Grupos de filtros GF3 (FH31_C32)	R\$ 6.690,51	R\$ 100.357,71	R\$ 111,51	R\$ 1.672,63
Grupos de filtros GF1 (FH41)	R\$ 6.690,53	R\$ 100.357,92	R\$ 111,51	R\$ 1.672,63
Módulo Geral	R\$ 770,14	R\$ 11.552,08	R\$ 12,84	R\$ 192,53

Tabela 1 - Valores de perda de receita por desligamentos programados e falhas

Fonte: Documento de Referência do ONS: AMSE_31/12/2013

Segundo o manual do fabricante de equipamento (ABB Suécia), três planos de manutenção são necessários e envolvem grandes desligamentos: anual; bianual e; trienal. A operação da empresa iniciou-se em novembro de 2013, como supracitado e, ainda não foi realizada nenhuma manutenção programada, sendo o foco deste estudo a primeira manutenção anual dos polos que foi prevista para ser realizada em novembro de 2014. A manutenção anual programada prevê a manutenção de 6 diferentes equipamentos, sendo eles: 6 biválvulas (12 válvulas no total); 2 filtros de corrente contínua; 3 reatores de alisamento; 15 para-raios das válvulas; 3 capacitores de radiofrequência e; 1 capacitor da barra de neutro. O foco deste estudo centra-se na manutenção programada anual.

4 | MÉTODO DE PESQUISA

A pesquisa realizada utilizou o método de estudo de caso (YIN, 2005). O estudo de caso foi realizado em uma empresa transmissora de energia elétrica, selecionada por meio de uma abordagem não probabilística e intencional (PATTON, 1990). Neste estudo, foram realizadas visitas, coleta de dados e entrevistas. A visita foi acompanhada

por um guia, cuja finalidade era explicar sobre o processo de manutenção da empresa. Durante as visitas foi possível entender o processo de manutenção estudado como um todo. A execução da estratégia QRM para a redução do *lead time* por meio da implementação de um projeto seguiu as quatro etapas propostas por Suri (1998) e encontra-se ilustrado na Figura 1.

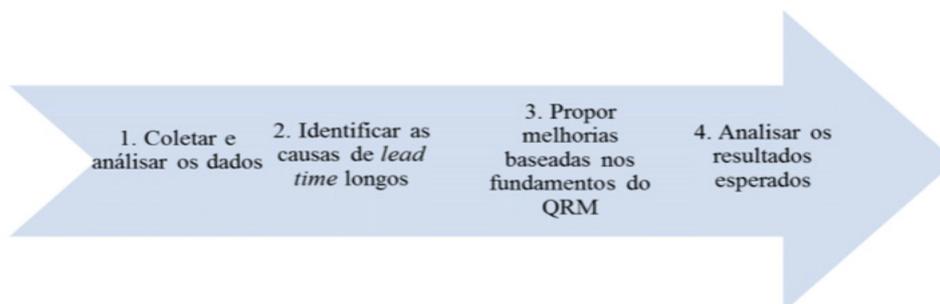


Figura 1 - Etapas da pesquisa

Fonte: Adaptado de Suri (1998)

4.1 Coleta e análise de dados

Realizou-se o mapeamento inicial de todas as atividades de manutenção na Subestação Araraquara. A primeira estimativa foi baseada nos tempos de execução estimados pelo fabricante e nas adequações necessárias da área de segurança dos trabalhos do setor elétrico, conforme exigências da norma regulamentadora NR-10, de 07 de dezembro de 2004 do Ministério do Trabalho e Emprego. Dessa forma, coletaram-se os dados a partir da execução de campo das atividades de manutenção com a equipe local. A validação dos dados foi conferida segundo dados informados pelo fabricante para as atividades.

No mapeamento inicial, identificou-se a infraestrutura e recursos necessários para realizar todas as atividades, tais como: máquinas; equipamentos; ferramentas especiais; materiais de consumo; equipe de especialistas; equipe de apoio; entre outros. Além dos tempos de execução das tarefas, consideraram-se os tempos de deslocamento de recursos. Os tempos de execução das tarefas, movimentação de recursos e *start-up* foram obtidas através de simulação de atividades em campo para mensurar tempos fora da intervenção, pelo nível de detalhe desejado. Nessas simulações de atividades foram coletados os tempos envolvidos. O Quadro 1 apresenta as tarefas a serem executadas durante a manutenção anual dos reatores e o Quadro 2 apresenta as tarefas a serem executadas durante a manutenção anual das biválvulas.

Item	O Que Fazer?
1	Verifique a superfície do enrolamento e a superfície dos isolantes no que diz respeito à contaminação e, se necessário limpe a superfície.
2	Verifique o acabamento da superfície do reator (pintura ou revestimento de proteção de silicone) e, se necessário, retoque pequenas imperfeições.
3	Verifique a superfície do enrolamento no que diz respeito a vestígios de descargas elétricas ou linha de fuga de descargas elétricas. Os caminhos de fuga surgem como vestígios de linhas enegrecidas em forma de árvore frequentemente nas extremidades do enrolamento.
4	Verifique o aperto dos suportes radiais das armações superiores e inferiores dos enrolamentos e se existente, as escoras de fixação desses suportes. Se necessário reapertar as conexões aparafusadas com o torque adequado.
5	Verifique aleatoriamente os torques de aperto das conexões aparafusadas utilizadas para montar os isolantes e os suportes do reator, se necessário aperte as conexões aplicando os torques adequados conforme anexo II.
6	Verifique a extremidade superior do enrolamento e canais de arrefecimento no que diz respeito a corpos estranhos, tais como folhas ou ninhos de pássaros.
7	Verifique as conexões de aterramento no que diz respeito à corrosão e o aperto dos parafusos dessas conexões.
8	Limpeza dos reatores com a utilização de jatos d'água.

Quadro 1 - Tarefas a serem executadas durante a manutenção anual dos reatores

Fonte: Manual do fabricante (ABBSuécia)

Item	O Que Fazer?
	MÓDULOS DE TIRISTORES
1	Verificar a tubulação de refrigeração interna da válvula quanto à existência de gotas d'água e outros indicativos de vazamentos.
	Verificar as conexões quanto a indicativos de mal contato.
	CAPACITORES E RESISTORES
2	Verificar estado geral dos capacitores e resistores do circuito divisor e de amortecimento, substituindo os que apresentarem sinais de danos;
	Verificar a inexistência de conexões folgadas
	ISOLADORES E PÁRAIOS
3	Verificar estado geral dos isoladores e para raios efetuando a limpeza com álcool isopropílico e pano de morim quando necessário;
	SALA DE VÁLVULAS
4	Efetuar a limpeza de todo o piso
	INSPEÇÃO FINAL (ANUAL)
5	Verificar a inexistência de objetos estranhos (ferramentas, instrumentos, etc.) e limpeza da área.

Quadro 2 - Tarefas a serem executadas durante a manutenção anual das biválvulas

Fonte: Manual do fabricante (ABBSuécia)

Para a execução da manutenção são requeridas quatro plataformas e 16 pessoas distribuídas nas seguintes funções: técnicos, supervisores e coordenadores. Conforme citado anteriormente, o número de técnicos, supervisores e coordenadores foi calculado com base no manual fornecido pelo fabricante e nas adequações necessárias para se ajustar à norma regulamentadora de procedimentos de segurança para o trabalhador (NR-10).

As atividades de manutenção do sistema requerem o desligamento parcial do bipolo, indisponibilizando, simultaneamente, uma grande quantidade de equipamentos instalados em locais diferentes. A Figura 2 apresenta a disposição dos equipamentos

através de uma vista superior da planta. Os números correspondem, respectivamente: (1) biválvulas; (2) para-raios das válvulas localizados na sala de válvulas; (3) capacitores de radiofrequência; (4) reatores de alisamento; (5) filtros de corrente contínua; (6) capacitor da barra de neutro.



Figura 2 - Disposição dos equipamentos

Fonte: Elaborado pelos autores

4.2 Identificação das causas do longo *lead time*

Após a coleta e análise dos dados, passou-se para a fase de levantamento das causas do longo *lead time* através da elaboração do MCT. A sua elaboração foi baseada nas tarefas a serem executadas com seus respectivos tempos de execução e recursos requeridos para o plano de manutenção anual conforme apresentado na Figura 4.

Na Figura 4, a cor cinza representa o “*touch-time*” (agrega valor ao processo), os espaços em branco representam os tempos de preparação e deslocamento da plataforma, enquanto a cor verde representa tempos de espera da plataforma. As tarefas estão divididas em três grandes frentes de trabalho: sala de válvulas, Pátio AC e Pátio DC (ver Figura 3) e, conforme Figura 4, podem-se verificar as principais áreas trabalhando de forma paralela e com atividades em série dentro de cada frente de inspeção.



Figura 3 - Visão Subestação

Fonte: Elaborado pelos autores

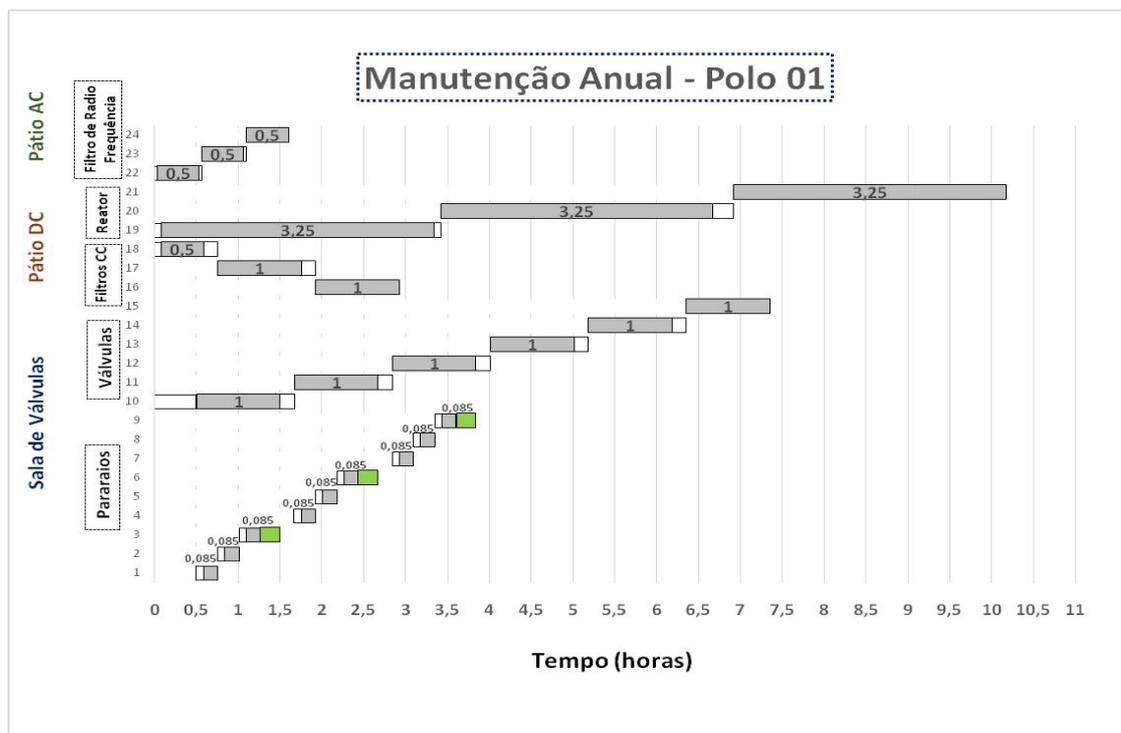


Figura 4 - MCT inicial para o Plano de Manutenção Anual

Fonte: Elaborado pelos autores

Na sala de válvulas é alocada uma plataforma, a qual posiciona uma dupla de técnicos nas válvulas. Durante a inspeção das válvulas, a mesma plataforma é utilizada para realizar a inspeção nos para-raios das válvulas com outra dupla. Vale ressaltar que durante a manutenção de uma válvula é feita a manutenção de três para-raios. No pátio DC, uma plataforma posiciona uma dupla de técnicos que realizarão a manutenção dos reatores, enquanto que outra posiciona a dupla dos filtros e a dupla

do capacitor. Todas as tarefas anteriores também foram sequenciadas em série. Em cada uma das duas frentes de trabalho anteriores haverá um supervisor da empresa fabricante. Finalmente, no pátio AC a manutenção dos filtros de radiofrequência é feita em serie por uma dupla utilizando uma plataforma. O plano anterior requer uma mão de obra total de 12 técnicos, 2 supervisores e 2 coordenadores gerais da manutenção, um dos quais representa à subestação elétrica e o outro é representante do fabricante dos equipamentos.

4.3 Propostas de melhorias e resultados esperados

Nesta seção, apresenta-se e avalia-se as diversas propostas que visam reduzir o tempo necessário para a realização das atividades de manutenção anual do sistema, as quais implicam no desligamento de um dos polos, mantendo a transmissão pela operação monopolar e não bipolar como ocorre normalmente. Avaliações de diversos cenários, considerando diversas possibilidades e limitações na utilização de recursos são apresentadas com o objetivo de avaliar impactos técnicos e econômicos no sistema. O objetivo principal da aplicação do QRM é reduzir o tempo requerido para a manutenção programada da função de transmissão dos polos da Subestação.

Com base no MCT inicial, foram propostas e avaliadas distintas alternativas que poderiam ser utilizadas para reduzir o tempo total de intervenção, o qual inicialmente foi de mais de 10 horas. As propostas de melhoria são resumidas no Quadro 3.

Proposta de melhoria	Princípio, estratégia e/ou ferramenta QRM utilizada	Descrição
Quantificação do “ <i>touch time</i> ” real.	Repensar como realizar as atividades, com foco na minimização do lead time.	Discussões juntamente com o fabricante sobre os tempos fornecidos para as distintas atividades de manutenção. Nessas discussões foi questionada a veracidade dos tempos do manual de manutenção. Além disso, foram feitas simulações em campo para tentar quantificar com maior precisão os tempos das tarefas.
Paralelização da inspeção na sala de válvulas.	Dinâmica de sistemas.	Utilizando o princípio ‘ <i>converter tarefas de sequenciais para paralelas</i> ’ foi proposta a alocação de uma dupla de inspeção adicional na sala de válvulas, o que permite realizar a manutenção de duas válvulas simultaneamente.
Redistribuição das tarefas no pátio DC.	Repensar como realizar as atividades, com foco na minimização do lead time.	Mudou-se a alocação das plataformas às atividades no pátio DC, de modo a minimizar e simplificar a distância percorrida pela equipe através do pátio.
Limpeza dos reatores com a utilização de jatos d’água	Eliminar tarefas que não agregam valor ao processo	Verificou-se que o motivo da limpeza era indicada para situações de salinidade e poluição atmosférica. No caso em questão, essa atividade pode ser retirada.

Quadro 3 - Propostas de melhoria para a redução do tempo de manutenção

Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação à primeira proposta, o tempo de manutenção dos reatores de alisamento foi reduzido devido à eliminação da tarefa 8 (limpeza dos reatores com a utilização de jatos d’água) que pode ser observado na Figura 4. De acordo com o fabricante, esse tipo de limpeza é mais indicado para situações de salinidade e poluição atmosférica. Desta forma, em função das condições locais foi acordada, entre fabricante e subestação elétrica, a eliminação desta tarefa. Com isso, o tempo da manutenção dos reatores passou de 195 minutos para 64 minutos.

A segunda proposta de melhoria surge a partir de simulações feitas em campo,

as quais permitiram observar a movimentação excessiva de alguns recursos. Inicialmente, uma dupla de técnicos executa as tarefas de manutenção de dois reatores localizados um do lado do outro. Ao finalizar estas tarefas, a plataforma de elevação leva a dupla até o reator faltante, atravessando o pátio DC, o que resulta em um alto tempo de deslocamento de técnicos e plataforma. Para contornar este problema, algumas tarefas no pátio DC são redistribuídas: uma dupla de técnicos se encarrega exclusivamente das tarefas dos dois reatores localizados um do lado do outro. O outro reator é realocado à dupla de técnicos encarregados dos filtros, os quais estão mais próximos do reator. Desta forma elimina-se a necessidade de deslocamento entre os reatores e minimiza-se a movimentação total das plataformas.

Finalmente, como última proposta de melhoria, uma nova dupla de técnicos será capacitada e treinada para executar tarefas de manutenção na sala de válvulas, de modo a paralelizar as atividades de manutenção dentro da sala. Inicialmente, a plataforma posiciona uma dupla em uma válvula e, em seguida, posiciona a outra dupla em outra válvula. Após posicionar as duplas nas válvulas, a plataforma fica livre e pode ser utilizada para as inspeções dos para-raios. O anterior gera uma redução de quase 50% do tempo de intervenção na sala de válvulas. É preciso destacar que várias simulações em campo foram realizadas com o objetivo de determinar com maior precisão os tempos de duração das tarefas. Neste caso, verificou-se que o tempo utilizado é realmente de 60 minutos para cada bi válvula. Ao considerar as melhorias propostas, o novo MCT para o plano de manutenção anual é apresentado na Figura 5.

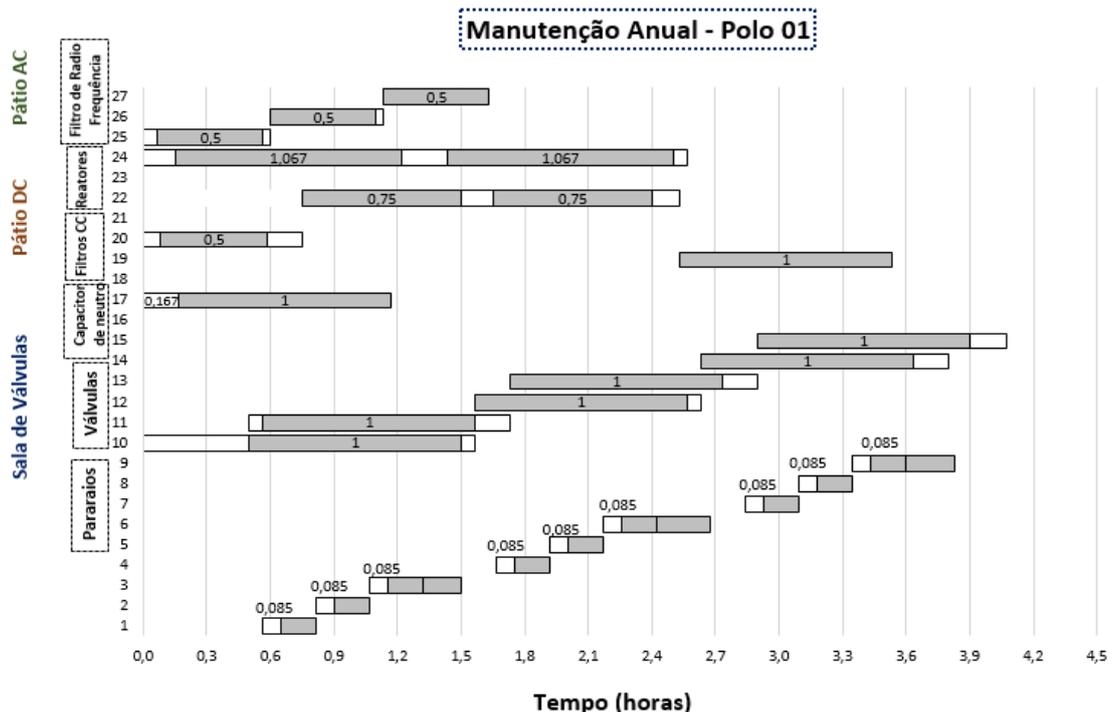


Figura 5 - Mapeamento do MCT com base nas propostas de melhoria

Fonte: Elaborado pelos autores

Destaca-se que a quantidade de técnicos só foi alterada na sala de válvulas (acrescentando uma dupla), enquanto o número de plataformas permaneceu a mesma. Nota-se que no pátio AC a manutenção dos filtros permaneceu igual ao plano inicial tendo em vista que essa atividade não é crítica em relação ao tempo total de intervenção.

O plano de manutenção atual requer apenas mais dois técnicos em relação ao plano inicial, mantendo-se a quantidade de coordenadores e supervisores, totalizando 14 técnicos, 2 supervisores e 2 coordenadores gerais da manutenção.

Os resultados da análise do mapa MCT com as propostas de melhorias indicam que o tempo do desligamento para realizar a manutenção é reduzido em 58%, em relação ao tempo total de intervenção projetado inicialmente. Os custos envolvidos na manutenção estão representados em três itens principais: perda de receita da subestação por desligamento de equipamentos, aluguel de plataformas de elevação e horas extras trabalhadas (por se tratar de desligamento nos finais de semana). A Tabela 2 apresenta um comparativo entre o custo inicial de manutenção programada e o custo adotando as melhorias propostas por meio do QRM.

Descrição	Plano inicial	Plano Proposto
Dedução na receita	$(10,5 \text{ h} + 2 \text{ h}) \times \text{R\$ } 40,00$ = R\$ 500.000	$(4\text{h} + 1\text{h}) \times \text{R\$ } 40.000 =$ R\$ 200.000
Aluguem de plataformas (4 plataformas)	R\$ 32.000	R\$ 32.000
Estimativa de horas extras	R\$ 20.000	R\$ 8.000
Total	R\$ 552.000	R\$ 240.000

Tabela 2 - Custos totais do Plano inicial e Plano proposto

Fonte: Elaborado pelos autores

No plano inicial, 10,5 horas representam o desligamento programado e 2 horas representam a “folga” para a garantia de confiabilidade ao se tratar de um desligamento de longa duração. Essa ‘folga’ para o plano inicial se deve à falta de conscientização dos trabalhadores para esse tipo de atividade. No entanto, no plano proposto, pode-se observar que a “folga” é de apenas 1 hora, pois através do QRM atingiu-se um menor tempo de intervenção projetado e por consequência, uma maior confiabilidade durante a execução da manutenção. Ressalta-se ainda, que cada hora de desligamento não programado representa um custo de R\$ 600.000 para a subestação elétrica em contraste com os R\$ 40.000 por cada hora de desligamento programado. Portanto, o tempo de “folga” afere maior segurança, pois permite contornar eventualidades não contempladas no plano que poderiam aumentar o tempo de intervenção. Em relação aos custos totais, estimou-se uma redução de 43,5% com o plano proposto, ou seja, os custos totais do plano inicial estava estimadas em R\$ 552.000 e com o

plano proposto esses custos estimados ficariam em R\$240.000.

5 | CONCLUSÕES

Esta pesquisa teve como objetivo apresentar como a aplicação do QRM pode reduzir os tempos de operação de manutenção no setor de transmissão de energia, a fim de reduzir o tempo indisponível das subestações de energia. Os resultados encontrados demonstram que essa abordagem pode contribuir significativamente para o setor descrito e traz benefícios a serem considerados nas operações de manutenção. As proposições de melhorias apontam uma redução de 58% em relação ao tempo de intervenção inicial o que reflete a uma redução de perda de R\$312.000 em sua receita. Esse ganho relaciona-se com a parcela variável, cujas deduções são realizadas de acordo com as horas de indisponibilidade da FT.

Ressalta-se a limitante que o mapeamento foi realizado com base no manual de manutenção fornecido pelo fabricante; embora precise ainda uma verificação com os dados reais de execução da manutenção.

Os resultados da pesquisa estão limitados pelo tipo de manutenção escolhida para análise e pelas condições da subestação. Pela baixa frequência da operação analisada, será preciso refinar todas as atividades realizadas durante a execução, como a organização da equipe de trabalho para outro tipo de manutenção. Destaca-se que pesquisas futuras podem aplicar a abordagem para manutenção não programada, pois o fator tempo é mais impactante. Finalmente, deve-se ressaltar que apesar dos ganhos potenciais obtidos através das propostas de melhoria, o maior obstáculo pode ser a mudança da mentalidade dos funcionários do setor para que o foco seja a redução do tempo. Portanto, faz-se necessário que a subestação desenvolva a conscientização e forneça treinamentos às equipes envolvidas.

REFERÊNCIAS

ANEEL- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa 270, de 26 de Junho de 2007.**

CAMPOS, F. L. S.; DO LAGO RAMOS, F.; AZEVEDO, B. M.. **Análise de viabilidade econômica regulatória à criação de cooperativa de consumo de energia elétrica - O caso do setor elétrico brasileiro na segunda década do século XXI.** Revista Produção Online, v. 16, n. 3, p. 966-987, 2016.

ERICKESSEN, P. D.; SURI, R. EL-JAWHARI, B.; ARMSTRONG, A. J. **Filling the gap: rethinking supply management in the age of global sourcing and lean.** APICS, February, 2005.

ERICKSEN, P. D.; STOFLET, N. J.; SURI, R. **Manufacturing Critical-path Time (MCT): The QRM Metric for Lead Time.** April, 2007.

GODINHO Filho, M. FERNANDES. F.C.F. **Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura (PEGEMs) elementos chave e modelo conceitual.** Gestão & Produção. São Carlos v.12, n.3, p.333-

HASTAK, M.; VANEGAS, J. A.; PUYANA-CAMARGO, M. **Time-Based Competition: competitive advantage tool for A/E/C firms**. Journal of Construction Engineering and Management, v. 119, n. 4, p. 785–800, 1993.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>. Acessado em 04 maio de 2017

LIMA, A. D. DE et al. **Proposta de aplicação da abordagem Quick Response Manufacturing (QRM) para a redução do lead time em operações de escritório**. Produção, v. 23, n. 2013, p. 1–19, 2013.

MACIEL NETO, J.; GODINHO FILHO, M. **Integração entre o QRM e as melhores práticas em gestão de projetos**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2011.

MELLO, L. T. C. DE et al. **Análise do lead time nos processos logísticos de uma rede varejista de flores**. Produção Online, v. 16, n. 4, p. 1237–1261, 2016.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora NR-10, de 07 de Dezembro de 2004**.

ONS, OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA. **Procedimento de rede – Submódulo 16.2 Acompanhamento de manutenção de equipamento e linhas de transmissão, de 05 de Agosto de 2009**.

PATTON, M. Q. **Qualitative evaluation and research methods**. SAGE Publications, inc, 1990.

SOULÉ, F. V. et al. **Proposta de redução de lead time na linha de produtos termoeletrônicos de uma pequena empresa familiar do interior paulista**. Revista Produção Online, v. 16, n. 1, p. 278-312, 2016.

STALK JR, G.; HOUT, T. M. **Competing against time**. Research-Technology Management, v. 33, n. 2, p. 19-24, 1990.

SURI, R. **It's about time: the competitive advantage of quick response manufacturing**. Productive Press, 2010.

SURI, R. **Quick response manufacturing: a companywide approach to reducing lead times**. Portland, Oregon: Productivity Press, 1998.

TREVILLE, S. **Using rapid modeling to make kaizen work more effectively**. APICS The Performance Advantage, October 1994.

WAEYENBERGH, G.; PINTELON, L. **A framework for maintenance concept development**. International Journal of Production Economics, v. 77, n. 3, p. 299–313, 2002.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3^a ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL: ESTUDO DE UMA MICROCERVEJARIA EM NOVA LIMA - MINAS GERAIS

João Marcelo Soares Bahia

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Rafael Assunção Carvalho de Paula

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Eduardo Romeiro Filho

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

RESUMO: No Brasil, as cervejarias artesanais, com sabores e aromas personalizados, estão conquistando novos mercados e se difundindo pelo território nacional. Minas Gerais é um dos estados com maior concentração de cervejarias artesanais, grande parte delas instaladas em Nova Lima, cidade da região metropolitana de Belo Horizonte. Junto ao crescimento desse mercado, aumenta também a preocupação com os impactos ambientais causados pelos insumos utilizados e pelas saídas dessa produção artesanal, em especial considerando-se que a legislação local permite a produção de cerveja em áreas residenciais. A partir deste cenário, este artigo apresenta uma avaliação do ciclo de vida ACV realizada em um pequeno processo produtivo de cerveja artesanal em Nova Lima. Para fazer a avaliação dos impactos ambientais gerados utilizou-se, junto à metodologia de ACV, o software aberto OpenLCA. Foram considerados também, por meio de revisão de literatura, impactos relacionados a resíduos do sistema cuja inserção no software não

foi possível, tendo em vista sua ausência na base de dados, como o bagaço de malte, a purga e o trub. O processo de produção da microcervejaria artesanal foi avaliado quanto aos impactos ambientais decorrentes da produção de 1000 L de cerveja, considerada como unidade funcional. Como resultado das análises percebeu-se que os maiores efeitos no meio ambiente são decorrentes do malte, da levedura e, principalmente, da embalagem de vidro utilizada. Ademais, o estudo buscou alternativas, em literatura e no contato com a fábrica, para diminuição do impacto ambiental decorrente do processo de produção.

PALAVRAS-CHAVE: ACV, cerveja artesanal, Produtos Mineiros, Impacto ambiental, Reaproveitamento

1 | INTRODUÇÃO

Desde 1999, com a consolidação e fusão de grandes cervejarias no Brasil, o mercado desse produto alcançou números impressionantes, chegando a produção de 14 bilhões de litros em 2014. Essa alta produção e o posto de 3º maior mercado de cerveja no mundo, depois dos Estados Unidos e China, está apoiada na forte consolidação das grandes cervejarias, responsáveis por 98,6% da produção nacional da bebida em 2013. A

cadeia produtiva impulsionada pelo setor cervejeiro, que engloba desde o agronegócio ao pequeno varejo, mercado de embalagens, logística, maquinário e construção civil, é responsável por 1,6% do PIB e 14% da indústria de transformação nacional (CERVBRASIL, 2016; SEBRAE, 2015).

Contudo, não só de grandes empresas sobrevive o setor. As pequenas indústrias, microcervejarias, também contribuem para a produção e para o consumo da bebida. De acordo com a definição de Morado (2009, p. 264), as microcervejarias são aquelas que têm o seu produto voltado para uma demanda regional, atendendo quesitos tradicionais e com qualidade diferenciada, não trabalhando na alta escala industrial. Com um valor menor de produção e com produtos mais personalizados, essas empresas conseguiram atingir um novo mercado, não tão explorado pelas grandes indústrias. Os consumidores buscam maiores experiência no consumo, apreciando sabores e aromas característicos. Além disso, segundo Gadbem (2008), apud Matos (2011), houve um aumento do poder de consumo da classe C, que se permitiu comprar produtos de maior qualidade e, conseqüentemente, mais caros.

Tal crescimento do mercado para as microcervejarias, aumentou a participação desse subsetor no mercado nacional da bebida, saindo dos 8% em 2012 para 11% em 2014, segundo o Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja. De acordo com estudo realizado pelo Instituto da Cerveja Brasil (2016), entre 2014 e 2015 houve um crescimento de 17% no número de cervejarias artesanais, fechando 2015 com 372 empresas (a expectativa era encerrar 2017 com mais de 500).

No estado de Minas Gerais, existem 41 cervejarias artesanais e, dessas, 15 estão localizadas em Nova Lima (região metropolitana de Belo Horizonte, MG), segundo o Sindicato das Indústrias de Cerveja e Bebidas em Geral do Estado de Minas Gerais (SindBebidas), apud Noronha (2017). Números que aumentam quando se considera a grande quantidade no estado de “cervejarias ciganas”, marcas que terceirizam a produção de suas receitas, seja por ausência de uma estrutura tecnológica e territorial ou mesmo por estratégia financeira.

Destaca-se o estímulo dado pela Câmara Municipal de Nova Lima ao aprovar, em 2013, a lei nº 2292 que permite artesanato em áreas residenciais. Assim, não era mais necessário que o cervejeiro instalasse uma fábrica na área industrial da cidade para obter um alvará de funcionamento. Isso estimulou e atraiu diversos produtores para a região, assim como outros setores da cadeia produtiva movimentada pelas novas cervejarias.

Outro incentivo governamental é o fato de que a partir de 2018, as microcervejarias poderão optar pelo Simples Nacional, um regime tributário menos burocrático e mais adequado à realidade de micro e pequenas empresas. Isso para microcervejarias com faturamento de até 4,8 milhões de reais anuais. O fato é que, com esse incentivo, a tendência é que o número de microcervejarias continue crescendo no país e na região de Nova Lima, gerando diversos impactos de ordem econômica, social e ambiental. Especificamente em termos de impacto ambiental, é importante sua avaliação, tendo

em vista a progressiva concentração de empresas em áreas residenciais, conforme permitido pela legislação local.

Esta pesquisa consiste em uma ACV – Avaliação do Ciclo de Vida envolvendo uma microcervejaria artesanal localizada na cidade, buscando desenvolver estudos e analisar processos de fabricação das cervejas artesanais. A empresa pesquisada que apresenta potencial de crescimento no mercado de cervejas especiais, aproveitando-se das características regionais já apresentadas. Como exemplo, o expressivo número de microcervejarias estimula a presença de outros setores da cadeia produtiva da cerveja, o que diminui consideravelmente os custos logísticos e de estoque.

Visou-se coletar os dados de entrada e saídas das matérias primas envolvidas em cada processo e, assim, obter os impactos ambientais gerados, por meio da metodologia de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) associada à utilização do software OpenLCA. Com os resultados obtidos, procurou-se mapear os pontos críticos da análise ambiental e as possíveis soluções para diminuir os impactos, sendo algumas delas já implementadas pelas empresas do estudo de caso.

2 | REVISÃO DE LITERATURA:

A cerveja artesanal trata-se de uma bebida produzida com foco na variedade de cores, aromas e gostos, utilizando técnicas e receitas tradicionais de fabricação (PARANHOS, 2017). Dessa forma, utilizam-se ingredientes especiais selecionados e receitas customizadas, em grande parte oriundas de forma empírica. As empresas focadas nesse tipo de cerveja, muitas de origem familiar, se preocupam mais com a qualidade do produto do que com a quantidade produzida em si, buscando agregar valor a cada unidade.

Para revisão de literatura, foram levantadas ACV de cervejas em geral. Neste caso, Cordella et. al. (2007) definem cinco principais análises a serem feitas:

- Produção e aquisição de matérias primas e produtos auxiliares;
- Produção da cerveja;
- Envase do produto;
- Sistemas de transporte;
- Energia envolvida;
- Tratamento de descartes.

Lalonde et al (2013) trazem em seus estudos a comparação de três fases distintas entre 5 cervejarias: os insumos dos materiais para fabricação, as operações e o consumo da bebida. Nos resultados obtidos, é possível perceber os principais impactos ambientais pertencentes a cada etapa. Os insumos dos materiais são os principais contribuintes para ecotoxicidade, depleção de ozônio, uso de água, eutrofização, uso da terra e poluição atmosférica na maioria das cervejarias avaliadas. Já as operações

industriais são as grandes responsáveis pelas mudanças climáticas e acidificação, em três das cinco empresas avaliadas. Por último, o consumo da bebida está relacionado também à mudança climática, devido à alta liberação de CO².

Ao analisar a Avaliação do Ciclo de Vida da produção de cerveja na Grécia, Koroneos et. al. (2005), pôde-se ampliar os conhecimentos acerca dos resultados de ACVs de Cervejas. Para esse trabalho, a produção de garrafas, seguido da embalagem e da produção da cerveja em si, são os grandes responsáveis pelos impactos ambientais causados pelo produto.

3 | METODOLOGIA

Buscou-se conhecer, através de uma série de visitas técnicas, a dinâmica do processo produtivo para cada diferente receita produzida pela microcervejaria. Por se tratar de cerveja artesanal, é aceitável que os processos produtivos possuam pequenas diferenças entre uma receita e outra. Com base nas observações realizadas, optou-se por dirigir o presente estudo à produção da cerveja tipo Pilsen, visto que o volume produzido dessa cerveja é elevado em comparação com os demais tipos, há uma maior precisão em relação às quantidades de cada insumo utilizado e, além disso, a escolha facilita eventuais comparações com outros estudos sobre cervejas artesanais, visto que o tipo Pilsen é o mais popular no país.

Com um fluxograma de processo definido, reuniões foram realizadas para coletar os principais dados de entrada e saída de cada etapa do processo produtivo. Ou seja, os dados utilizados no presente estudo estão de acordo com as informações recebidas e observadas em cada reunião realizada. Por fim, foram utilizados os princípios da metodologia de ACV e aplicado o software livre OpenLCA para cálculo dos impactos gerados.

3.1 Ferramentas utilizadas e método de Avaliação do ciclo de vida

Para auxiliar na avaliação do ciclo de vida, esses dados foram inseridos no software OpenLCA versão 1.6.3. A escolha do software considerou o fato do mesmo ter código aberto e gratuito, o que garante maior transparência e acessibilidade no caso de eventuais reproduções do estudo. Além disso, o software permite a importação de diferentes tipos de bases de dados, essenciais para ACVs mais profundas em que se deseja considerar entradas muito específicas. Assim, para cada entrada específica do sistema analisado, procurou-se entre as bases de dados a mais se aproximasse das condições existentes no caso analisado. Além disso, para a avaliação dos impactos dessa análise do sistema, utilizou-se da metodologia *eco-indicator 99*.

3.1.1 Objetivo e escopo

A primeira etapa de uma ACV consiste na definição dos objetivos do estudo

bem como o escopo, ou sistema, que será analisado. Esse escopo deve estar em concordância e ser suficiente para responder aos objetivos definidos (ABNT, 2009). Considerando o fato da cervejaria analisada apresentar uma capacidade produtiva em torno de 1.000L (litros) por produção, a unidade funcional foi definida nesse valor.

Neste estudo, serão considerados desde o processo de moagem do malte até o momento em que a cerveja está pronta para ser distribuída. Dessa forma, não fazem parte do escopo os processos envolvidos na produção e transporte das matérias primas, assim como na distribuição do produto final, a cerveja. A maioria das cervejarias, localizadas na região em estudo, utilizam-se dos mesmos insumos e formas de obtenção para a produção da cerveja. Além disso, não há um padrão na distribuição do produto final, o que dificulta a coleta de dados referentes ao transporte. A figura 1 apresenta um fluxograma simplificado dos processos que serão analisados.

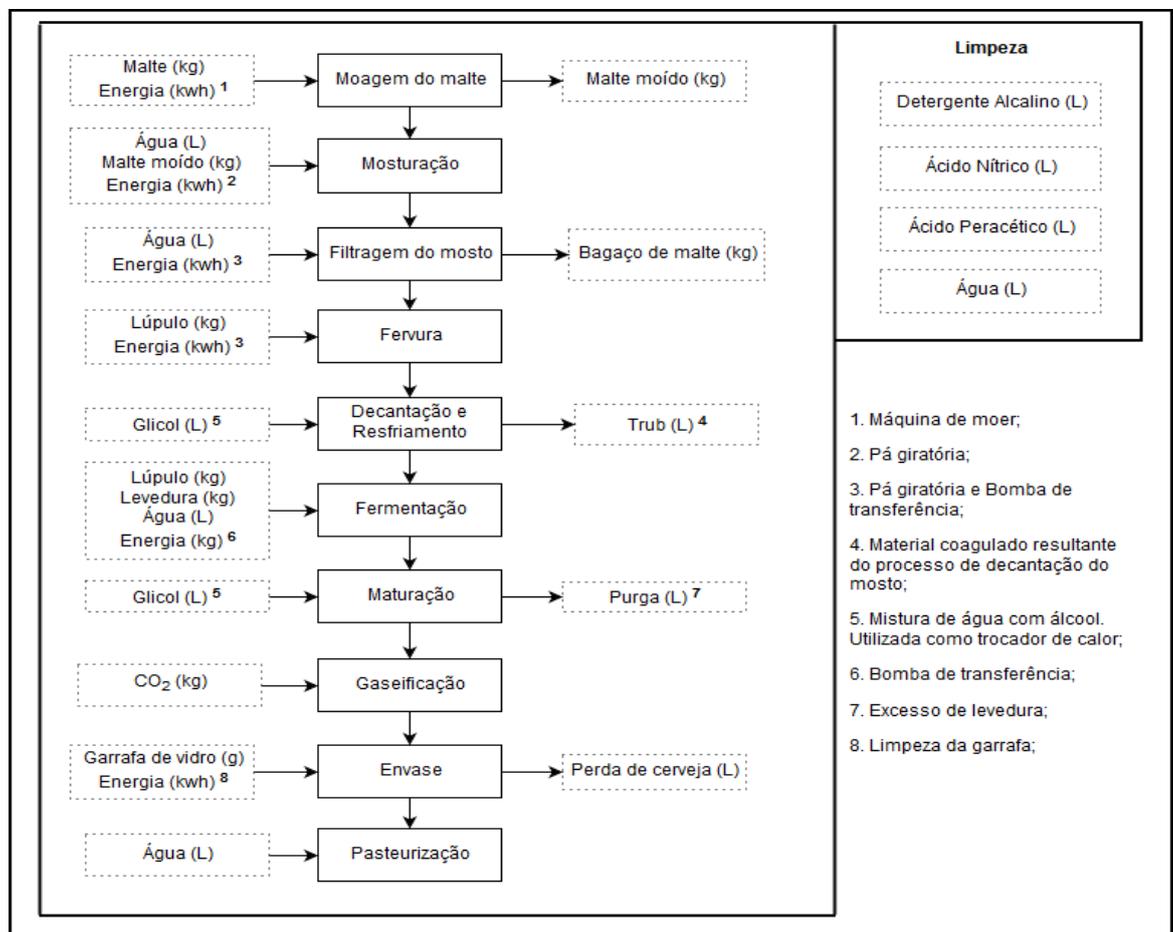


Figura 1 - Fluxograma de produção

Fonte: Autoria própria (2018)

3.1.2 Análise de inventário

Nessa etapa da ACV, os dados coletados devem ser quantificados e qualificados de forma coerente com a unidade funcional definida no estudo (ABNT, 2009). Conforme definido no escopo, os dados foram calculados em função de 1000L (litros) de cerveja produzida.

Quantidades referentes à energia consumida foram obtidos através da potência e do tempo de funcionamento dos equipamentos, para cada etapa do processo. Quanto às emissões de CO₂, a cervejaria analisada não possui mecanismos para quantificar a quantidade emitida no processo produtivo. Porém, de acordo com Krämer (2010), para cada hectolitro de cerveja produzida são necessários cerca de 1,8 a 2,0 kg de CO₂. Logo, na tentativa de aproximar o estudo à realidade, esse valor foi considerado na análise.

3.1.3 Avaliação de impactos

A etapa de avaliação de impactos é o momento em que os dados inseridos no software são avaliados conforme os impactos ambientais associados. Esses impactos são apresentados em categorias específicas, de acordo com a metodologia utilizada para o cálculo (ABNT, 2009).

Em diversos estudos, é comum a não inserção no software de um dado específico, presente no escopo, devido a sua não disponibilidade no conjunto de bases de dados utilizados. Nessa situação, a avaliação de impactos sobre esse dado é realizada com o auxílio da literatura disponível. Neste estudo, não foi encontrada uma base de dados correspondente ao lúpulo.

O método escolhido para o cálculo foi o *eco-indicator 99*. Nele, os impactos ambientais são agrupados nas três seguintes categorias: saúde humana, recursos e ecossistema. A avaliação desses impactantes foi realizada sob as três perspectivas disponíveis no método escolhido: hierárquica, igualitária e individualista.

3.1.4 Interpretação

A última etapa da ACV corresponde à interpretação dos resultados obtidos nas etapas anteriores, sendo confrontados com o objetivo e escopo definidos no início do estudo. Nesse momento, são identificadas as etapas críticas do processo produtivo analisado, pontos que mais impactam no meio ambiente.

Vale ressaltar que os resultados foram obtidos através de uma abordagem relativa, apresentando efeitos ambientais potenciais e não, necessariamente, impactos reais. Logo, é importante que a interpretação considere essa limitação (ABNT, 2009).

A partir disso, é possível analisar possíveis melhorias que visam à diminuição dos impactos ambientais alavancados por esses pontos críticos. Novas tecnologias, estratégias diferentes de produção, reutilização de materiais e novas formas de descarte de resíduos são exemplos de soluções levantadas em muitos estudos presentes na literatura.

4 | RESULTADOS

A utilização do método de Avaliação do Ciclo de Vida permitiu obter resultados tanto quantitativos quanto qualitativos. A primeira categoria advém da utilização do software aberto OpenLCA, no qual são criados fluxos de produtos e processos de produção e, a partir de métodos pré-estabelecidos, são calculados os impactos ambientais.

A segunda categoria, resultados qualitativos, são frutos da coleta de dados e da conversa direta com os funcionários da cervejaria. Além disso, as conclusões dessa etapa estão relacionadas com a revisão de literatura sobre os impactos ambientais na produção de cerveja e a utilização dos resíduos em outros sistemas.

4.1 Resultados quantitativos

4.1.1 Resultados gerais:

De forma geral, pode-se analisar o impacto ambiental do processo produtivo como um todo, desde a moagem do malte até a pasteurização da cerveja (última etapa, conforme Fig. 1). Assim, cada categoria de impacto é o resultado da soma do seu correspondente valor em cada processo de produção. Por exemplo, o impacto ambiental gerado pelo consumo de energia final é a soma do impacto do consumo desse fluxo em cada etapa do fluxograma.

Perspectiva	Perspectiva de tempo	Gerenciabilidade	Nível requerido de evidência
I (Individualista)	Curto prazo	Tecnologia pode evitar muitos problemas	Inclusão de efeitos comprovados
H (Hierárquica)	Balancedo entre pequeno e curto prazo	Políticas adequadas podem evitar vários problemas	Inclusão de efeitos baseada no consenso
I (Igualitária)	Muito longo prazo	Problemas podem levar a catástrofes	Todas as possibilidades de efeitos são consideradas

Quadro 1: Perspectivas Eco-indicador 99

Fonte: Adaptado de Eco-indicador 99 - Manual for designers (2000)

Este trabalho buscou, entretanto, ampliar a análise dos impactos ambientais para diferentes cenários temporais. Para tanto, utilizou-se das perspectivas disponíveis no método de avaliação de impacto Eco-Indicador. Tais metodologias se dividem entre

Individualista, Hierárquica e Igualitária e suas diferenças podem ser vistas na tabela a seguir: Cada realidade empregada no OpenLCA gerou resultados quantitativos para a análise. Esses são divididos entre impactos à saúde humana, ao ecossistema e aos recursos. Para que pudessem ser comparados, foram coletados os dados provenientes da pontuação única, ou seja, informações com uma mesma unidade de medida. Na tabela abaixo seguem os resultados de cada impacto em cada cenário:

Impacto/ Perspectivas	Individualista	Igualitária	Hierárquica
Saúde Humana	4,02E+05	3,52E+04	4,76E+04
Recursos	0,8448	0,14139	0,26094
Ecossistema	0,65556	1,28473	1,02778

Quadro 2: Valores dos impactos ambientais por perspectivas

Fonte: Autoria própria com valores obtidos no *OpenLCA* (2018)

A partir da observação da tabela, fica claro o alto impacto à Saúde Humana, causado pelo processo produtivo da Cerveja Artesanal, quando comparado ao impacto nos Recursos e no Ecossistema (independente da perspectiva). Para uma melhor comparação entre as diferentes avaliações do Eco-Indicador, gerou-se um gráfico em barras de 100% no qual se analisa cada impacto ambiental em diferentes avaliações. Dessa forma, no gráfico abaixo, vemos que o maior impacto na saúde humana está na perspectiva de curto prazo enquanto no Ecossistema as perturbações se dão no longo prazo.

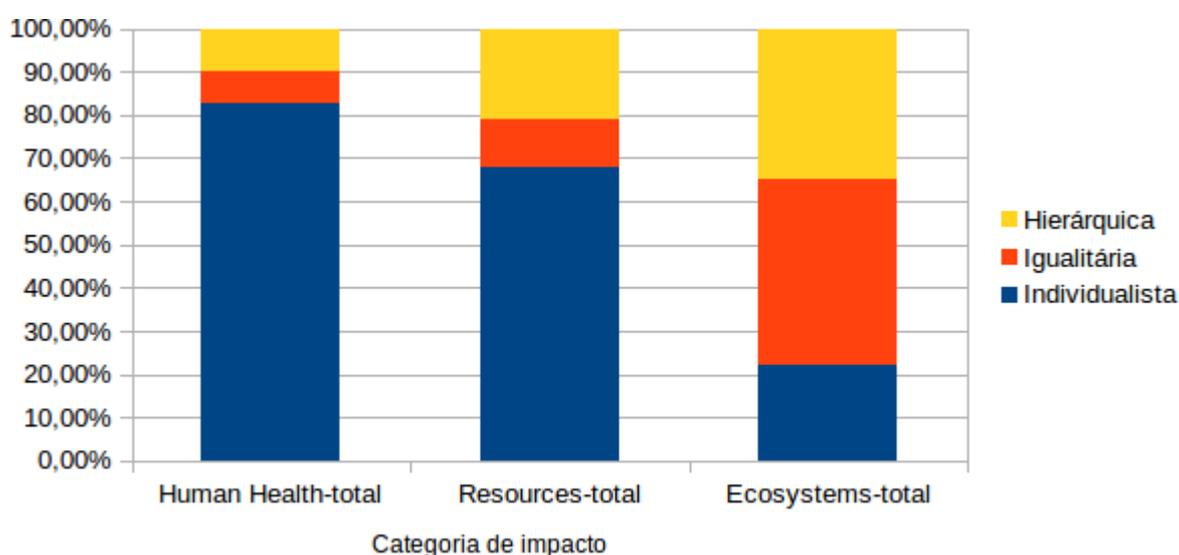


Figura 2: Comparação dos impactos ambientais em cada perspectiva

Fonte: Autoria própria com valores obtidos pelo *OpenLCA*

4.1.2 Resultados específicos:

A avaliação do impacto ambiental a partir do OpenLCA foi também realizada para as entradas específicas da produção do produto estudado. Foram obtidos, conseqüentemente, valores que representam o quanto um fluxo de entrada ou saída impacta ambientalmente nas categorias observadas: Saúde Humana, Recursos e Ecossistema. Com o propósito de se fazer uma análise relevante neste trabalho, são apresentados somente os processos que causam alta consequência ambiental quando comparado aos outros.

Assim, na tabela abaixo pode-se comparar o impacto ambiental dos processos das três principais entradas da produção de cerveja artesanal: o Malte, a Levedura e a Embalagem de vidro.

Impacto/Entrada	Malte	Levedura	Embalagem de vidro
Saúde Humana	0,1986	0,0032	3,1961
Recursos	1,4638	0,0039	0
Ecossistema	3,8508	0,0083	10,8114

Quadro 1: Impacto ambiental das entradas do processo em cada categoria

Fonte: Autoria própria com valores obtidos pelo OpenLCA

Pela análise das informações, nota-se que o impacto da embalagem de vidro utilizada pela cervejaria é (mesmo que igual a zero nos recursos) significativamente maior quando consideramos a saúde humana e o ecossistema. O principal responsável por esse fator é a forma de descarte da garrafa de vidro e a demora de sua decomposição no meio ambiente. Esse produto está, contudo, dentro do escopo de atuação da empresa, ou seja, a cervejaria possui o poder de escolha de embalagens diferentes ou de adoção de políticas de reutilização. Observa-se que essa manipulação não é tão aberta na utilização do malte e da levedura, pelo fato desses produtos serem intrínsecos à produção de cerveja, estando, assim, fora do escopo de atuação.

A reutilização das garrafas de vidro é uma saída para a cervejaria. De acordo com o estudo exploratório de Muraro (2010), o uso de embalagens retornáveis é visto como vantajoso pelas empresas, levando em conta a economia financeira e a preservação do meio ambiente. Como principal dificuldade para esse processo, o autor cita a questão logística, principalmente os aspectos de transportes de retorno, a customização para os clientes e as avarias ocasionadas durante estas movimentações.

4.2 Análise de dados qualitativos

Uma segunda análise que o estudo se propôs a fazer é a dos resíduos que não puderam ser inseridos no software devido alguma limitação, principalmente pela especificidade do material. Dentre eles, o bagaço de malte, a purga e o trub são os

mais significativos e, portanto, os de maior preocupação no descarte.

O bagaço de malte, produto da etapa de mosturação, é composto em grande parte por fibras e proteínas. Essa característica viabiliza a sua utilização para nutrição animal e humana, destino que já é empregado pela empresa estudada. Além disso, o material pode ser utilizado para produção de energia por queima direta ou por produção de biogás anaerobicamente; produção de carvão vegetal; material absorvente em tratamentos químicos; dentre outras alternativas. (MATHIAS; MELLO; SERVULO, 2015)

Grande parte das cervejarias artesanais não possuem mecanismos para reaproveitamento das leveduras presentes na purga, uma saída da etapa de maturação (Fig. 1). Isso porque, apenas aquelas leveduras com células ativas podem ser reutilizadas numa nova fermentação, e o processo de separá-las é o que desencoraja muitos produtores. Porém, para reduzir os impactos ambientais decorrentes do descarte desse resíduo, existem possibilidades de aplicações fora das cervejarias.

Mathias et al (2015) e Pinto et al (2013) destacam o elevado poder nutricional presente nas leveduras descartadas na maturação, com destaque para a presença de aminoácidos, vitaminas do complexo B e minerais. Apresentando uma grande viabilidade de serem reaproveitadas para enriquecimento de ração animal e de suplementos alimentares. Ademais, Paula e Faria (2017) demonstram que a utilização dessas leveduras na produção de aguardente de *liquor* de laranja mantém a qualidade química e sensorial da bebida.

O trub é um material coagulado resultante da decantação do mosto, contém partículas de lúpulo e proteínas instáveis em sua composição. Assim como ocorre com o bagaço de malte e com a purga, o trub é comumente empregado no enriquecimento de alimentos para ruminantes, devido ao elevado valor proteico. Mas a reutilização do trub no tanque de filtração, onde se mistura com o bagaço de malte, também é uma alternativa ao descarte (TROMMER, 2014).

5 | LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Algumas limitações do estudo merecem ser pontuadas, considerando o software utilizado e o sistema produtivo da empresa. Referente às bases de dados disponíveis no OpenLCA, um dos materiais de entrada do processo, o lúpulo, não foi encontrado. Além disso, informações referentes a outros fluxos, como o malte e a levedura, não estão disponíveis em dados nacionais, como está a energia elétrica.

Considerando o modo de produção artesanal da cervejaria do estudo, algumas informações não são possíveis de coletar, como a quantidade de CO₂ utilizada no processo de gaseificação e alguns tempos de etapas da produção. Esse entrave, entretanto, já era esperado, pela especificidade do modo produtivo da empresa. Em processos artesanais cada lote de produção varia em função de conhecimentos tácitos dos cervejeiros, dificultando a mensuração de entradas e saídas de materiais.

6 | CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou fazer uma Avaliação do Ciclo de Vida da produção de 1.000 litros de cerveja artesanal de uma cervejaria localizada na região metropolitana de Belo Horizonte. Utilizou-se, para tanto, uma análise quantitativa, auxiliada pelo software aberto OpenLCA, e uma qualitativa, baseada em bibliografia relacionada ao tema e em uma série de visitas à empresa.

A partir dos resultados numéricos, conclui-se que os maiores impactantes de todo o processo são a embalagem de vidro, o malte e a levedura. Para cada um desses materiais, foram encontradas alternativas que visam diminuir o impacto ambiental gerado. Para as garrafas, a reutilização das mesmas foi vista como uma possibilidade para a cervejaria, que ganharia tanto na questão ambiental quanto na financeira. Para os resíduos atrelados ao malte e à levedura, o bagaço de malte e a purga, viu-se que estes podem ser utilizados para alimentação animal ou humana, para fontes geradoras de energia e até, no caso da purga, ser reutilizado no processo de produção da cerveja.

Considerando os três materiais, embalagem, malte e levedura, como intrínsecos à grande parte das cervejarias, conclui-se também que as soluções que visam diminuir os impactos ambientais podem ser adaptadas a cada realidade. Essa conclusão se fortalece quando levado em conta o modo artesanal de produção. Geralmente o produto final dessas empresas possuem um maior valor agregado e, portanto, o bom controle de resíduos e uma logística reversa que visam diminuir os impactos ambientais e os gastos financeiros são pontos que merecem ser levados em consideração.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14040: Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura**. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CERVEJA (CERVBRASIL). **Anuário 2016**. [S.l.]. 2017.

BRASIL. Lei n. 2.292, de 21 de set. de 2012. **Programa Municipal de Desenvolvimento da Produção Artesanal e Orgânica Associada ao Turismo - PRO-ARTESÃO**, Nova Lima, MG, set 2012.

CGSN - Secretaria-Executiva do Comitê Gestor do Simples Nacional. **Simples Nacional. Receita Federal, 2017**. Disponível em: <<http://www8.receita.fazenda.gov.br/SimplesNacional/noticias/noticiacompleta.aspx?id=415AD600-7D43-4E55-971B-55DF99E95EF3>>. Acesso em: Out 2017.

CORDELLA, M; TUGNOLI A; SPADONI, G; SANTARELLI, F; ZANGRANDO T. **LCA of an Italian lager beer. The International Journal of Life Cycle Assessment**, 13(2)133-139, 2008.

ECO-INDICATOR 99. **Manual for Designers: a damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment**. The Hague: Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment Communications Directorate, 2000.

FERREIRA, A. **A Cena Craft Beer no Brasil**. Instituto da Cerveja Brasil. Disponível em: <http://www.agraria.com.br/extranet/arquivos/agromalte_arquivo/7665f6ea68d4a21b1a6e25dcdeda04fb.pdf>, 2016. Acesso em: Abr 2018.

KORONEOS, C; ROUMBAS, G; GABARI, Z; PAPAGIANNIDOU, E; MOUSSIOPOULOS, N. 2005. **Life cycle assessment of beer production in Greece**. *Journal of Cleaner Production* 13(4)433–439.

KRÄMER, GV. **Recuperação de CO2 em microcervejaria**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos. Porto Alegre. 2010.

LALONDE, S; NICHOLSON, A; SCHENCK, R. **Life Cycle Assessment of Beer in Support of an Environmental Product Declaration**. Disponível em: <http://iere.org/wpcontent/uploads/2013/10/IERE_Beer_LCA_Final.pdf>, 2013. Acesso em: Mar 2018.

MATHIAS, TRS; DE MELLO, PPM; SERVULO, EFC. Caracterização de resíduos cervejeiros. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, 1(2)3805-3812, 2015.

MATOS, RAG. **Cerveja: Panorama do mercado, produção artesanal, e avaliação de aceitação e preferência**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

MMA/MEC/IDEC - Ministério do Meio Ambiente; Ministério da Educação; Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor. **Consumo sustentável: Manual de educação**. Brasília: Consumers International, 2005.

MORADO, Ronaldo. **Larousse da Cerveja**. São Paulo: Larousse, 2009.

MURARO, C; OLIVEIRA, F; JUNIOR, J; ROBERTO, M; KONISI, P. **A Tendência de Utilização de Embalagens Retornáveis em Indústrias – Um estudo exploratório no Brasil**. *Jovens Pesquisadores*, 3(5)39-54, 2006.

NORONHA, FLA. **Com 15 cervejarias artesanais, Grande BH se consolida como o ‘cinturão da cevada’ em MG**. *Estado de Minas*, 2017. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2017/04/02/internas_economia,859102/ceveja-artesanal-cresce-producao-em-minas-e-grande-bh.shtml>. Acesso em: 02 dez. 2017.

PARANHOS, PSR. **O que é cerveja artesanal? Mestre cervejeiro**, 2017. Disponível em: <<http://www.mestre-cervejeiro.com/o-que-e-ceveja-artesanal/>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

PAULA, CAP; FARIA, JB. **Evaluation of the use of discarded industrial brewer’s yeast to obtain orange liquor spirit**. *Brazilian Journal Food Technology*, v.20, 2017.

PINTO, CL; LOPES, VM; FILHO, CDC; ALVES, AV; BENEVIDES, JMC. **Determinação do valor nutritivo de derivados de levedura de cervejaria (*saccharomyces spp.*)**. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, 15(1)7-17, 2013.

SEBRAE. **Relatório de Inteligência - Alimentos**. Disponível em <<https://sebraeinteligenciasetorial.com.br/produtos/relatorios-de-inteligencia/cevejas-artesanais/55c4ad3614d0c01d007ffeae>>2015. Acesso em: Abr. 2018.

TROMMER, MW. **Avaliação do ciclo de vida no processo de produção da cerveja**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba. Santa Bárbara: UNIMEP, 2014.

EFEITO DA APLICAÇÃO DO OEE EM UMA INDÚSTRIA LÁCTEA GOIANA

Darlan Marques da Silva

Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia de Produção
Rio Verde – Goiás

Angélica de Souza Marra

Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia de Produção
Rio Verde – Goiás

Jordania Louse Silva Alves

Universidade de Rio Verde, Faculdade de Administração
Rio Verde – Goiás

RESUMO: A ferramenta *Overall Equipment Effectiveness*–OEE, auxilia variados segmentos de empresas a visualizarem sua eficiência de máquinas e equipamentos justamente com a qualidade de produção, fatores cruciais para as empresas. Com base nesta ferramenta, o presente estudo teve como objetivo avaliar a eficiência da linha de envase de uma empresa de produtos lácteos localizada no Sudoeste do estado de Goiás. Realizou-se um estudo de caso com coletas in loco de janeiro a junho de 2017. Para maior robustez, foi aplicado o teste ANOVA para comparar as variações entre os meses, conjuntamente com o Teste F e o Gráfico de Pareto. Como resultados, identificaram-se as maiores perdas do processo produtivo envolvendo paradas de produção e

seus impactos. Os volumes de produção dos períodos estudados na empresa, apontaram o não atingimento da meta estabelecida, 85%, do OEE. Tal deficiência gerou um déficit de volumes em litros de dois milhões e setecentos mil, e perda em reais, de aproximadamente, quatro milhões. Foram apontados pontos de melhorias onde a empresa pode aplicar planos de ações corretivas.

PALAVRAS-CHAVE: OEE. Processo Produtivo. Lácteo. Melhoria.

ABSTRACT: The Overall Equipment Effectiveness (OEE) tool assists various segments of companies to visualize their machine and equipment efficiency precisely with production quality, which is crucial for companies. Based on this tool, the present study aimed to evaluate the efficiency of the packaging line of a dairy company located in the Southwest of the state of Goiás. A case study was conducted with on-the-spot collections from January to June 2017. For greater robustness, the ANOVA test was applied to compare the variations between the months, in conjunction with the F Test and the Pareto Chart. As a result, the greatest losses of the productive process involving production stops and their impacts were identified. The production volumes of the periods studied in the company, pointed out the failure to reach the established goal, 85%, of the

OEE. This deficiency generated a volume deficit in liters of two million seven hundred thousand, and loss in reais (R\$), of approximately four million. Improvement points were pointed out where the company can implement corrective action plans.

KEYWORDS: OEE. Productive Process. Dairy. Improvement.

1 | INTRODUÇÃO

O consumo de alimentos é um fator crescente em decorrência do aumento populacional, com isso, o mercado mundial vive grande concorrência de preços e produtos, sendo fundamental produzir com qualidade e menores custos de produção. No Brasil, independente de crises política e econômica, o segmento alimentício permanece em constante crescimento a fim de atender às demandas básicas e as necessidades da população (WOLLMANN, 2011).

No contexto brasileiro, o estado de Goiás é um dos grandes responsáveis pela produção agropecuária, especialmente no que diz respeito à produção de leite e seus derivados, esta que é uma das mais importantes cadeias do complexo agroindustrial brasileiro. Em setembro de 2016 o estado produziu aproximadamente 20 bilhões de litros de leite, permeando uma significativa contribuição econômica (MILKNET, 2016).

Diante desta relevância no mercado, é preciso que as empresas busquem melhorar continuamente a eficácia de seus processos e da gestão de sua produção, otimizando a utilização de maquinários e equipamentos de forma eficiente, para que produza com qualidade e reduza desperdícios, para tal, são necessárias ferramentas que auxiliem na tomada de decisões (OLESKO, 2013).

Para tal, ferramentas como a *Overall Equipment Effectiveness* – OEE, surgem para verificar fatores de qualidade e obter melhor controle do processo produtivo. Sua adoção permite analisar o comportamento dos indicadores de perdas e gargalos em um setor, medir a desenvoltura do equipamento e desdobrar sua performance dentro do tempo de produção proposto. A OEE utiliza conceitos de manutenção viabilizando implementar melhorias, para produção constante dentro dos padrões de qualidade (BARIANI, 2006).

Desta forma, o presente trabalho apresenta como objetivo analisar a eficiência de uma linha de produção de derivados de leite utilizando a ferramenta OEE, que considera uma eficiência global de 85%. Para tal, foi realizado um estudo de caso, com diversas visitas periódicas à linha produtiva de envase de uma empresa de derivados do leite localizada no sudoeste do estado de Goiás.

Os dados foram coletados diariamente, sendo observados também os fechamentos mensais em um período de seis meses, de janeiro a junho de 2017. As coletas *in loco* e dados fornecidos pelo histórico da empresa, permitiram o cálculo do OEE, que foi calculado pela capacidade das máquinas de envase verificando sua eficiência (%), disponibilidade dos equipamentos e a qualidade dos produtos envasados.

Para resultados mais consistentes, foi aplicada o teste ANOVA para comparar

as variações entre os meses, conjuntamente com o Teste F e o gráfico de Pareto. A tabulação dos dados foi feita em planilhas do @Excel2013. Foi mantida a confidencialidade dos dados e arquivos obtidos. Realizou-se também pesquisas bibliográficas para o embasamento teórico sobre o tema abordado.

Para se obter uma melhor análise do processo produtivo da empresa estudada, verificaram-se os pontos positivos e negativos, realizando estratificações de paradas para visualizar itens que poderiam ser melhorados.

A análise visa auxiliar a empresa a identificar as perdas relacionadas aos equipamentos essenciais para produção, identificar os gargalos e orientar a tomada de decisões para o processo de melhoria contínua e aplicação de planos de ação nas principais falhas do processo.

2 | OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS - OEE

A qualidade está ligada ao desempenho financeiro e operacional das empresas, além disso, os consumidores estão utilizando-a nos produtos como um de seus critérios de aquisição, com isso, empresas do setor alimentício têm necessidade de buscar novas tecnologias e inovações para garantir a qualidade de seus processos e produtos.

De tal modo, produções controladas refletem produtos mais competitivos em relação aos dos concorrentes (GONÇALVES *et al.*, 2016). A utilização de indicadores permite alcançar melhor eficiência nos processos produtivos, estes, têm sido adotados constantemente em diversos segmentos (MELLO *et al.*, 2016).

Segundo Souza (2016), adotar indicadores de produção auxilia na redução de custos e desperdícios, aumentando a eficiência da produção, eles medem as atividades de trabalho, o que facilitam as tomadas de decisões e fomentam a qualidade nos processos. Os indicadores de desempenho possuem relevância fundamental para que as empresas se posicionem no mercado (LUIZ *et al.*, 2016).

Dentre os indicadores de desempenho, o OEE vem se destacando atualmente, tal indicador procura analisar a eficiência, performance, disponibilidade e qualidade das máquinas alinhadas às estratégias de manutenção, a fim de gerar poucas paradas e *setups*. O OEE permite conhecer, examinar e acompanhar a evolução dos índices de funcionamento dos equipamentos possibilitando análises críticas e detalhadas sobre os processos (PITON *et al.*, 2016).

O mesmo autor afirma que o OEE é uma ferramenta prática e simples, deduzida da metodologia *Total Productive Maintenance* – TPM, que quantifica a utilização das principais máquinas em uma linha de produção, no que tange à sua velocidade, paradas, boa performance e qualidade. O OEE surgiu nos anos 70, e busca medir a eficiência global e a habilidade do equipamento para atingir uma boa performance de produção (LIMA, 2014).

A mensuração do OEE é feita através do cálculo da porcentagem, que pode ser realizada por softwares específicos ou planilhas do Excel. Para tal, multiplica-se: disponibilidade, performance e qualidade (Equação 1). Os dados são coletados e medidos separadamente (SOUZA, 2016).

$$OEE = (D \times P \times TQ) \times 100 = \%$$

Equação (1)

Onde: D é a disponibilidade; P a performance; e TQ é a taxa de qualidade.

Sendo a disponibilidade medida pela quantidade de tempo que determinado equipamento esteve disponível para produzir comparado com a quantidade de tempo que ele efetivamente produziu, ou seja produção teórica versus produção real.

Já a performance, trata de quanto tempo este equipamento trabalhou próximo do tempo de ciclo ideal estipulado para produzir um determinado produto.

Para a taxa de qualidade é analisado o número de peças boas produzidas comparado com o número de peças total produzidas, retirando os desperdícios e produtos com defeitos e falhas (BARIANI, 2006).

A Figura 1, apresenta as características mais comuns do cálculo do OEE e os fatores que impactam na meta definida para que se atinja a eficiência global, sendo assim, são destacadas quebras de equipamentos, setups, ajustes, perdas na utilização de equipamentos, paradas, velocidade de produção, refugos, retrabalho de produtos e falta de matéria-prima. Todos estes dados devem ser medidos para que assim se consiga realizar o cálculo de eficiência.

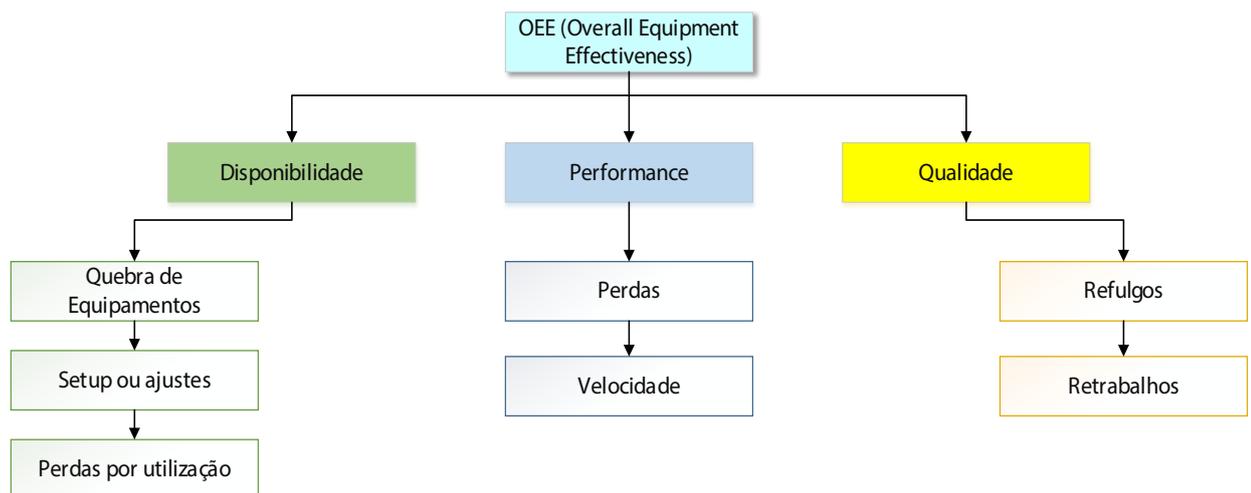


Figura 1- Sistema de funcionamento OEE

Fonte: Souza *et al.* (2016).

Piton (2016) assegura que as empresas que buscam alcançar 85% do indicador OEE, precisam se dedicar para conseguir que seus índices de disponibilidade, performance e qualidade entre 90% e 99%. Para tal, é necessário realizar uma análise

das principais paradas da linha de produção e máquinas afetadas, estratificando-as e relatando suas causas.

Souza (2016), afirma que para o OEE ser eficaz deve resultar no aumento da produtividade, da qualidade, e da satisfação do cliente, além de otimizar a utilização de máquinas, equipamentos e diminuir retrabalhos. Segundo Reis (2016), com demandas de necessidade de redução de perdas no processo e de produtos, muitas empresas buscam a implementação do OEE.

Na empresa estudada, o OEE mediu as paradas e perdas do processo de envase de produtos como bebidas lácteas e cremes culinários, maior demanda de produção, a fim de otimizar o processo.

3 | FLUXO DO PROCESSO DE BEBIDA LÁCTEA

A empresa analisada está localizada no Sudoeste do estado de Goiás, produz bebidas lácteas, caldas de baunilha e chocolate, que são homogeneizadas, maturadas e ricas em proteínas estruturais para sorvetes. Também produz lactobase, as quais podem ser saborizadas de acordo com a demanda do cliente, e creme culinário, muito utilizada na fabricação de diversos pratos e sobremesas.

Seu processo de produção tem início com a aquisição de insumos e matéria-prima, que ao chegar à portaria da indústria, são pesadas e analisadas pelo setor de qualidade, estando em conformidade com os parâmetros da empresa, a entrada é liberada, caso contrário, são devolvidas.

Após liberação, segue para o setor de recepção, mix e preparo, onde a matéria-prima é recebida. São retiradas amostras para análise laboratorial, estando de acordo com as especificações, a matéria-prima é preparada, de acordo com a demanda do Planejamento e Controle da Produção – PCP, para a produção e entra para as linhas de envase do Ultra High Temperature –UHT.

Nesta etapa, o produto segue para máquinas de envase, onde é envasado em bag-in-box de 5L ou 10L, seguindo pelas linhas onde os bags são acomodados em caixas que são lacradas mecanicamente e paletizadas de forma manual. As caixas são armazenadas de acordo com seus lotes e data de fabricação e depois transportadas para o cliente final, conforme demanda do departamento comercial.

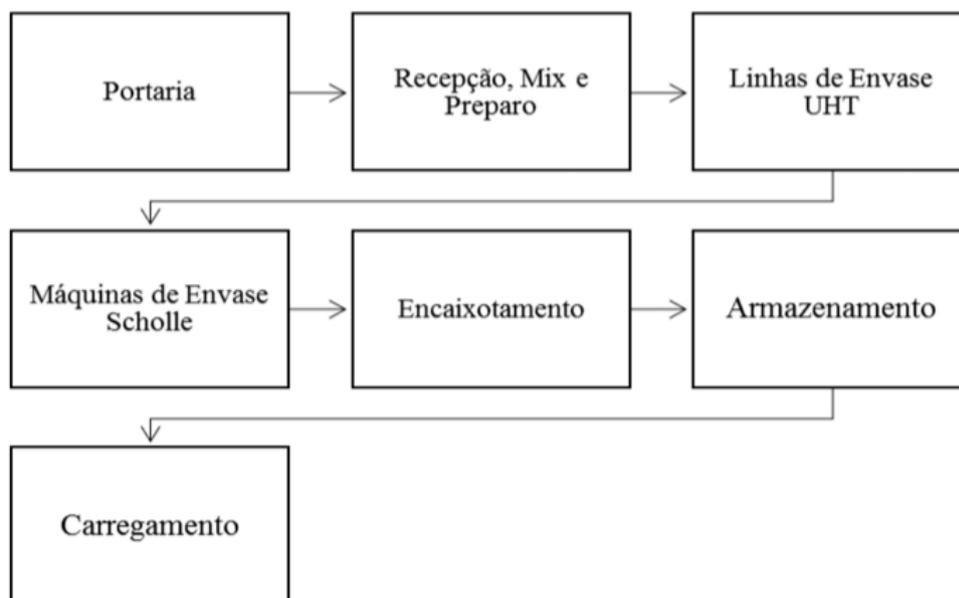


Figura 2 - Fluxograma do Processo da empresa

Fonte: Desenvolvido pelos próprios autores (2017).

A Figura 2, destaca o fluxograma macro referente ao processo da empresa analisada, pode-se observar os principais processos de uma produção empurrada, que segundo Barco (2008), são sistemas onde a produção tem um planejamento levando em consideração as futuras demandas de produção.

O presente, utilizou o indicador OEE para analisar o processo das máquinas de envase, por ser de grande relevância e valor para a produção de bebidas lácteas. Foram coletadas informações diárias de paradas de processo, faltas de matéria-prima, quebra do equipamento, entre outros fatores. A empresa conta com duas máquinas com um operador em cada turno, funcionando 24 horas por dia, todos os dias da semana.

4 | RESULTADOS

O OEE foi aplicado no processo de envase da empresa estudada a fim de levantar os pontos de melhorias do processo. As máquinas de envase da empresa estudada possuem capacidade de envase para *bags* de 10 litros/hora a 10.800 litros/hora e para *bags* de 5 litros/hora a 6.500 litros/hora.

As amostras foram colhidas do mês de janeiro ao mês de junho de 2017. A meta estipulada para a empresa estudada foi de 85%, conforme Piton (2016). A Equação 1, foi utilizada para calcular o OEE do processo de envase da empresa estudada.

Diante da análise realizada, observou-se que a empresa poderia ter uma produção teórica com alcance de OEE 100%, 160.000 litros, no entanto foi atingindo apenas 74% de sua capacidade. A produção realizada foi de apenas 118.000 litros, com um déficit de 42.000 litros entre o previsto e o realizado. O preço médio por litro

dos produtos da empresa em estudo é de R\$ 1,50/litro, de acordo com os índices obtidos, houve uma perda de R\$ 63.000/dia. É notória a necessidade de alcance da meta sugerida por Piton (2016), para evitar prejuízos.

A Figura 3, apresenta os resultados obtidos pelo OEE. Durante o período observado, foram identificadas variações relevantes, principalmente nos meses de abril e junho.

As variações observadas nos meses estudados decorrem de paradas não programadas por quebras, falhas dos equipamentos e horas de produção paradas por falta de matéria-prima, ou seja, tempo que a produção ficou ociosa aguardando a equipe de *Supply Chain* realizar o recebimento das aquisições de matéria-prima na empresa.

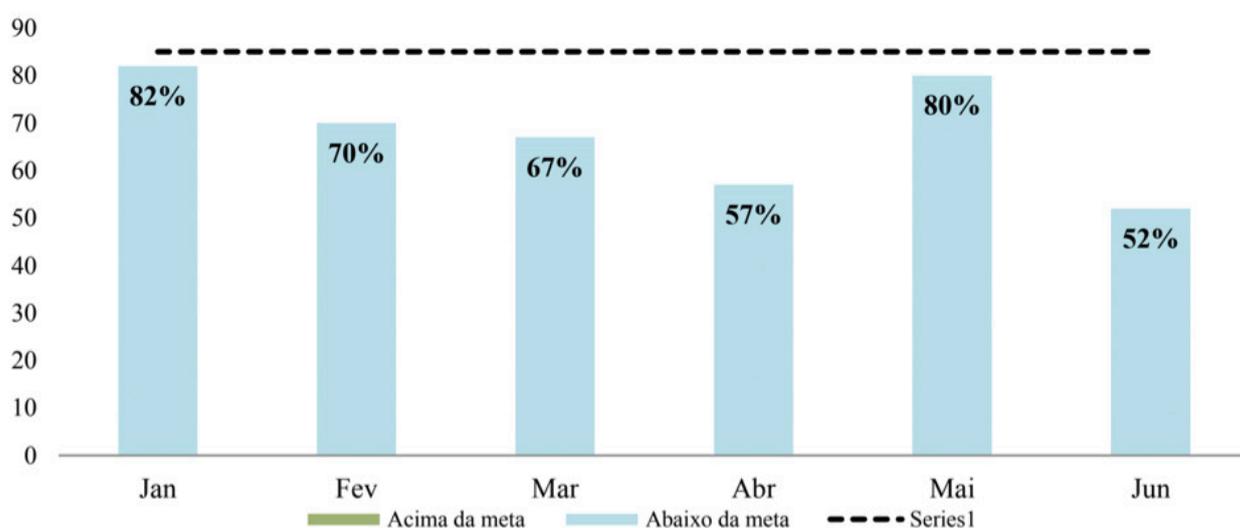


Figura 3 – Eficiência Global dos Equipamentos - OEE

Fonte: Desenvolvido pelos próprios autores (2017).

Para validar os dados mensais obtidos pelo OEE, utilizou-se a análise de variância estatística ANOVA, onde é verificada a distribuição de dados, aleatoriedade de erros, efeitos e independência estatística dos valores. Segundo Ribeiro e Caten (2011), a análise dos dados estatísticos de valores atribuídos é observada com a utilização da aleatoriedade.

Logo, foi realizado o levantamento das hipóteses, com a finalidade de verificar a variação entre os meses em estudo:

- H₀: não há diferença significativa entre os grupos, ou seja, não há efeito de mês em relação ao OEE.
- H₁: há diferença significativa entre os grupos provocada pelo mês em relação ao OEE.

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
Janeiro	24	16,0879	0,670329	0,028432
Fevereiro	18	11,9234	0,662411	0,040341
Março	23	13,9888	0,608209	0,064153
Abril	20	11,2251	0,561255	0,076825
Mai	22	11,4247	0,519305	0,045962
Junho	21	11,0559	0,526471	0,036027

Tabela 1 – Análise estatística ANOVA

Fonte: Desenvolvido pelos próprios autores (2017).

As médias obtidas, Tabela 1, demonstram que a média do mês de janeiro (0,670329), evidencia melhor resultado, os meses de abril (0,561255), maio (0,519305) e junho (0,526471), tiveram pior desempenho, e as maiores variabilidades se concentraram entre março (0,064153) e abril (0,076825).

Ribeiro e Caten (2011), afirmam que se não houver variância relevante nos resultados, deve-se utilizar o teste F, que compara duas variâncias, o F calculado com o F tabelado. Caso o valor calculado seja maior que o tabelado (ou valor-p <0,05), rejeita-se H_0 , concluindo que existem diferenças significativas entre os grupos causada pelo fator controlável, conforme Tabela 2.

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	Valor-P	F crítico
Entre grupos	0,467834952	5	0,093567	1,93592	0,093162	2,288588
Dentro dos grupos	5,896509968	122	0,048332			
Total	6,36434492	127				

Tabela 2 – Teste F

Fonte: Desenvolvido pelos próprios autores (2017).

Os resultados evidenciam p-valor (0,093162), maior que (0,05). O nível de confiança adotado foi de 95%, que não rejeita H_0 , ou seja, apesar da aparente discrepância gráfica em relação aos resultados, não apresentam diferenças significativas entre os meses em estudo, estatisticamente comprovado.

Com a análise estatística é possível verificar os meses com maior e menor resultados, porém, é necessário considerar que este processo produtivo também é impactado por um período de sazonalidade devido ao clima e aos produtos, por serem consumidos gelados, onde os meses de fevereiro a junho são os mais afetados. De acordo com Ayumiishii (2005), os produtos derivados de leite como o sorvete, por exemplo, apresentam suas demandas influenciadas em um aumento das vendas em períodos de climas quentes.

Com a finalidade de verificar a variação dentro do mês e entre os meses em relação aos dados coletados, a opção foi estimar as componentes de variação: -

variância dentro do grupo, Equação 2, e - variância entre grupos, Equação 3.

$$E [MQR] = \sigma^2$$
$$E [MQR] = 0,048332$$

Equação (2)

e,

$$E [MQG] = \sigma^2 + NC . \sigma\alpha^2$$
$$0,093567 = 0,048332 + 21,33333 . \sigma\alpha^2$$
$$\sigma\alpha^2 = 0,002103,$$

Equação (3)

Onde, o nc é o somatório dos elementos dos grupos, dividido pela quantidade de grupos. As Equações 2, 3 e 4, foram baseadas em Montgomery e Runger (2009).

A estimativa total, Equação 4.

$$\sigma t^2 = \sigma^2 + \sigma\alpha^2$$
$$\sigma t^2 = 0,048332 + 0,002103$$
$$\sigma t^2 = 0,050452.$$

Equação (4)

Apenas $0,002103/0,050452 = 4,2\%$ da variabilidade total observada encontra-se “entre os meses”, o que resulta em $95,8\%$ da variabilidade total observada ‘dentro dos próprios meses’, com as possíveis paradas de equipamentos.

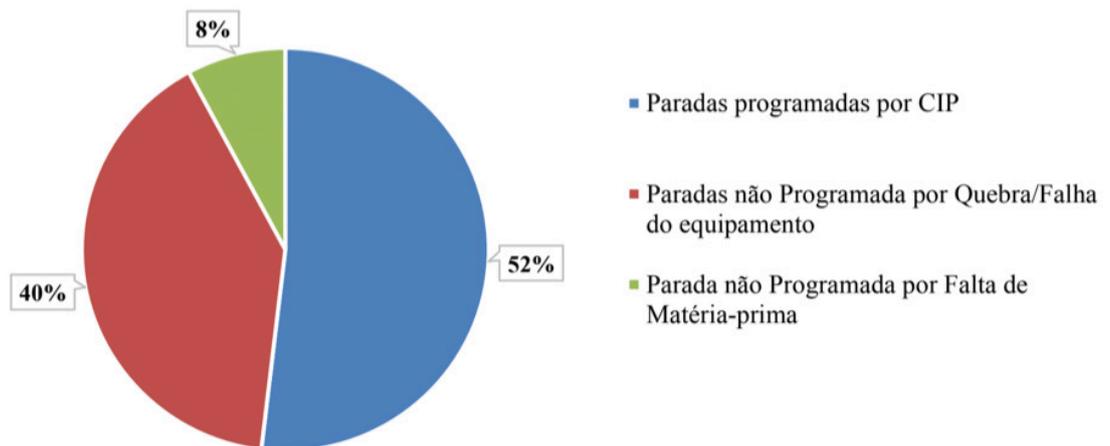


Figura 4 – Paradas de produção

Fonte: Desenvolvido pelos próprios autores (2017).

A Figura 4 aborda as principais paradas observadas. A empresa analisa os

registros de produção diariamente alimentando o Excel com a ferramenta OEE, assim visualiza os principais motivos de quebras e falhas dentro de 40% de paradas não programadas de produção. Entre estes pontos podem ser encontradas falhas eletromecânicas, CIP - *Clean in Place* (limpeza em circuito fechado em equipamentos de esterilização e envase de produtos UHT), realizados nas câmaras por erros, falhas operacionais, vazamento de produtos, problemas nas válvulas de envase VST ou falhas no bocal de enchimento dos *bags* de produto, *bag loader*.

Tempo	Área - 1º Nível	Área - 2º Nível	Equipamento	1.Programada 2. Não programada	Turno	Comentário
0:32:00	Utilidades	Ar Comprimido	Scholle 2	2	B	No termino da esterilização faltou ar comprimido, sendo necessário reiniciar a esterilização.
0:10:30	Produção	Falha Eletromecânica	Scholle 2	2	C	Válvula de envase VST com temperatura baixa (Tubulação com defeito).
1:04:00	Produção	Falha Operacional	Scholle 1 e 2	2	B	Treinamento do novo operador da máquina e manutenção do <i>bag loader</i> .
5:23:00	Produção	CIP programado	Scholle	1	B	CIP completo programado.
0:28:00	Produção	Setup	Scholle 1 e 2	1	A	Setup para troca de produto.
1:57:00	Produção	Falha Elétrica	Scholle 2	2	B	Painel da máquina apagou e gerou erro nas funções, sendo preciso reiniciar a máquina de envase.
0:39:00	Produção	CIP não programado	Scholle 2	2	B	CIP completo na máquina e esterilização da máquina de envase, devido ter sido necessário reinicia-la.

Tabela 3 – Estratificação de Paradas (Exemplo parcial da estratificação)

Fonte: Desenvolvido pelos próprios autores (2017).

As paradas não programadas por quebra e falhas do equipamento, são analisadas pela empresa por meio de outra planilha do Excel, que é preenchida por estratificação. A Tabela 3, traz dados das paradas, como: tempo que o equipamento esteve parado; área 1º nível, que determina o setor que causou a parada; área 2º nível onde classificam o ocorrido da parada e equipamento, que ficou parado. O código 1 ou 2 também são utilizados para classificar se foi uma parada programada (1) ou parada não programada (2), o turno em que os equipamentos ficaram parados (A, B ou C) e

também um campo para comentários adicionais.

Com base nas informações da estratificação de paradas das máquinas de envase, sugeriu-se que o operador e a equipe de manutenção fizessem análise destes dados por meio de um gráfico de Pareto, conforme pode ser observado na Figura 5.

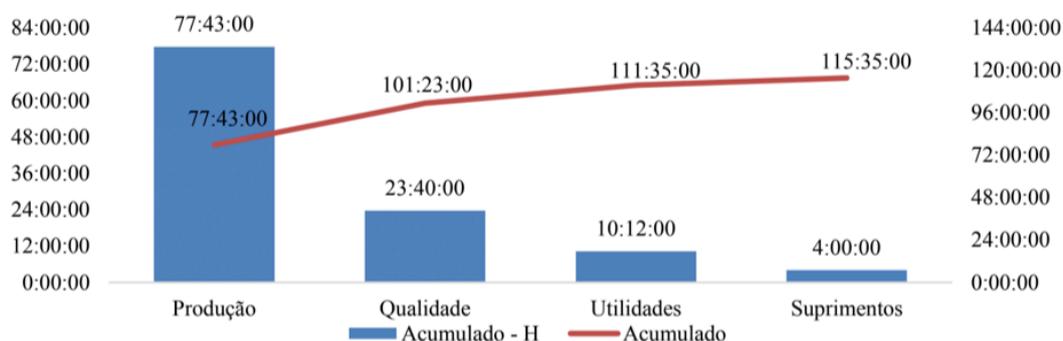


Figura 5 – Análise Nível 1 (horas:minutos:segundos)

Fonte: Desenvolvido pelos próprios autores (2017).

Primeiramente foi analisada a quantidade de paradas, em horas, por setor que ocasionou a parada. Uma segunda análise, Figura 6, demonstra as principais falhas e quebras de equipamento ocorridas em um mês aleatório dentro do período da análise.

Observa-se que a linha de Produção (77h43min) é responsável pelo maior impacto durante o período em análise, seguido pelo setor de Qualidade (23h40min), que realiza as liberações de produtos para serem envasados, apenas Produção e Qualidade, juntas, somam mais de (85%) das paradas. Outro departamento que impactou de forma expressiva foi o de Utilidades (10h22min), que fornece vapor e água gelada, por fim, a parte de suprimentos responsável pela falta de matéria-prima para preparação de produto.

A análise nível 2, Figura 6, demonstra as principais falhas ocorridas no processo, o qual demanda intervenção da equipe de manutenção, com a finalidade de verificar quais são as falhas eletromecânicas, dentre outras podem ser evitadas com a correta manutenção preventiva, que ainda não ocorre na empresa. Destacam-se as falhas eletromecânicas (19h15min), SIP Câmera (19h), e falhas operacionais (16h15min), estas três juntas somam aproximadamente (70%) do total de paradas do nível 2. Conforme Piton (2016), para o aperfeiçoamento da produção seria necessário elaborar um plano de manutenção preventiva, evitando assim que as máquinas de envase fiquem paradas ao longo da produção por motivos mecânicos, como observado na pesquisa.

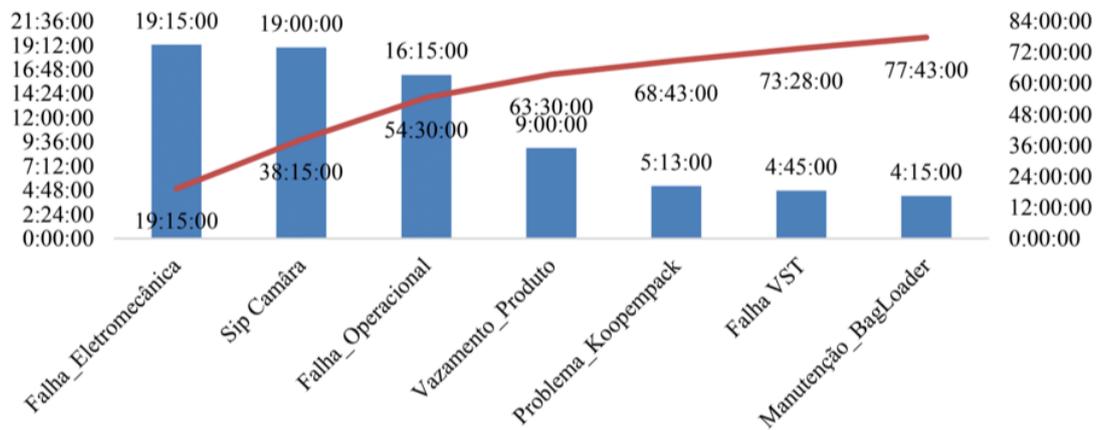


Figura 6 – Análise Nível 2 (horas:minutos:segundos)

Fonte: Desenvolvido pelos próprios autores (2017).

Os volumes de produção dos períodos estudados na empresa, apontaram o não atingimento da meta estabelecida, 85%, do OEE. Tal deficiência gerou um déficit de volumes em litros, dois milhões e setecentos, multiplicando pelo R\$/L 1,50, obteve-se uma perda em reais, de aproximadamente quatro milhões, valores bastante expressivos para a empresa.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados levantados com a utilização da ferramenta OEE, demonstraram a necessidade de ajustes no processo de envase. Deve-se considerar o fator sazonalidade, já que a produção foi analisada em período de baixa demanda.

Os resultados obtidos, demonstram o comportamento do processo de envase da empresa, auxiliando o processo de tomada de decisão acerca das ações corretivas, preventivas e de melhorias a serem implementadas no setor para o alcance de melhor desempenho.

Diante das observações realizadas, foram considerados como pilares para que sejam apresentadas ações de melhoria, a disponibilidade do maquinário, performance e qualidade dos produtos, buscando alcançar melhores resultados para os produtos lácteos produzidos. De acordo com esta observância, a solução dos principais problemas raízes, levará a empresa a melhorar seu desempenho e obter vantagens em relação aos seus concorrentes.

Para a empresa, atingir a meta estipulada do OEE garante aumento em seus ganhos financeiros, porém, nota-se que em nenhum mês atingiu-se a meta. Apesar das observações terem sido realizadas em período de baixa demanda, os índices encontrados estavam muito abaixo da meta estipulada, sendo necessários ajustes para que se aproxime da meta e seja alcançada um equilíbrio financeiro, para assim, posteriormente, os ganhos sejam alcançados.

Para trabalhos futuros sugere-se que a análise aconteça em alta temporada de vendas e seus resultados sejam comparados. É recomendado também, que se apliquem as sugestões de melhorias de pessoal e processo, focando na correção dos maiores ofensores de quebras e paradas dos equipamentos.

REFERÊNCIAS

- AYUMIISHII, Paloma. **Estudo do comportamento das vendas em uma empresa de sorvetes**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.
- BARCO, Clarisse. **Análise dos sistemas de programação e controle da produção**. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção; Rio de Janeiro, 2008.
- BARIANI, Laercio. **Utilização da tecnologia de informação por grupos integrados de manufatura para o controle de indicadores de produção enxuta: um estudo de caso**. São Paulo, 2006.
- GONÇALVES, Renato. S. et al. **Proposta de implantação de ferramentas da qualidade no processo produtivo de uma empresa alimentícia**. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção; João Pessoa, 2016.
- RIBEIRO, José Luis Duarte; CATEN, Carla Schwengber tem. **Projeto de Experimentos**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- LUIZ, André. M. A. P., et al. **Estudo de caso: Avaliação da importância dos indicadores de desempenho, da comunicação e das ferramentas da qualidade em uma empresa biotecnológica**. Três Corações, 2016.
- LIMA, V.A.A.S.R. **Plataforma para Gestão do OEE (Overall Equipment Effectiveness)**. FEUP; Portugal, 2014.
- MELLO, Mário Fernando et al. **A importância da utilização de ferramentas da qualidade como suporte para a melhoria de processo em indústria metal mecânica - um estudo de caso**. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção; João Pessoa, 2016.
- MILKNET. **Goiás: 4º Maior produtor de leite**. Disponível em:< <http://milknet.com.br/index.php/2016/09/01/goias-4o-maior-produtor-de-leite/>> Acesso em: 01/09/2017.
- MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. Editora LTC, 4º Ed. Rio de Janeiro, 2009.
- NETO, Garibaldi Teixeira. **Planejamento da capacidade de produção, empregando simulação computacional e teoria das restrições**. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2015.
- OLESKO, Pedro, et al. **Implementação de indicador de desempenho OEE em máquina de abastecimento de ar condicionado automotivo**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Curitiba, 2013.
- PITON, Carina, et al. **Análise da capacidade produtiva dos equipamentos através do indicador oee em um setor de salgadinho de uma indústria alimentícia**. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção; João Pessoa, 2016.
- REIS, Marcone Freitas, et al. **Implementação da ferramenta OEE (Eficiência global dos equipamentos) para melhoria de uma linha de envase na indústria farmacêutica**. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção; João Pessoa, 2016.

SOUZA, Marcela, et al. **Aplicação do indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness) em uma indústria fornecedora de cabos umbilicais.** XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção; João Pessoa, 2016.

WOLLMANN, Rafael Rodrigues Guimaraes. **Alavancando resultados na fábrica oculta: um estudo de caso sobre OEE no setor alimentício.** VII Congresso nacional de Excelência em Gestão, 2011.

ANÁLISE DOS RESULTADOS DO PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING EM UMA EMPRESA FABRICANTE DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS: UM ESTUDO DE CASO

Bruno Henrique Phelipe

Universidade de Araraquara, UNIARA
Araraquara-SP

Walther Azzolini Júnior

Universidade de São Paulo, USP
São Carlos-SP

RESUMO: O *Lean Manufacturing* nunca esteve tão em voga. Empresas vem adotando este modus operandi na produção mesmo sem compreender com profundidade a essência dos seus princípios. É como se fosse algo politicamente correto, e de fato é, pois um cliente olhará com outros olhos se sua empresa for capaz de vender uma imagem Lean refletida no chão de fábrica. A implantação deste modus operandi tem se mostrado ser um grande desafio. Conseguir nivelar a demanda atesta que todas as etapas da implantação foram executadas com sucesso. Adotar este sistema significa reconhecer que os processos não são perfeitos e nunca serão, pois sempre há a possibilidade de serem melhorados, o que significa também assumir um compromisso com o resultado de longo prazo. Este estudo descreve o processo de implantação do sistema Lean de acordo com o escopo do projeto concebido para uma empresa fabricante de máquinas e implementos agrícolas, com o propósito de confrontar as particularidades relacionadas à implantação e

a abordagem da literatura quanto as prováveis restrições do sucesso do pleno funcionamento do sistema de produção a partir das expectativas criadas, e posteriormente alcançadas ou não.

PALAVRAS-CHAVE: *Lean Manufacturing*. Melhoria Contínua. *Kanban*.

ABSTRACT: The *Lean Manufacturing* has never been so fashionable. Companies have been adopting this modus operandi in production even without understanding the essence of its principles. It's like Something politically correct, and in fact it is because a customer will look with different eyes if your company is able to sell a *Lean* image reflected on the floor of factory. The implementation of this modus operandi has been shown to be a great challenge. Achieving the level of demand confirms that all stages of have been successfully executed. Adopting this system means recognize that processes are not perfect and will never be, because there are always the possibility of improvement, which means also to assume a commitment to long-term results. This study describes the implementation process of the *Lean* system according to the scope of the project designed for a company that manufactures machines and implements with the purpose of confronting the particularities related to the implantation and the literature approach regarding the probable restrictions of the

success of the full operation of the production system from the expectations created, and subsequently achieved or not.

KEYWORDS: Lean Manufacturing. Continuous Improvement. Kanban.

1 | INTRODUÇÃO

A flexibilidade do Sistema Toyota de Produção tem por base a distribuição dos trabalhos entre operadores polivalentes ou multifuncionais. A obtenção desses operadores polivalentes passa por um processo de treinamento contínuo, com rotação de postos de trabalho, e pela montagem de um sistema de produção que pode contar com um *layout* celular, e processos autônomos de detecção de problemas que favoreçam o desenvolvimento da multifuncionalidade. As vantagens quando comparadas ao sistema tradicional são: compromisso com os objetivos globais, redução da fadiga e do estresse, disseminação de conhecimento, facilidade de aplicação das técnicas da Qualidade Total e permite uma remuneração mais justa, de acordo com o desempenho e as habilidades do grupo (TUBINO, 1999).

Hines e Taylor (2000) sugerem que é preciso equipar os operários com “óculos de muda” (muda significa qualquer atividade que consome recursos sem agregar valor aos clientes), tornando-os aptos a enxergar as perdas.

Para Mason-Jones, Naylor e Towill (2000), a Manufatura Enxuta atende a necessidade de empresas voltadas a mercados estáveis.

Shah e Ward (2007) relacionaram a produção enxuta com as práticas pertinentes, por meio da visão de diversos autores. Entre essas práticas podem-se encontrar a produção nivelada, célula de manufatura, uso do controle por *kanban*, redução do tempo de ciclo, redução do tamanho dos lotes, *benchmarking* competitivo, programas de gestão da qualidade, entre outras.

Simpson e Nist (2000), definem produção enxuta como um enfoque sistemático para eliminação dos desperdícios em um processo de melhoria contínua em busca da perfeição a partir das necessidades dos clientes.

Para Carmignani (2017) Mapeamento do Fluxo de Valor pode ser considerado como uma das melhores ferramentas de planejamento que podem ser aplicadas no mapeamento de um processo com o propósito de eliminar suas perdas críticas. Este artigo tem como objetivo descrever os principais resultados obtidos com a aplicação da ferramenta de planejamento Mapeamento de Fluxo de Valor do *Lean Manufacturing* em uma empresa do ramo metalúrgico, bem como os benefícios que podem ser conquistados com esta ferramenta.

Deste modo, o artigo encontra-se dividido em cinco seções: Introdução, metodologia, Ferramenta de mapeamento do fluxo de valor, implementação e Considerações Finais.

2 | METODOLOGIA

A pesquisa bibliográfica neste trabalho foi realizada por meio de livros, artigos publicados em periódicos, publicações em anais e congressos, dissertações de mestrado e doutorado, todos relacionados com a área de atuação da empresa e/ou a metodologia *Lean Manufacturing*. De acordo com Turrione e Mello (2012), a revisão bibliográfica permite explicar as relações entre diferentes trabalhos e apresentar as contribuições que estes tiveram na pesquisa realizada.

A natureza deste trabalho pode ser classificada como pesquisa aplicada. Segundo Marconi e Lakatos (2012), os resultados de uma pesquisa aplicada podem ser utilizados na solução de problemas que ocorrem na realidade.

O objetivo deste trabalho pode ser classificado como descritivo e exploratório. Segundo Marconi e Lakatos (2012), a pesquisa exploratória descritiva ocorre no início do estudo sobre um determinado fenômeno.

A abordagem deste trabalho é de natureza quantitativa, que segundo Turrione e Mello (2012), este método tem como finalidade coletar informações e realizar o tratamento dos dados, através de técnicas matemáticas e estatísticas.

A temporalidade deste trabalho é classificada como longitudinal. Turrione e Mello (2012), classifica a temporalidade como longitudinal, quando se é acompanhado o comportamento das variáveis estudadas, durante certo período de tempo.

O método utilizado na pesquisa pode ser classificado como um estudo de caso, Turrione e Mello (2012) conceitua um estudo de caso como uma investigação empírica que desvenda um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre fenômeno e o contexto não estão claramente definidos na sua plenitude.

Quanto ao universo da pesquisa, a mesma acontece em uma empresa do ramo metalúrgico, do setor de máquinas e implementos agrícolas, situada no interior do estado de São Paulo.

Segundo Oliveira (2011), diferentes técnicas podem ser utilizadas para coleta de dados, as mais utilizadas são: entrevista, questionário, observação e pesquisa documental. As ferramentas para coleta de dados utilizadas neste trabalho foram: observação e análise documental.

A seleção da empresa foi intencional, tendo em vista que a organização apresentava as condições de aplicação da produção enxuta, outro fator para a seleção foi a de acessibilidade à empresa, bem como a facilidade de contato com os funcionários e a disponibilidade da empresa.

2.1 Mapeamento do Fluxo de Valor

A aplicação desta ferramenta inicia-se com a especificação do que se pretende mapear. Após este primeiro passo, desenha-se o mapa do fluxo de valor relativo ao estado atual da linha produtiva usando simbologia técnica que permita transpor

para o papel as informações úteis e necessárias. Após a análise e identificação dos desperdícios existentes procede-se ao desenho relativo ao estado futuro desejado, definindo-o como objetivo (LIAN, LANDEGHEM; 2002).

Deste modo, o mapeamento do fluxo de valor deve ser uma prática sistemática nas empresas permitindo o melhoramento do fluxo nas linhas de produção, incitando à prática da melhoria contínua, que se irá refletir na redução de desperdícios e, conseqüentemente, no aumento da qualidade dos produtos (BERTHOLEY; 2009).

De acordo com Henrique (2010), o mapeamento de fluxo de valor permite uma análise de forma rápida e eficaz do estado das linhas produtivas, de acordo com a realidade de cada uma, permitindo a detecção de desperdícios e perspectivando assim as melhorias que podem ser implantadas no sistema.

2.2 Usando a Ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor

Segundo Macduffie (1991), durante o processo de mapeamento, o gestor do processo deve ter como possíveis objetos da transformação:

Redução do *lead time*; Aumento da pontualidade de entregas; Redução do ciclo financeiro; Redução da necessidade de capital de giro; Aumento dos giros de inventários; Redução dos gastos indiretos de fabricação; Liberação de áreas de fábrica; Redução dos Custos de Qualidade; Redução de horas por unidade produzida; Melhoria dos índices de ergonomia;

Melhoria do clima organizacional.

O que implica, para Feld (2000), na busca dos objetos de transformação relacionados através do início da aplicação da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor identificando-se algumas etapas fundamentais:

Família do produto: Identifica-se qual produto deve ser focado; **Desenho do Estado Atual:** Atual situação do processo - essas informações são obtidas Diretamente do chão de fábrica; **Desenho do Estado Futuro:** Onde se deseja chegar; **Plano de Trabalho:** Como será feita essa transição entre o estado atual e o futuro.

Neste contexto, podemos constatar a aplicação do Mapa do Fluxo de Valor em diferentes ambientes produtivos, como por exemplo, o caso da aplicação apresentada por Simons e Taylor (2007) que aplicam o Mapa de Fluxo de Valor em uma indústria inglesa produtora de carne vermelha a partir do ponto de vista gerencial, com o propósito de garantir melhorias.

2.2.1 Famílias de Produtos

Segundo Rother e Shook (1998), um ponto que deve ser entendido claramente antes de se começar é a necessidade de focalizar-se em uma família de produtos. Não se deve mapear toda a produção, ou toda a linha de produtos de uma empresa. Os clientes se preocupam com produtos específicos, não com todos os produtos da empresa.

Mapear o fluxo de valor significa andar pela fábrica e desenhar etapas de processamento (material e informação) para a família de produtos, de porta a porta na planta fabril.

Identifica-se no fluxo de valor a família de produtos a partir do lado do consumidor, baseando-se em produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns nos seus processos posteriores.

2.2.2 Desenho do Estado Atual

Antes de se projetar o estado futuro é preciso identificar e eliminar os desperdícios potenciais da produção. Dentro destes desperdícios, o excesso de produção é o ponto mais importante a ser atacado para o sucesso da implementação. Produzir em excesso significa produzir mais, produzir antes ou produzir mais rápido do que a demanda ou “puxada” dos clientes. O objetivo é identificar e eliminar as fontes ou “causas raízes” desses desperdícios (MONDEN; 1981).

Para isso, Rother e Shook (1998), sugerem os seguintes procedimentos:

Produza de acordo com o Takt Time – *Takt Time* é o tempo em que se deveria produzir uma peça ou produto, baseado nos ritmos de vendas, para atender a demanda dos clientes.

Desenvolva um fluxo contínuo onde for possível – Fluxo contínuo significa produzir-se uma peça de cada vez, com cada item sendo passado imediatamente de um estágio do processo para o seguinte, sem nenhuma parada entre eles.

Use supermercados para controlar a produção onde o fluxo não se estende aos processos anteriores – Frequentemente há pontos no fluxo de valor onde o fluxo contínuo entre processos não é possível e fabricar em lotes se faz necessário. De qualquer modo, não se deve tentar controlar ou programar estes processos através do departamento de controle de produção.

Utilize o Kanban para o controle de produção – O sistema *Kanban* foi inspirado nos sistemas de reposição de mercadoria em supermercados. A principal semelhança é a reposição somente do que é vendido e não um sistema de reabastecimento estimado. Dessa forma se reduzem significativamente os estoques. Aplicando-se o conceito em uma empresa de Manufatura, o sistema *Kanban* implementado garante que a produção só será feita em resposta aos pedidos.

Tente enviar a programação do cliente somente para um processo de produção – Utilizando um sistema puxado e os “supermercados” é necessário fazer-se a programação de apenas uma etapa do processo, e esta etapa será o “processo puxador”. Frequentemente o “processo puxador” é o último processo em fluxo contínuo, no Fluxo de Valor de porta a porta.

Distribua a produção de diferentes produtos uniformemente no decorrer do tempo, no processo puxador – Agrupar os mesmos produtos e produzi-los todos de uma vez dificulta o atendimento dos clientes que querem algo diferente do lote que

está sendo produzido. Isto exige que se tenha mais produtos acabados em estoque ou mais *Lead Time* para atender o pedido. É preciso nivelar o *mix* de produto e distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente durante um período de tempo. Desse modo, pode-se responder às diferentes solicitações dos clientes com um pequeno *Lead Time*, enquanto se mantém um pequeno estoque de produtos acabados.

Crie um “puxador inicial”, com a liberação e retirada de somente um pequeno e uniforme incremento de trabalho no processo puxador – Deve-se estabelecer um ritmo de produção consistente e nivelado, criando um fluxo de produção previsível que, por sua natureza, alerte para os problemas de tal modo que se possa tornar rápidas ações corretivas.

Desenvolva a habilidade de fazer “toda parte, todo dia” nos processos anteriores ao processo puxador – Ao produzir-se lotes menores nos processos anteriores, esses processos serão capazes de responder às mudanças posteriores, necessárias, mais rapidamente. Por sua vez, eles requererão ainda menos estoque nos “supermercados”.

Uma vez desenhados os dois fluxos juntos, pode-se ver como um Mapa do Fluxo de Valor difere de uma tradicional ferramenta visual usada em análises de operações. Outra análise interessante é estabelecer-se o somatório somente dos tempos que agregam valor para o processo no fluxo de valor comparando-se o resultado com o *Lead Time* total (MELTON; 2005).

De acordo com Abdulmalek e Rajgopal (2007), após a seleção da família de produtos, coleta-se as informações do estado atual, caminhando-se diretamente ao lado dos fluxos reais de material e informação. O mapeamento começa pelas demandas do cliente da sua família de produtos em questão. Deve-se mapear o fluxo de material do produto registrando cada etapa do processo e suas paradas. Os dados típicos de processo que devem ser registrados no mapeamento são: tempo de ciclo, tempo de troca de ferramentas, tamanhos dos lotes de produção, número de variações de um produto, número de operadores, tamanho de embalagem, tempo de trabalho, taxa de refugo e o tempo de operação real da máquina.

Na segunda etapa adiciona-se o fluxo de informação, ou seja, qual a frequência que o chão de fábrica recebe informação sobre quanto e quando se deve fabricar.

De acordo com Schonberger (2007), para alcançar uma Produção Enxuta é preciso que os produtos sejam fabricados apenas quando necessário, ou seja, apenas quando a próxima etapa do processo dispare a “puxada”. Desse modo, trabalha-se para alcançar um fluxo contínuo de produção entre as etapas do processo, objetivando menores *Lead Times*, alta qualidade e custo minimizado.

Para tanto, o processo requer um cuidado com a identificação e eliminação das perdas, o que é abordado por Carmignani (2017) através de uma adequação do Mapa do Fluxo de Valor definida pelo autor por *Scrap Value Stream Mapping* (SVSM), estruturada por um procedimento de cinco passos.

2.2.3 Desenho do Estado Futuro

Para auxiliar o desenho do Mapa do Estado Futuro Rother e Shook (1998) propõem uma lista de questões, citadas a seguir:

Qual é o *Takt Time*, baseado no tempo de trabalho disponível nos processos posteriores que estão mais próximos do cliente? Produzir mais rapidamente do que o *Takt* acumula inventário. Isto, por sua vez, exige mais pessoas, espaço de planta e equipamento para mover e armazenar estoques, também pode criar tempos de passagem longos. Alternativamente, trabalhando mais lentamente que o *Takt*, não irá cobrir a demanda.

Você produzirá para um supermercado de produtos acabados de acordo com as puxadas dos clientes ou diretamente para a expedição? Deve-se produzir para um Supermercado quando a demanda varia amplamente de momento a momento, quando a variedade de produtos acabados é pequena e quando o produto for barato o bastante para tornar a armazenagem viável. No entanto deve-se produzir contra pedidos produtos customizados, de valor muito alto ou perecíveis.

Onde você pode usar o fluxo do processo contínuo? Fluxo contínuo normalmente é o sistema de menor custo e mais ágil para produzir um bem. Porém, só é possível introduzir Fluxo Contínuo quando a operação pode ser escalada para operar no *Takt* e os passos de processo forem confiáveis.

Onde você precisará introduzir os sistemas puxados com supermercados a fim de controlar a produção dos processos anteriores? Um fluxo completamente contínuo da matéria-prima até o cliente quase nunca é possível, devido a distâncias e tecnologias de processo, portanto é necessário introduzir supermercados para controlar e nivelar a produção.

Em que ponto único da cadeia de produção (“processo puxador”) você programará a produção? Para evitar a produção excessiva, programa-se somente um ponto ao longo do Fluxo de Valor, denominado como “Processo Puxador”. Uma vez escolhido o Processo Puxador, este deve ser cuidadosamente gerenciado para assegurar um nível alto de confiabilidade, sincronizando-o para operar próximo ao *Takt*.

Como você nivelará o *mix* de produção no processo puxador? Em uma produção tradicional em lotes, o controle de produção, rodaria o MRP e geraria um plano de montagem semanal, minimizando o número de trocas de ferramentas e maximizando o tempo de produção disponível. No entanto, deste modo, aumenta-se também os inventários e tempos de passagem, ao mesmo tempo gerando-se custos crescentes.

A alternativa é tomar as ordens e dividi-las em quantidades pequenas, virando frequentemente a linha entre produtos diferentes. A vantagem deste método, é que, quando o *mix* de produtos altera se, é fácil de ajustar a montagem sem ter que esperar pelo novo plano de produção a ser emitido pelo sistema, além de mais baixos

inventários e consciência rápida de problemas de qualidade.

Quais incrementos de trabalho você libera e retira uniformemente do processo puxador? O processo puxador deve receber uma instrução sobre o que fazer a seguir, tipicamente gerado por *kanbans* de um *Heijunka*.

Quais melhorias de processos serão necessárias para “fazer fluir” o fluxo de valor, conforme as especificações do projeto de seu Estado Futuro? Os projetos *Kaizen* deve ser utilizado como suporte para atingir o Estado Futuro.

O objetivo de mapear-se o fluxo é destacar as fontes de desperdício e eliminá-las através da implementação de um fluxo de valor em um “estado futuro”, o qual pode tornar-se realidade em um curto período de tempo. O objetivo é construir um fluxo de produção disparado pela puxada do cliente e, conseqüentemente, atuando sobre cada etapa da produção. (FUJIMOTO; 1999).

Como mencionado anteriormente, entre outras propostas de aplicação do Mapa do Fluxo de Valor, Carnignani (2017), propõe uma adequação da ferramenta de planejamento, o SVSM, a qual o autor na demonstração dos resultados obtidos demonstra algumas vantagens de como identificar a origem de como as perdas são geradas através da análise a partir da aplicação passo a passo do *Supply Scrap Management Process* (SSMP).

3 | IMPLEMENTAÇÃO

O Mapa de Valor foi construído na empresa em questão com a participação direta dos colaboradores na elaboração das visões do Estado Atual e do Estado Futuro, bem como na identificação de pontos de desperdícios. O envolvimento das células operacionais na construção do Mapa de Valor é fundamental para a mudança de cultura e do modo de atuação.

3.1 Mapa do Estado Presente

A Figura 1, faz referência ao Mapa de Fluxo de Valor de uma linha de produtos da empresa, nota-se uma disparidade entre o tempo de fluxo dos produtos e o tempo de agregação de valor, isto ocorre em detrimento do estoque em processo ao longo do sistema produtivo, estoques estes que são necessários para mitigar os atrasos devido aos desperdícios, de acordo com a situação atual, **Tempo de Fluxo = 43,7 dias úteis; Estoque Médio = R\$ 4 milhões; Giro de inventário = 8,4 vezes por ano; Área ocupada = 1.304m²;**

Com base nos dados do mapa de fluxo atual foi proposto o mapa de fluxo futuro do processo objeto do presente estudo.

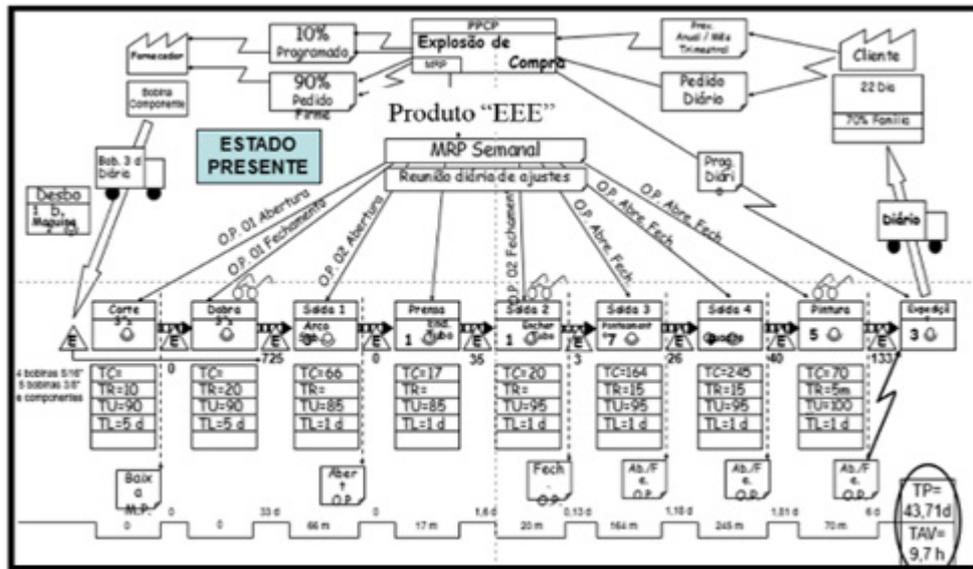


Figura 1 - Estado Presente

Fonte: Próprio Autor

3.2 Mapa do Estado Futuro

Determinou-se o desenho do estado futuro contemplando-se quais seriam as mudanças. Muitas ações deveriam ser concluídas para alcançar o estado futuro, com base em uma lista crítica elencada por prioridade de correção. Após a definição e análise da lista crítica das ações a serem implementadas, foi definido um cronograma de implementação. Os itens que formaram o estado futuro estão descritos:

Produção Puxada; Gerenciamento Visual; Indicadores claros e únicos; Agilidade de decisão (autonomia no chão de fábrica); Ausência de controles paralelos; Menos etapas no processo de comunicação; Supermercado dentro da puxada do cliente; Atender ao cliente conforme a sua puxada; Ausência de material já faturado dentro da planta; Regras claras (bem definidas) em todo processo, com treinamento para 100% dos envolvidos; Flexibilidade para atender a variação de demanda; Gerenciamento das anormalidades.

A Figura 2, faz referência ao Mapa do Estado Futuro que foi planejado para a linha de produto "EEE" da empresa objeto do estudo.

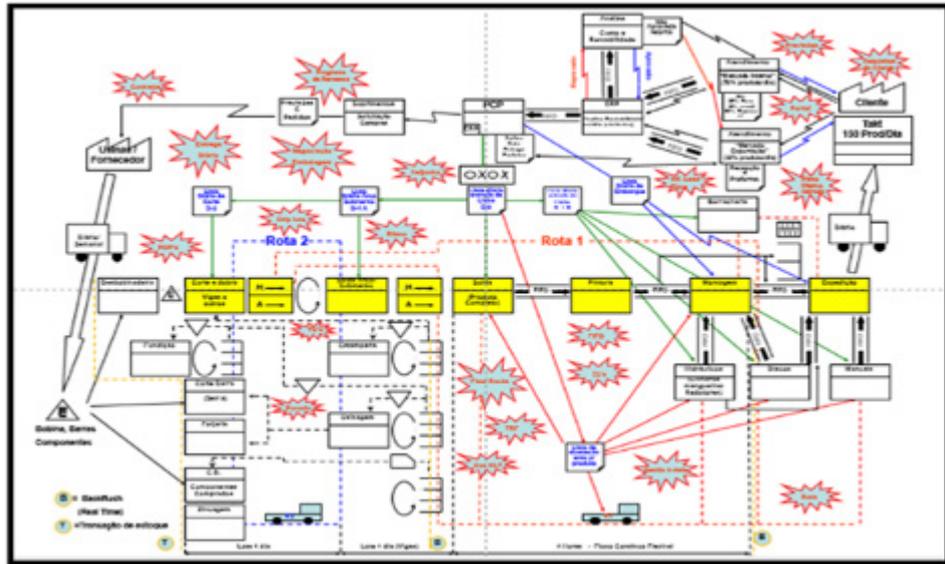


Figura 2 - Estuda Futuro

Fonte: Próprio Autor

Situação Planejada: Tempo de Fluxo = 2,5 dias úteis; **Estoque Médio** = R\$ 2 milhões; **Giro de inventário** = 75 vezes por ano; **Área ocupada** = 240m²;

3.3 Plano de Trabalho

A implementação do Estado Futuro, foi realizada utilizando-se ferramentas do sistema *Lean Manufacturing*. Sendo os principais métodos de execução e de controle utilizados:

Kanban – O *Kanban* e Supermercado foram as ferramentas escolhidas e implementadas para orientar a produção.

Troca Rápida de Ferramenta – O conceito de redução do tempo de troca foi necessário para dar maior ritmo a produção, pois a quantidade de material em cada etapa do processo deve ser regida pela puxada do cliente.

5's – A separação, organização e limpeza do local de trabalho, permitiu a padronização das atividades e possibilitou tornar os processos mais ágeis.

Balanceamento das Células – O balanceamento da linha, foi necessário para garantir o atendimento do *TAKT*, sem gerar estoques desnecessários.

Kaizen – Utilizou-se a ferramenta *Kaizen* em diversas etapas do processo, nas principais máquinas envolvidas no fluxo do material. Inicialmente, realizou-se o *Kaizen* de padronização para se determinar os tempos de processo, preparação e troca de ferramentas. Com os tempos-padrão em mãos, elaborou-se o método de produção para a máquina, ou seja, o que e como cada operador deve operar sua estação de trabalho. *Kaizens* de melhorias e produtividades também foram realizados, mas com intuito principal de aumentar a produtividade e reduzir o *Lead Time*.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento de fluxo de valor é uma ferramenta de suporte, o objetivo é mostrar de forma simples o que parece bastante complexo e confuso na vida real, de forma a mudarmos nossa visão com foco somente em eficiência operacional para uma visão mais ampla de otimização completa do fluxo de valor (OHNO, 1988).

O MFV deve ser usado para auxiliar a “enxergar” os desperdícios e oportunidades de melhorias no processo mapeado, de modo a auxiliar o gestor a estruturar e executar os planos de ação, parte fundamental do processo de melhoria.

REFERÊNCIAS

- BERTHOLEY, F. Méthodes d'amélioration organisationnelle appliquées aux activités des établissements de transfusion sanguine (ETS): Lean manufacturing, VSM, 5S. **Transfusion clinique et biologique**, v. 16, n. 2, p. 93-100, 2009.
- CARMIGNANI, G. Scrap value stream mapping (S-VSM): a new approach to improve the supply scrap management process. **International Journal of Production Research**, p. 1-18, 2017.
- FELD, W. M. **Lean manufacturing tools, techniques, and how to use them**. CRC Press, 2000.
- FUJIMOTO, T. **The evolution of a manufacturing system at Toyota**. Oxford university press, 1999.
- HENRIQUES, E. Lean Manufacturing. Instituto Superior Técnico. Lisboa, 2010.
- HINES, P; TAYLOR, D. Going lean. **Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Centre Cardiff Business School**, p. 3-43, 2000.
- LAKATOS, E.M., MARCONI, M. de A. **Técnicas de pesquisa** . 7.ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- LIAN, Y; LANDEGHEM, H. V. An application of simulation and value stream mapping in lean manufacturing. In: **Proceedings 14th European Simulation Symposium**. c) SCS Europe BVBA, 2002. p. 1-8.
- MACDUFFIE, J. **Beyond mass production: flexible production systems and manufacturing performance in the world auto industry**. 1991. Tese de Doutorado. Massachusetts Institute of Technology.
- MASON-JONES, R; NAYLOR, B; TOWILL, D, R. Engineering the leagile supply chain. **International Journal of Agile Management Systems**, v. 2, n. 1, p. 54-61, 2000.
- MELTON, T. The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries. **Chemical engineering research and design**, v. 83, n. 6, p. 662-673, 2005.
- MONDEN, Y. Adaptable Kanban system helps Toyota maintain just-in-time production. **Industrial Engineering**, v. 13, n. 5, p. 29-&, 1981.
- OHNO, T. **Toyota production system: beyond large-scale production**. crc Press, 1988.
- OLIVEIRA, M. F. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em Administração**. Catalão: UFG, 2011.

ROTHER, M; SHOOK, J. **Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda**. Lean Enterprise Institute, 1998.

SCHONBERGER, R. J. Japanese production management: An evolution—With mixed success. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 2, p. 403-419, 2007.

SHAH, R; WARD, P. T. Defining and developing measures of lean production. **Journal of operations management**, v. 25, n. 4, p. 785-805, 2007.

SIMONS, D; TAYLOR, D. Lean thinking in the UK red meat industry: A systems and contingency approach. **International Journal of Production Economics**, v. 106, n. 1, p. 70-81, 2007.

SIMPSON, M. L.; NIST, S. L. An update on strategic learning: It's more than textbook reading strategies. **Journal of Adolescent & Adult Literacy**, v. 43, n. 6, p. 528-541, 2000.

TUBINO, D. F. Sistemas de produção. **A produtividade no chão de Fábrica**, 1999.

TURRIONE, J. B; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas**. Apostila do curso de Especialização em Qualidade e Produtividade. Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, 2012.

AS ETAPAS CRÍTICAS PARA MELHORIA DOS PROCESSOS PRODUTIVOS INTERNOS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO SERIADA

Manoel Gonçalves Filho

Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP)
Programa de Pós-Graduação em Administração
(PPGA)
Piracicaba – SP

Clóvis Delboni

Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP)
Programa de Pós-Graduação em Administração
(PPGA)
Piracicaba – SP

Reinaldo Gomes da Silva

Escola de Engenharia de Piracicaba (EEP)
Piracicaba – SP

Sílvio Roberto Ignácio Pires

Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP)
Programa de Pós-Graduação em Administração
(PPGA)
Piracicaba – SP

Resumo: A concorrência enfrentada pelo setor metal mecânico no Brasil faz com que as empresas busquem tornarem-se cada vez mais competitivas. Essa condição induz a melhorias contínuas, dentre elas o desenvolvimento dos sistemas produtivos. Assim, uma nova orientação estratégica operacional se faz necessária para atingir os objetivos de maximização dos lucros, e de sobressair-se à concorrência, por meio de uma maior produtividade. O objetivo deste artigo é relatar sobre os principais passos a serem

realizados na busca da melhoria do processo produtivo, e mensurar ganhos quantitativos pela aplicação de *kaizens* nos setores que fabricam componentes metálicos para a indústria de equipamentos e máquinas de grande porte. Nesse sentido, este trabalho investiga o processo produtivo de um fabricante de componentes industriais operando na região de Piracicaba/SP. O método de pesquisa utilizado partiu de uma revisão bibliográfica na área da Engenharia de Produção, acerca da Produção Enxuta e da eliminação de desperdícios por meio de *kaizens*. Posteriormente, foi realizado um estudo de caso de caráter exploratório na empresa pesquisada. Os resultados mostram que foi possível eliminar desperdícios e promover melhorias no processo de fabricação, reduzir a superprodução, o tempo de espera, a movimentação e transporte excessivo de peças e componentes, e obter-se ganhos de espaço na fábrica e redução da mão de obra diretamente empregada no processo produtivo.

Palavras-chave: Produção Enxuta, *Kaizen*, Sistema Produção Empurrado e Puxado, Processo Produtivo.

THE CRITICAL STAGES FOR IMPROVING
THE INTERNAL PRODUCTION PROCESSES
OF THE SERIATED TRANSFORMATION

ABSTRACT: The competition faced by the metal mechanical sector in Brazil makes companies seek to become increasingly competitive. This condition induces continuous improvements, among them the development of productive systems. Thus, a new operational strategic orientation is necessary to achieve the goals of maximizing profits, and to stand out from the competition, through greater productivity. The objective of this article is to report on the main steps to be taken in the pursuit of improvement of the productive process, and to measure quantitative gains by the application of kaizen in the sectors that manufacture metallic components for the large equipment and machinery industry. In this sense, this work investigates the production process of a manufacturer of industrial components operating in the region of Piracicaba / SP. The research method used was based on a literature review in the field of Production Engineering, about Lean Production and the elimination of waste by kaizen. Subsequently, a case study of an exploratory nature was carried out in the company investigated. The results show that it was possible to eliminate waste and promote improvements in the manufacturing process, reduce overproduction, waiting time, excessive movement and transportation of parts and components, and gains in factory space and labor shortages directly employed in the production process.

KEYWORDS: Lean Production, Kaizen, Pulled and Pulled Production System, Productive Process.

1 | INTRODUÇÃO

A concorrência global tem impulsionado as empresas industriais a se tornarem mais competitivas e essa condição tem as induzidas a uma incessante busca por melhorias contínuas, dentre elas o desenvolvimento dos sistemas produtivos.

Devido às mudanças necessárias para promover essas melhorias, existe a necessidade de as organizações adotarem uma nova postura perante seus processos internos, clientes, concorrentes e fornecedores, com nova orientação estratégica para atingir os objetivos da organização, tornando-as mais competitiva (THOMAS, 2012). Dües *et al.* (2013) confirmaram essa condição em suas pesquisas, demonstrando que, inicialmente, a utilização do *Kaizen* dentro da estrutura do escopo da Produção Enxuta se reverte em benefícios operacionais, sendo ampliados para benefícios financeiros e competitivos.

Favoni *et al.* (2013) relatam que a Produção Enxuta se baseia em esforços para a eliminação de desperdícios e em atividades que não agregam valor ao consumidor e que possam ser otimizados ou eliminados por meio da aplicação de conceitos e ferramentas, e que assim se pode enfrentar o desafio da melhoria da competitividade e à sobrevivência no mercado. Os autores mencionam que esses desafios são comuns às todas as empresas como, por exemplo, a redução de desperdícios, necessidade de melhorias no fluxo de valor, além do pouco conhecimento sobre a Produção Enxuta e da

implementação dessas ferramentas. Observaram ainda a oportunidade de aplicação de algumas poucas ferramentas que podem contribuir para melhorias nas empresas de vários segmentos de atuação.

O objetivo principal deste artigo está além da aplicação de ferramentas e técnicas da Produção Enxuta, pois busca-se apresentar, de forma ordenada e bem particular, alguns poucos e principais passos iniciais seguidos pela prática da indústria que poderão ser suficientes para uma efetiva melhoria do processo produtivo.

Assim, como uma sequência lógica, prática, objetiva e bem-sucedida de convergência, pôde-se mensurar ganhos quantitativos, e identificar as áreas desenvolvidas pela aplicação do *Kaizen*.

Nesse contexto, investigou-se as contribuições teóricas identificadas na revisão bibliográfica sob a ótica da Engenharia de Produção, mais especificamente da Produção Enxuta, face ao que foi desenvolvido na prática por uma indústria do segmento metal mecânico localizada no interior do estado de São Paulo. Para tal foi conduzido um estudo de caso na empresa PiraMetals (nome hipotético), na região de Piracicaba, reconhecida pelo mercado local como líder na fabricação de peças seriadas sob a especificação dos clientes.

2 | PRODUÇÃO ENXUTA E KAIZEN

A seguir será apresentado uma breve revisão acerca dos conceitos da Produção Enxuta e *Kaizen*.

2.1 Origem e filosofia

O Sistema Toyota de Produção (STP) surgiu de um estudo realizado por Eiji Toyoda e seu engenheiro de produção Taiichi Ohno, baseado em um modelo já existente aplicado na fábrica da Ford (LIKER, 2004). O sistema de produção da Ford era um sistema “empurrado” considerado como sendo a produção controlada por uma central de planejamento que considera previsões de futuras demandas (GSTETTNER e KUHN, 1996; SPEARMAN, WOODRUFF, HOPP, CONWIP, 1990). Por sua vez o STP era um sistema “puxado” sendo considerado como aquele que autoriza a produção de determinado item por meio da demanda presente ao invés de programar a produção, antecipadamente, por meio de demanda futura (HOPP e SPEARMAN, 2013).

Segundo Ohno (1997), o STP está baseado em quatro elementos principais que são: filosofia, processo, pessoas/parceiros e solução de problemas, os quais estão representados na Figura 1, atrelados aos seus 14 princípios de funcionamento.

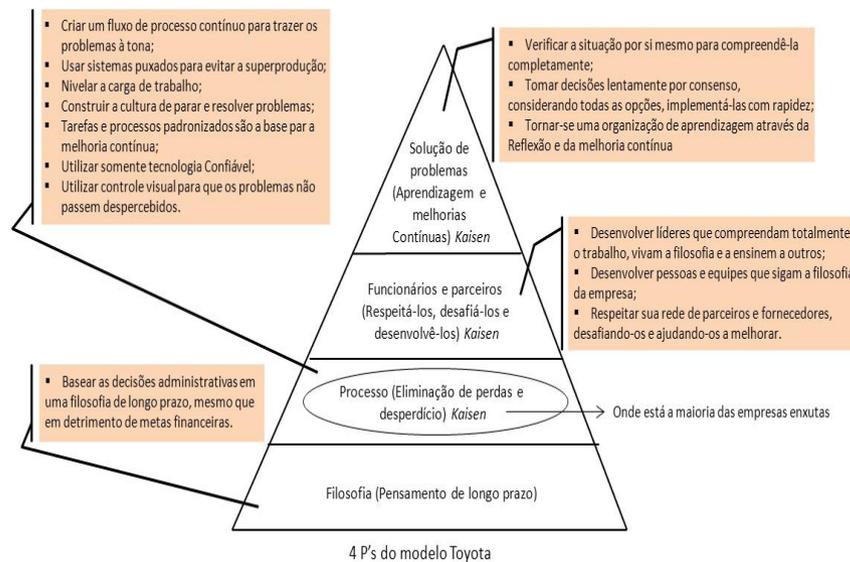


Figura 1 - Modelo Toyota

Fonte: Adaptado de Liker, (2004).

Conforme Liker (2004) o ganho principal do STP não está apenas nas ferramentas e técnicas como *Just in Time* (JIT), *Kanban*, entre outras, que geram economicidade de recursos, mas sim no comprometimento administrativo de uma empresa por meio de um investimento permanente na capacitação do seu pessoal e a promoção de uma cultura de melhoria contínua, que no contexto do STP são denominados de *Kaizen*.

O *Kaizen* foi desenvolvido pelos criadores do STP com o objetivo reformular o modelo de administração clássica de Fayol, melhorando continuamente os processos e operações das empresas japonesas (SINGH; SINGH, 2009).

2.2 Ferramentas enxutas

Para a implementação de *Kaizen's* é necessário a aplicação de algumas ferramentas enxutas como o **Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM – Value Stream Map)** que pode ser considerado um método para ilustrar os fluxos de valor (OHNO, 1997). Consiste em duas etapas principais: na 1ª etapa visualiza-se o fluxo de valor atual (estado atual) e realiza-se a análise do *layout* desse fluxo verificando onde existem fontes de desperdícios. Na 2ª etapa esses desperdícios identificados são reduzidos e cria-se um novo fluxo de valor (estado futuro), atacando-se também prazos de entrega e redução dos inventários (ROTHER, 2003).

Layout é o posicionamento no espaço de departamentos ou postos de trabalho, de modo a minimizar um custo, satisfazendo um conjunto de restrições. É importante destacar os tipos de *layouts* existentes: *layouts* fixos, *layouts* de processos intermitentes, *layouts* em linha e *layouts* de fluxo contínuo (SEELING e PANITZ, 1997). No presente estudo serão tratados apenas *layouts* de fluxo contínuos.

São considerados **sistemas de fluxo em linha ou contínuos**, um sistema produtivo onde o *layout* possui uma alta eficiência e inflexibilidade intensa, geralmente produzindo por longos períodos de tempo, com alto volume e uma variedade baixa

de produtos. Assim é considerado contínuo pelo fato do processo ser em um fluxo ininterrupto (OHNO, 1997).

Portanto, um sistema de **produção contínua** visa produzir uma maior quantidade no menor tempo possível, ou seja, uma produção constante sem paradas ou interrupções.

Uma das funções fundamentais do STP é a **padronização** que envolve e capacita todos os funcionários para melhorar o sistema como um todo. O trabalho padronizado propõe uma maneira diferente de agir, motivando toda a organização para um trabalho mais eficiente, oferecendo uma qualidade superior a um menor custo (JOHANSSON *et al.* 2013).

Segundo Léo Lean (2003) outra ferramenta que auxilia as empresas nesse processo é o 5S, o qual origina-se da primeira letra de cinco operações: *Seiri* (utilização), *Seiton* (arrumação), *Seiso* (limpeza), *Seiketsu* (normalizar) e *Shitsuke* (disciplina). O 5S auxilia o desenvolvimento das equipes operacionais no *gemba* (chão de fábrica), alterando o modo de gestão e criando um padrão disciplinar entre todos. Tem como objetivo desenvolver um ambiente visual, onde o ambiente é limpo e bem organizado, com fluxos claramente identificados, informações e objetos facilmente disponíveis e padronizados visualmente (BERTHOLEY *et al.* 2009). O desenvolvimento desses novos hábitos e regras de trabalho reduzem significativamente as ineficiências e desperdício de tempo nas atividades diárias. Vale ressaltar que tal metodologia exige o esforço de todos os envolvidos com um propósito em comum, melhorar seu local de trabalho, simplificando as atividades diárias por meio de mudanças graduais focadas na obtenção de um ambiente mais agradável e eficiente (GAPP, FISHER, KOBAYASHI, 2008).

O **Kanban** (sistema de controle da produção) é uma ferramenta que funciona entre estações de trabalho consecutivas. Sua principal função é regular os níveis de estoque, mantendo-os o mais baixo possível sem comprometer a produção. Quando o estoque intermediário da estação de trabalho seguinte está baixo, o *Kanban* permite que a produção se inicie na estação anterior (HOPP e SPEARMAN, 2013).

A **manutenção contínua** de um sistema de produção é fundamental, afinal não pode haver atrasos no processo. Uma ferramenta que auxilia essa manutenção é o **TPM** (*Total Productive Maintenance*) ou Manutenção Produtiva Total. O conceito de TPM é implementado por fases e começa com o 5S. Nakajima em 1988, foi o pioneiro a realizar um trabalho que deu a definição básica de TPM, sua importância, objetivos, vantagens e desvantagens, e passos a serem seguidos durante a implementação. Essa metodologia veio para atacar as enormes perdas e desperdícios que ocorriam no chão de fábrica, advindas de falhas ou mau treinamento dos operadores, pessoal de manutenção, processos, problemas de ferramentas e não disponibilidade de componentes em tempo. E que abrange ainda outros fatores como máquinas ociosas, mão de obra ociosa, quebra de máquina e rejeição de peças (SINGHA *et al.* 2013).

Conforme Kasahara e Carvalho (2003), as fases no que diz respeito ao

aperfeiçoamento do processo e do treinamento das pessoas para que possam obter melhores resultados é denominado DMAIC.

O **DMAIC**, apresentado pela Figura 2, é um modelo estruturado, sistematizado e utilizado para orientar as fases de implementação de mudanças na produção.

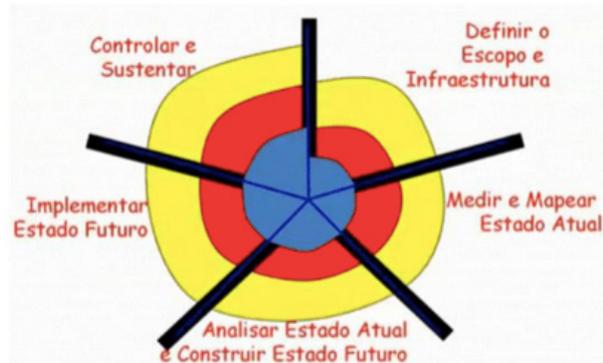


Figura 2 - Fases do DMAIC.

Fonte: Hominiss (2015)

As fases são: **definir** o escopo, objetivos e a infraestrutura, **medir** e mapear o estado atual do processo produtivo, **analisar** o estado atual e futuro, **implementar** o estado futuro, e **controlar** o estado futuro. E começar tudo novamente, como um ciclo, o ciclo DMAIC.

Outra ferramenta que pode apoiar o STP é o **Lean Six Sigma**, que advém de uma metodologia que combina *Lean* com *Six Sigma*, o que o torna um processo dinâmico para o controle dos custos, processos, resíduos e fatores críticos para atender exigências dos clientes. É a combinação das duas metodologias para trabalhar na redução dos custos e desperdícios nas organizações (CELIS e GARCIA, 2012).

Todas essas ferramentas são passíveis de serem aplicadas conjuntamente com o a **Kaizen**, que tem sido amplamente mencionada ao produzir mudanças e resultados positivos para as empresas que as aplica (SUÁREZ-BARRAZA *et al.* 2011).

Mano *et al.* (2014) relata que especialistas em *Kaizen* sustentam que essa ferramenta ajuda a motivar os trabalhadores a prestarem atenção a aspectos da operação do negócio, de forma a melhorar a produtividade e a qualidade do produto. O objetivo do *Kaizen* é sempre estar em busca da melhoria contínua, a metodologia pode refletir diretamente junto à produtividade e à qualidade com o mínimo investimento. Para sua implementação as pessoas na organização desenvolvem suas atividades, melhorando-as sempre, por meio de reduções de custos e alternativas de mudanças inovadoras. O trabalho coletivo prevalece sobre o individual e o ser humano é visto como um dos bens mais valiosos da organização e deve ser estimulado a direcionar seu trabalho para as metas compartilhadas da empresa, atendendo suas necessidades humanas; satisfação e responsabilidade são valores coletivos (MANO *et al.* 2014).

Dessa forma, Imai (1986) descreve uma série de inovações da gestão japonesa:

(i) gestão da qualidade total; (ii) *just in time*; (iii) *kanban*; (iv) zero defeito; (v) sistemas de sugestões; (vi) manutenção preventiva total; (vii) orientação para o consumidor; (viii) automação; (ix) disciplina no local de trabalho; (x) atividades em pequenos grupos; (xi) relações cooperativas entre administração e mão de obra e; (xii) melhoria da produtividade e desenvolvimento de novos produtos. Para este autor, existem dez mandamentos que devem ser seguidos: 1 - O desperdício deve ser eliminado; 2 - Melhorias graduais devem ser feitas continuamente; 3 - Todos os colaboradores devem ser envolvidos; 4 - Buscar aumento da produtividade com estratégias de baixo custo; 5 - Pode se aplicar o *Kaizen* em todas as áreas da organização; 6 - Fazer uso da gestão visual possibilitando visibilidade a problemas e os avanços das atividades, por meio de informações necessárias e visão macro a disposição de todos; 7 - Focaliza a ação onde existe maior criação de valor no chão de fábrica; 8 - Deve ser orientado para os processos; 9 - Valoriza o ser humano, possibilitando sua participação e crescimento no trabalho em equipe; 10 - O lema essencial da aprendizagem organizacional é: Aprender fazendo.

Igualmente, a título de corroborar com o tema, o *Kaizen* não será bem-sucedido se os colaboradores não receberem um treinamento e apoio adequado (MARKSBERRY *et al.* 2010).

É vasta a literatura disponível sobre as ferramentas de aplicação que visam a melhoria dos processos. Encontra-se uma série de propostas e, supostamente, seus passos de implementação estão de forma ordenada, e poderiam ser utilizadas por organizações de diversos segmentos. A fundamentação teórica, obtida por meio da revisão bibliográfica, possibilitou a identificação desses elementos da Produção Enxuta que são passíveis de serem observados, analisados e comparados com a prática adotada pela empresa presente neste estudo de caso, e está exposto no Capítulo 4, na apresentação e análise dos resultados.

Favoni (2013), trabalhou com 12 ferramentas que contribuíram para melhorias em empresa do segmento industrial de calçados. São elas: 1. Produção Puxada e Fluxo Contínuo, 2. Integração da Cadeia de Fornecedores, 3. Operações Padronizadas, 4. Nivelamento da Produção, 5. Balanceamento da Produção, 6. Flexibilização da Mão de obra, 7. TQM, 8. TPM, 9. Troca Rápida de Ferramentas, 10. Gestão Visual, 11. Melhoria Contínua e, 12. Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV).

Nogueira e Saurin (2008) propuseram uma avaliação do nível de implementação de típicas práticas da Produção Enxuta em uma empresa do setor metal-mecânico para melhoria dos processos produtivos, e consideraram 15 Etapas necessárias para de implementação. São elas: 1. Tecnologia de grupo, 2. Gerenciamento visual, 3. Manutenção produtiva total, 4. Desenvolvimento de produto enxuto, 5. Flexibilização da mão-de-obra, 6. Melhoria continua, 7. Balanceamento da produção, 8. Controle de qualidade zero defeitos, 9. Mapeamento do fluxo de valor, 10. Automação, 11. Troca rápida de ferramenta, 12. Nivelamento da produção, 13. Integração da cadeia de fornecedores, 14. Operações padronizadas e, 15. *Just-in-time*.

Scheller e Miguel (2014) notaram que, inicialmente, na empresa de manufatura de refrigeração doméstica, foco de sua pesquisa, não havia consenso em relação a sua estrutura organizacional e tampouco de implementação. Na ocasião da iniciativa de melhoria dos processos, teve como primeiro passo, um trabalho de sensibilização de toda a liderança. As práticas utilizadas totalizaram 19 Fases.

O trabalho de Oliveira *et al.* (2014) tem como objetivo promover melhorias no processo produtivo de modo integrado a um modelo de simulação computacional. O objeto de estudo está baseado em um sistema produtivo que envolve um processo de embalagem automático de produtos. Identificou-se dados do sistema atual e possibilidades de resultados futuros, e registrou-se as atividades que agregam valor ou não para o processo, para posterior aplicação de *kaizen*.

3 | METODOLOGIA

Para se verificar *in loco* o que a literatura nacional e internacional disponibiliza na área da Engenharia de Produção, sobre a filosofia do Sistema Toyota de Produção (STP) e seus resultados, escolheu-se no Brasil, na região de Piracicaba, estado de São Paulo, uma empresa industrial com 12.000 m² de área construída para análise de suas práticas.

A revisão bibliográfica, de natureza exploratória, contou com as seguintes etapas de triagem para compor o banco de documentos: (i) Identificação dos periódicos nacionais e internacionais disponíveis por meio das palavras chaves: Engenharia de Produção, Produção Enxuta, *Kaizen*, Sistema Produção Empurrado, Sistema Produção Puxado; (ii) Seleção das bases de dados a ser trabalhada; (iii) O recurso utilizado e o foco dado ao tipo de documento aplicado, no caso apenas artigos; (iv) A temporalidade da produção dos artigos e, finalmente; (v) O procedimento da leitura na identificação da contribuição (estado da arte) dos artigos de forma a embasar esta pesquisa. A Figura 3 apresenta o fluxo de organização da pesquisa teórica e dos artigos trabalhados.

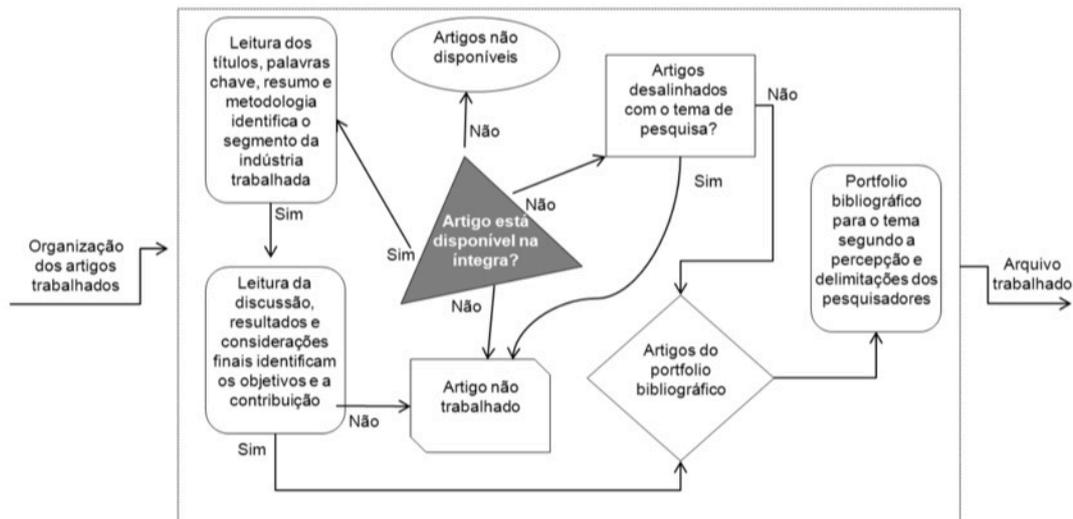


Figura 3 - Etapas de triagem para compor o referencial teórico

Para atingir o objetivo desta pesquisa, e após definido a estrutura conceitual teórica na revisão da literatura, partiu-se para o caso a ser estudado. Inicialmente, com o teste piloto anterior a aplicação do *kaizen*, (*pré-kaizen* – período de apontamentos das informações que antecede a execução da melhoria) e, posteriormente, aplicou-se a pesquisa por meio de questionário e da observação da execução prática do *kaizen*. Após a coleta e análise dos dados, gerou-se o relatório, conforme procedimento metodológico estruturado e relatado por Miguel (2007). Essa coleta dos dados ocorreu por meio de entrevistas semiestruturadas. Foram realizadas visitas ao chão de fábrica, permitindo que as impressões e observações do pesquisador fossem consideradas.

A pesquisa foi realizada no período de 01 de setembro a 17 de outubro de 2014. Os entrevistados foram: a equipe *Kaizen* (responsáveis pela manutenção da filosofia da Produção Enxuta na organização em estudo), operadores de dois setores produtivos da empresa, equipes de manutenção, logística e da engenharia de produção. Assim, busca-se identificar os procedimentos e os principais passos, que a organização participante deste estudo de caso adota, para que os operadores e os colaboradores das áreas de apoio, possam seguir para desenvolver e viabilizar as melhorias desejadas.

A empresa PiraMetals busca a maximização da produtividade e a eficácia das suas operações com base na redução dos desperdícios na produção de componentes e conjuntos soldados em chapas grossas de aço carbono de acordo com as especificações dos clientes. Ela conta com duas unidades de produção, a primeira unidade é responsável pelo corte das peças, e a segunda pelas operações agregadas de maior valor como dobra, solda, usinagem e pintura. Todas as operações estão em área coberta, do estoque de matéria prima à expedição. Os subconjuntos (contrapesos e caçambas) apresentados pela Figura 4, são expedidos por meio de embalagens permanentes, garantindo a qualidade do produto até o cliente (montadora).



Figura 4 - Contrapeso e Caçamba

Fonte: Caterpillar (2014)

Estas duas linhas foram escolhidas porque haviam oportunidades de desenvolvimento e melhoria. Elas trabalham com os fluxos empurrados e objetivou-se a alteração para fluxos puxados conforme a demanda do cliente.

4 | APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Uma série de iniciativas enxutas passíveis de serem adotadas pelas empresas de manufatura, foi encontrada na revisão teórica. Essas iniciativas (ferramentas enxutas) estão supostamente ordenadas e sequenciadas e subentende-se que em forma de passos a serem perseguidos para aplicação e busca da melhoria dos processos produtivos, embora não esteja explicitamente declarada suas sequências e passos de aplicação. Essas organizações contam com alguma cultura da filosofia do Sistema Toyota de Produção (STP) e, minimamente, encontrou-se entre 12 a 19 passos para implementação e viabilização da melhoria, sendo que em um dos casos, adiciona-se um modelo integrado a simulação computacional.

Indo para o chão de fábrica da indústria foco desta pesquisa, inicialmente, realizou-se o primeiro passo para o desenvolvimento de melhorias no processo produtivo, o *Pré-Kaizen*, e buscou-se por meio do levantamento de dados, a aplicação Mapeamento do Fluxo de Valor atual (MFV - atual) de ambas as linhas, a linha do contrapeso e a linha da caçamba traseira. Esses dois subconjuntos são fabricados em seções diferentes, ou seja, ocupam espaços físicos distintos na fábrica (dois departamentos).

A duração do *Pré-Kaizen* foi de dois meses e nessa fase, o trabalho foi orientado pela metodologia *DMAIC*, uma ferramenta da metodologia *Six Sigma* que direcionou as atividades, portanto, inicialmente, “D” Definiu-se os objetivos de *Kaizen* que seria a busca da melhoria do setor e “M” Mediu-se a situação atual identificada no mapa de fluxo de valor atual das linhas e, na sequência, “A” Analisou-se a demanda, o balanceamento estimado das linhas e a mão de obra necessária para as operações.

No MFV atual das linhas, por meio da identificação das atividades que agregam valor (AV) e as que não agregam valor (NAV), percebeu-se algumas oportunidades de melhorias. Essas oportunidades identificadas nessa etapa são: (i) Limpeza geral e implementação da gestão visual, (ii) minimização da movimentação das peças, (iii) aproveitamento dos carrinhos para transporte de subconjuntos que estão desativados

em outra seção e que poderão minimizar os trabalhos de ponte rolante na área em estudo, (iv) a disponibilização de *kits* de abastecimentos a serem utilizados pela logística e, (v) implementação de dispositivos facilitadores de montagem dos subconjuntos. Notou-se que a produção estava empurrada. Assim, ficou apontado e definido os próximos, poucos, e vitais passos a serem perseguidos.

Finalmente, partiu-se para a quinta e penúltima letra da sigla do *DMAIC*, “I” de Implementar, e a execução realizada pelos próprios operadores do setor (equipe *kaizen*) começou pela base do *Kaizen*, o 5S. Assim, iniciou-se o segundo passo, desenvolveu-se o *layout* por meio da aplicação do 5S. A Figura 5 ilustra o antes e o depois das operações de remoção das ferramentas e materiais desnecessários, da organização, limpeza e padronização do setor.



Figura 5 - Ilustração do antes e depois das melhorias de 5S

Fonte: Acervo dos autores (2014)

As pinturas no chão demarcaram o posicionamento das bancadas, carrinhos, *kits* de abastecimentos para estoque de entrada de matéria prima na seção, e espaço para ferramentas. Essas ferramentas foram organizadas e identificadas e o estoque de matéria prima, alocado próximo às atividades, reduziu a movimentação e melhorou a produtividade. Assim, eliminaram-se os desperdícios de tempo pela procura de determinada ferramenta e não a encontrar com facilidade.

Implementou-se a gestão visual, como o terceiro passo, a qual orientou os operadores quanto aos procedimentos de sequência das operações, fluxo dos subconjuntos, tempo de cada operação, tempo de ciclo e passou-se a saber quantos subconjuntos (caçambas e contrapesos) devem ser fabricados diariamente.

A Figura 6 apresenta o quarto passo, trata-se de *kits* de abastecimento projetados pela área de Engenharia de Produção da empresa, para estocar por um dia, a matéria prima que será usada na montagem dos subconjuntos. Esses *kits* são utilizados pela logística e funcionam como um *kanban* de abastecimento para o setor. Assim, o sistema produtivo passou de empurrado para puxado.

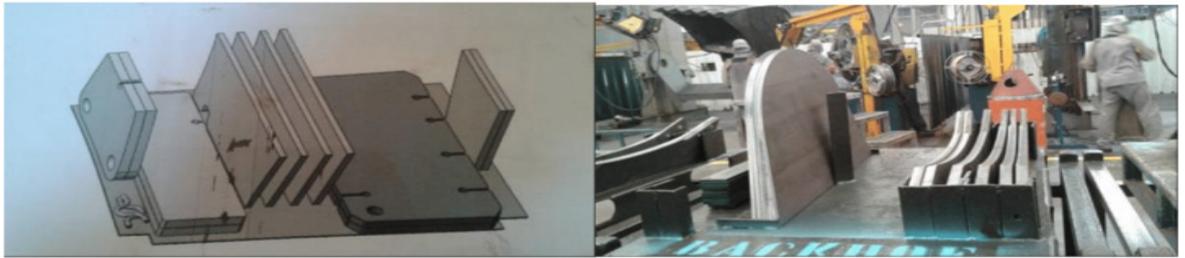


Figura 6 - Kits de abastecimento projetado e construído (real) para disposição da matéria prima no setor.

Fonte: Acervo dos autores (2014)

Além dos ganhos de espaço físico e da organização dos materiais e de tempo de movimentação, houve melhorias na qualidade de trabalho para os operadores, pois esses *kits* de abastecimento foram projetados na altura adequada visando à ergonomia e a facilidade da operação para o trabalhador. Os *kits* eliminaram a movimentação da matéria prima feita pela ponte rolante com capacidade de cinco toneladas, que raramente estava disponível para utilização dos operadores, e que era o gargalo do setor, pois normalmente os operadores ficavam parados esperando sua disponibilidade.

O quinto passo está na iniciativa da adoção de “carrinhos de mão”, também contribuiu para a substituição daquela ponte rolante com capacidade de cinco toneladas, pois os próprios operadores passaram a levar os subconjuntos (Contrapeso e Caçambas) para serem soldados no robô.

Anteriormente, o robô não participava da atividade de solda nessas duas linhas. Esta foi outra melhoria, pois se aumentou a carga de trabalhos do robô que tinha disponibilidade ociosa, e minimizou a mão de obra dos operadores.

No sexto passo, após a aplicação do *kaizen*, adotou-se a padronização estabelecida como regra necessária a ser cumprida e mantida. Momento em que se pesquisou junto aos participantes, entre tantas atividades realizadas, compromissos assumidos e várias metas de melhorias: qual seria para eles o maior desafio? A resposta foi unânime. O maior desafio é última letra “C” do *DMAIC*, o Controle que se trata do acompanhamento e manutenção do que se realizou nesse período de dois meses, ou seja, a manutenibilidade da padronização adotada. Perguntou-se, ainda, aos líderes da equipe *kaizen*, sobre o fato de não ter utilizado de nenhum modelo de simulação computacional. A resposta foi que em razão da experiência adquirida pelas equipes no passado em vista dos mais de 500 *kaizen's* realizados, percebeu-se que esse tipo de atividade é mais “mão na massa” e menos computador e escritório (cultura de chão de fábrica). Ainda no passo de planejamento (*pré-kaizen*), suficientemente para o direcionamento assertivo dos trabalhos, o foco deve estar no realizar/executar, e fazer as coisas realmente na confiança da experiência adquirida pelas equipes. Assim as “coisas” tem se saído melhores.

Em síntese e de forma geral, após seis meses da implementação, alguns

resultados quantitativos, apresentados pela Tabela 2, puderam ser apurados em comparação aos resultados históricos do setor.

Desperdício encontrado e trabalhado	Dados referente a melhoria do processo apontados pela pesquisa após a implementação do <i>kaizen</i>
Superprodução	Redução do estoque em processo em 55%
Tempo de espera	Ampliação da capacidade produtiva em 20%
Transporte desnecessário de peças	Ampliação da capacidade em 35%
Movimentação desnecessária	Ampliação da capacidade em 50%

Tabela 2 – Resultados apurados na pesquisa com base na produtividade do setor

Assim, os ganhos foram além do treinamento do pessoal *in locu* diariamente realizado pela equipe *kaizen* aos operadores, pois reduziram-se perdas importantes no processo de produção, de forma maximizar a capacidade produtiva. Houve ganhos de 20% da mão de obra disponível nos setores por não se ter mais o tempo de espera que se tinha antes da aplicação do *kaizen*, sendo esta uma das mais danosas em razão da quantidade de colaboradores.

Os desperdícios de (i) superprodução, (ii) tempo de espera, (iii) transporte desnecessário de peças e, (iv) movimentação desnecessária, tem a propriedade de esconder as outras perdas e são as mais difíceis de serem eliminadas. Deixou-se de produzir demais (superprodução por quantidade) e não se produz mais antecipadamente (superprodução por antecipação). Reduziu-se o desperdício com a superprodução, tempo de espera, transporte desnecessário e movimentação excessiva de peças em 55%, 20%, 35% e 50%, respectivamente. Nesse cálculo, foram considerados o intervalo de tempo no qual o lote ficava “estacionado” à espera de sinal verde para seguir em frente no fluxo de produção, e o tempo de movimentação e transporte economizados no fluxo de peças e componentes.

Por meio dos *kits* de abastecimento próximos as operações de montagem dos componentes foram economizadas 45% do tempo de processamento. Eliminaram-se tarefas sem afetar as características e funções básicas do produto/serviço. Estas foram classificadas como perdas no próprio processamento, são situações em que o desempenho do processo encontra-se aquém da condição ideal. Exemplos das melhorias conquistadas: (i) aumento na velocidade de corte, (ii) montagem, (iii) solda e eliminou-se a necessidade de (iv) ajuste das máquinas. Portanto, em razão dos *kit's* e pelo rearranjo do *layout*, foi possível mensurar ganhos de produtividade.

Após a implementação desses seis passos, a empresa incorporou a importância da aplicação do *kaizen*, e decidiu seguir com o processo em outras áreas da organização na tentativa de conquistar ganhos macros pela redução do tempo global de produção e de seus benefícios inerentes as melhorias percebidas.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com poucos e a identificação dos mais importantes passos para implementação de *kaizen* evidenciados nessa pesquisa, e por meio uma sequência lógica, prática, objetiva e que se notou ser bem-sucedida, realizou-se intervenções e se promoveu melhorias no processo produtivo de uma indústria do segmento metal mecânico localizada no interior do estado de São Paulo.

Face ao que foi desenvolvido na prática dessa indústria pelo seguimento desses seis passos, e com o apoio do que se encontrou na revisão da literatura da área da Engenharia de Produção, foi possível viabilizar um processo produtivo mais enxuto em razão da eliminação dos desperdícios encontrados.

Os seis passos escolhidos e seguidos tornaram o trabalho objetivo, simples, focado e de fácil assimilação pelos operadores. O DMAIC foi a ferramenta utilizada para direcionar e nortear as atividades que, por ser um ciclo, pode possibilitar depois de implementado as melhorias identificadas, reiniciar o estudo, ciclicamente. E, assim, executar outras novas possibilidades de melhorias, ininterruptamente, melhorando o processo produtivo.

O primeiro passo consiste no pré-*kaizen*, e na identificação e levantamento de dados o Mapeamento do Fluxo de Valor atual (MFV). O segundo passo está no desenvolvimento do *layout* por meio da aplicação do 5S. A implementação da gestão visual, como o terceiro passo, orientou os operadores quanto aos procedimentos eficientes das operações para viabilizar resultados eficazes de fabricação. O quarto passo, trata-se de *kits* de abastecimento projetados, momento em que o sistema produtivo passou de empurrado para puxado, esse sistema possibilitou puxar a produção conforme a demanda e, por meio do balanceamento da linha o estoque de matéria prima na seção foi minimizado. O quinto passo está na iniciativa da adoção de “carrinhos de mão” oportunidade em que se reduziu o tempo de movimentação e de espera. No sexto passo, após a aplicação do *kaizen*, adotou-se a padronização estabelecida como regra necessária a ser cumprida e mantida.

Assim, foi possível reduzir desperdícios de (i) superprodução, (ii) tempo de espera, (iii) transporte desnecessário de peças e, (iv) movimentação desnecessária, para ambas as linhas. As linhas de contrapeso e de caçambas traseiras transformaram-se uma única linha, ganhou-se metros quadrados de área de fábrica ocupada e a redução de cinco colaboradores que foram alocados em outras atividades encomendadas por um novo cliente da empresa.

De ambas as linhas, a linha escolhida para produzir o contrapeso e as caçambas traseiras foi a mais próxima do robô o que diminuiu ainda mais a movimentação de subconjuntos pela fábrica. Consequentemente, reduziu-se a utilização da ponte rolante (que possui capacidade de cinco toneladas), isso porque os próprios operadores, por meio de carrinhos que foram reaproveitados de outros setores que os haviam desativados, passaram a levar os subconjuntos para solda no robô.

Uma vez identificado os seis passos realizados pela empresa e implementado as melhorias no processo produtivo, mensurou-se os ganhos quantitativos e as áreas na qual foram aplicadas o *kaizen*. Além dos ganhos de espaço físico, organização dos materiais e de tempo de movimentação, houve melhoria na qualidade de trabalho para dos operadores. Portanto, os ganhos foram além do aumento da capacidade produtiva e treinamento e capacitação do pessoal.

Os seis passos possibilitaram a redução de perdas importantes no processo de produção, houve ganhos de 20% da mão de obra disponível. Minimizou-se o desperdício com o tempo de espera, movimentação adicional e transporte excessivo de peças. O abastecimento de componentes próximos às operações de montagem resultou em ganho de 45% do tempo de processamento.

Essas melhorias serão revertidas em garantia de entrega no prazo, melhoria de qualidade dos subconjuntos e maior confiança na relação entre fornecedor e clientes. E, espera-se uma maior credibilidade por parte da montadora, o que poderá ser um diferencial para torná-lo mais competitivo frente aos concorrentes, e assim maximizar as vendas de seus produtos.

Observando a situação inicial da empresa, e aderindo a iniciativa dos seis passos adotados prioritariamente, e por meio de uma sequência lógica, prática, simples e objetiva, conquistou-se os resultados esperados. Adiciona-se, ainda, a esses resultados quantitativos, as mudanças no método de trabalho e na satisfação do pessoal, operadores e colaboradores mais motivados e com autoestima elevada, pela satisfação do trabalho realizado bem-sucedido. Além do ambiente mais agradável de trabalho, pôde-se mensurar melhores resultados conquistados pela equipe (redução do tempo de ciclo, entre outros).

O objetivo principal deste trabalho foi identificar uma quantidade de passos mínimos (seis passos) praticados pela indústria na implementação de *kaizen's*. Na qual é possível aplicar os conceitos da Engenharia de Produção no processo produtivo, eliminar desperdícios de um fabricante de equipamentos seriados e identificar seus benefícios. Com isso, sugere-se que esta empresa, e outras, estenda a aplicação desses passos de forma focada e objetiva para outras linhas de produtos e para outros setores da empresa, como o setor administrativo e almoxarifado.

REFERÊNCIAS

BERTHOLEY, F. BOURNIQUEL, P. RIVERY, E. COUDURIER, N. & FOLLEA, G. Work organization improvement methods applied to Blood Transfusion Establishments (BTE): Lean Manufacturing, VSM, 5S. **Transfusion Clinique et Biologique**. Vol 16, N 2, PG 93–100. 2009. <https://doi.org/10.1016/j.tracli.2009.04.007>

CATERPILLAR. Disponível em: http://www.cat.com/pt_BR.html. Acesso em 24/10/2014.

CELIS, O. L. M.; GARCÍA, J. M. S. Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma. **Estudios Gerenciales**, Vol. 28, 2012.

- DÜES, C. M.; TAN, K. H.; LIM, M. Green as the new Lean: how to use Lean practices as a catalyst to greening your supply chain. **Journal of cleaner production**, v. 40, p. 93-100, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.023>
- FAVONI, C., GAMBI, L. N., CARETA, C. B. Oportunidades de implementação de conceitos e ferramentas de produção enxuta visando melhoria da competitividade de empresas do APL calçadista de JAÚ/SP. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v.13, n. 3, p. 1118-1142, jul./set. 2013. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v13i3.1404>
- GAPP, R.; FISHER, R.; KOBAYASHI, K. Implementing 5S within a Japanese context: an integrated management system. *Management Decision*, v. 46, n. 4, p. 565-579, 2008. <https://doi.org/10.1108/00251740810865067>
- GSTETTNER, S., e KHUN, H.: Analysis of production controlsystems Kanban and CONWIP. *International Journal of Production Research*. V.34, p. 3253-3273, 1996. <http://dx.doi.org/10.1080/00207549608905087>
- HOMINISS. Empresa de consultoria e treinamento. Disponível em: <http://www.hominiss.com.br/>. Acesso em 04/01/2015.
- HOPP, W. J.; SPEARMAN, M. L. **A Ciência da Fábrica - 3ª Ed.** 2013.
- IMAI, M. **Kaizen: A Chave para o Sucesso Competitivo do Japão**, Random House Negócios Division, New York, NY, 1986.
- JOHANSSON, P. E. C. LEZAMA, T. MALMSKÖLD, L. SJÖGREN, B. AHLSTRÖM L. M. Current State of Standardized Work in Automotive Industry in Sweden. **Procedia CIRP**. Vol 7. PG 151–156. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.05.026>
- KASAHARA, E. S.; CARVALHO, M. M.; “Análise dos Modelos TQM e Seis Sigma: estudo de múltiplos casos”. **Anais: In XXIII ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Ouro Preto. Porto Alegre: V. 1, p. 1-8. UFRGS, 2003
- LEXICO LEAN – **Glossário Ilustrado para Praticantes do Pensamento Lean**, 4 edição, Lean Enterprise Institute. 2003.
- LIKER, J. K. **The Toyota way: 14 management principles from the world’s greatest manufacturer**: MacGraw-Hill, 2004.
- MANO, Y., AKOTEN, J., YOSHINO, Y., SONOBE, T., Teaching KAIZEN to small business owners: An experiment in a metalworking cluster in Nairobi. **Journal of the Japanese and International Economies**. Volume 33, setembro 2014, páginas 25-42. <https://doi.org/10.1016/j.jjie.2013.10.008>
- MARKSBERRY, P., BADURDEEN, F., GREGORY, B., KREAFLE, K., Management directed kaizen: Toyota’s Jishuken process for management development. **Journal of Manufacturing Technology Management**. Volume 21 Edição 6. 201º. <https://doi.org/10.1108/17410381011063987>
- MIGUEL, P. A. C., Estudo de caso na engenharia de produção: Estruturação e recomendações para sua condução. **Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, Jan./Abr. 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132007000100015>
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção – além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- OLIVEIRA, R. B. M., CORRÊA, V. A., NUNES, L. E. N. P. **Mapeamento do fluxo de valor em um modelo de simulação computacional**. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v.14, n. 3, p.

837-861, jul./set. 2014. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v14i3.1461>

ROTHER, M. **Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate**. Lean Enterprise Institute; 2003.

SHELLER, A. C., MIGUEL, P. A. C. Adoção do *seis sigma* e *lean production* em uma empresa de manufatura. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v.14, n. 4, p.1316-1347, out./dez. 2014. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v14i4.1652>

SEELING, M., PANITZ, C. **Estudo de layout**. Transparências. 1997.

SINGH, J.; SINGH, H. Kaizen philosophy: a review of literature. **The IUP Journal of Operations Management**, v. 8, n. 2, p. 51-72, 2009.

SINGHA, R. GOHILB, A.M. SHAHB, B.D. DESAIC, S. Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study. **Procedia Engineering**. Vol 51. PG 592–599. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.01.084>

SPEARMAN, M. L.; WOODRUFF, D. L.; HOPP, W. J.: CONWIP: a pull alternative to Kanban. **International Journal of Production Research**. V.28, n.5, p. 879-894, 1990.

SUÁREZ-BARRAZA, M. F.; RAMIS-PUJOL, J.; KERBACHE, L.. Thoughts on< IT> kaizen</IT> and its evolution: Three different perspectives and guiding principles. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 2, n. 4, p. 288-308, 2011. <https://doi.org/10.1108/20401461111189407>

THOMAS, K.P. Investment Incentives and the Global Competition for Capital. **Journal of common market studies** [0021-9886] Giurgiu, Adriana: 2012 vol:50 iss:1 pg:190. DOI: 10.1111/j.1468-5965.2011.02215_5.x

PROPOSTA DE REDUÇÃO DE *LEAD TIME* NA LINHA DE PRODUTOS TERMOELÉTRICOS DE UMA PEQUENA EMPRESA FAMILIAR DO INTERIOR PAULISTA

Fernanda Veríssimo Soulé

Universidade Federal de São Carlos,
Departamento de Engenharia de Produção
São Carlos-SP

Nayara Cristini Bessi

Universidade Federal de São Carlos,
Departamento de Engenharia de Produção
São Carlos-SP

Luana Bonome Message Costa

Universidade Federal de São Carlos,
Departamento de Engenharia de Produção
São Carlos-SP

Ana Beatriz Lopes Françoso

Universidade Paulista, Instituto de Ciências
Sociais e Comunicação
São José do Rio Pardo- SP

Tatiana Kimura Kodama

Universidade de São Paulo, Departamento de
Engenharia de Produção
São Carlos-SP

Luís Carlos de Marino Schiavon

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia
de São Carlos
São Carlos-SP

Moacir Godinho Filho

Universidade Federal de São Carlos,
Departamento de Engenharia de Produção
São Carlos-SP

(*QRM*) é uma maneira de empresas manufatureiras alcançarem flexibilidade. Esta é um elemento-chave para diferenciação e potencialização da competitividade. Há poucas pesquisas empíricas cujo tema permeia micro e pequenas empresas (MPEs) e flexibilidade da produção, o que pode impactar a apropriação dessa abordagem por esses importantes atores da nossa economia. Este artigo objetiva demonstrar os resultados de uma pesquisa de campo que utilizou o *QRM* para propor ações capazes de reduzir o *lead time* da linha de termoeletrônicos de uma pequena empresa familiar do interior de paulista. Propôs-se a) o equilíbrio dos *throughputs* das operações lentas, reduzindo 50% dos lotes de produção seguido de reduções gradativas; b) a implementação da manufatura celular e melhorias da gestão dos estoques intermediários, utilizando o sistema *POLCA* e gestão visual; c) a implementação de um planejamento integrado de vendas e operações e regras para priorização de pedidos. Identificou-se que a proposta geraria uma redução do caminho crítico de 39 para 21,3 dias e uma redução inicial de 51% no custo do estoque de matéria prima, podendo chegar até 69%. Notou-se: a) problemas de gestão, capacidade de investimento e relação com fornecedores, frequentes em MPEs familiares; b) adequação do *QRM* para as necessidades de MPEs; c) a importância da interação entre o

RESUMO: O *Quick Response Manufacturing*

conhecimento desenvolvido na academia e as pequenas empresas familiares.

PALAVRAS-CHAVE: pequena empresa familiar. redução de *lead time*. *quick response manufacturing*

ABSTRACT: Quick Response Manufacturing (QRM) is a way manufacturing companies may increase their flexibility. Manufacturing flexibility is a key to differentiation and enhancement of competitiveness. There is few empirical research on the topic of how micro and small enterprises (MSEs) may benefit from QRM, what may impact the appropriation of this approach by these important actors of our economy. This article aims to present the results of a project which applied QRM to reduce the lead time of the thermoelectric line of a small family business located in the state of Sao Paulo. It was proposed to a) balance the throughputs of slow operations, reducing 50% of production batches followed by gradual reductions; b) implement cellular manufacturing and improvements in the management of intermediate stocks, using the POLCA system and visual management; c) implement an integrated sales and operations planning and rules for prioritization of orders. It was identified that the proposal would generate a reduction of the critical path from 39 to 21.3 days and an initial reduction of 51% in the raw materials stock costs and may even reach 69%. The following conclusions were drawn from the research: a) problems in management, investment capacity and relationship with suppliers, which are frequent in family MSEs; b) the QRM is suitable for this context; c) the importance of interaction between the knowledge developed in academia and family MSEs.

KEYWORDS: small family business. reduction of lead time. quick response manufacturing

1 | INTRODUÇÃO

Em 1998, Rajan Suri (1998) cunhou a abordagem *Quick Response Manufacturing (QRM)* (GODINHO FILHO, 2004), em um contexto no qual se consolidava a preocupação das empresas com a flexibilidade, velocidade e pontualidade de produção. Essa abordagem infere que a gestão da produção deve ser mais cautelosa com o tempo e capaz de remover continuamente desperdícios ou atividades que não agregam valor (SIM; CURATOLA, 1999). O *QRM* é definido como uma estratégia para redução de *lead time* em toda a empresa, de modo a buscar, simultaneamente, baixos custos, alta qualidade, entrega rápida e flexibilidade em curto prazo (SURI, 1998).

A atividade prática e científica dessa abordagem é relativamente recente e atualmente relevante. No entanto, ambas atividades estão concentradas em grandes empresas ficando às margens as micro e pequenas. Serrão e Dalcol (2001) afirmam que há poucas pesquisas científicas cujo tema permeie MPEs e flexibilidade da produção, o que pode retardar a elevação da competitividade dessas. Para os autores, as micro e pequenas empresas (MPEs) ganham especial importância no contexto de reestruturação industrial, que gerou a desverticalização das operações e terceirização

dos sistemas produtivos de grandes empresas, gerando uma necessidade de se refletir também sobre a atuação dessas organizações menores.

No Brasil, também pouco se pesquisa sobre este tema sendo possível citar poucos autores que aplicaram a abordagem *QRM* em MPEs (BONANDI; COPPINI; VIEIRA JÚNIOR, 2010; FAVONI; LOPES; NADALETO, 2011; GODINHO FILHO; HAYASHI; RUFO, 2013; THURER; GODINHO FILHO, 2012). Verificou-se ainda que os estudos não expõem possíveis especificidades que MPEs brasileiras enfrentariam ao aplicar essa abordagem.

Este artigo tem potencial de contribuir para o desenvolvimento da literatura científica e também como de modelo de aplicação do *QRM* para outras pequenas empresas que desejam reduzir o *lead time* e se tornar mais flexíveis e competitivas. O objetivo consistiu em demonstrar os resultados de um estudo de caso que utilizou a abordagem *QRM* para propor ações com potencial de reduzir o *lead time* da linha de produção de termoelétricos de uma pequena empresa familiar atuante nos setores de estética, informática e utilidade doméstica do interior paulista. A aplicação do estudo se faz especialmente relevante para a empresa estudada, auxiliando na reflexão sobre novas estratégias produtivas frente a uma situação futura vislumbrada, de maior demanda e variedade no portfólio de produtos.

2 | QUICK RESPONSE MANUFACTURING

O *QRM* visa reduzir o *lead time* em todas as áreas das empresas desde a produção, cadeia de suprimentos, escritório, desenvolvimento de produtos entre outras, visando melhorar a qualidade, reduzir custos e eliminar desperdícios, que não agregam valor.

Suri (1998) defende que as empresas que implementam com sucesso a estratégia *QRM* tornam-se competidores formidáveis nos seus mercados de atuação, entregando produtos de alta qualidade de forma mais rápida do que seus concorrentes, o que faz com que seus clientes fiquem satisfeitos. De fato, a flexibilidade é uma estratégia produtiva fundamental para a competitividade das MPEs, no contexto de reestruturação industrial apontado por Serrão e Dalcol (2001). Em consonância com essa ideia, Thurer et al. (2013) demonstram que as pequenas empresas brasileiras têm como umas de suas prioridades competitivas a flexibilidade. Infere-se que a aplicação da abordagem *QRM* ganha destaque na redução do *lead time* e, conseqüentemente, no desenvolvimento dessa prioridade competitiva.

2.1 Ferramentas e técnicas utilizadas para a redução do *lead time*

A abordagem desenvolvida por Suri (1998) propõe algumas ferramentas específicas para a redução do *lead time*. No entanto, qualquer ferramenta que auxilie na redução do *lead time* pode ser aplicada em projetos de *QRM*. A seguir, são apresentadas as ferramentas e técnicas utilizadas nessa pesquisa. São elas: a)

Manufacturing Critical-path Time (MCT); b) *Manufatura celular QRM*; c) *Paired cell Overlapping Loops of Cards with Authorization (POLCA)*; d) Tamanho de lote ideal e) Gestão visual de estoques.

O *MCT* é uma métrica para *lead time* que foca nos resultados e na forma como esses são alcançados; é a típica quantidade de tempo no calendário (ou seja, de dias corridos) do caminho crítico, a partir da criação de uma ordem até a primeira parte da ordem ser entregue (SURI, 2010). O objetivo do *MCT* é promover uma estimativa razoável para identificar as melhores oportunidades de melhoria, demonstrando onde estão os maiores *leads times* e, provavelmente, os maiores desperdícios (ERICKSEN et al. 2007).

A manufatura celular busca um fluxo de materiais rápido e suave na fábrica, simplificando as operações (NAHMA et al., 2003) a partir do processamento de uma coleção de peças similares (família de peças) em um conjunto dedicado de máquinas ou processos de fabricação (células) (SINGH, 1993). No contexto do *QRM*, de acordo com Suri (2010), as células são mais flexíveis do que as células tradicionais, e em particular, elas não precisam ter um fluxo celular. Esta flexibilidade, sem afetar o seu desempenho, é um dos pontos fortes das células *QRM*. Para coordenar o fluxo entre as células de forma efetiva, utiliza-se a estratégia de controle de materiais denominada *POLCA*.

O *POLCA* é um sistema para controle e reposição de materiais que busca restringir a quantidade de trabalho em processo no chão de fábrica, a fim de alcançar uma média baixa do tempo de atravessamento (*throughput time*). O cartão *POLCA* puxa a produção, mas apenas quando autorizada pelo *High level MRP (HL/MRP)*, ou seja, apenas quando há demanda para o produto a ser fabricado. O sistema *POLCA* é, portanto, híbrido, incorporando técnicas dos sistemas empurrado e puxado. Para o cálculo da quantidade inicial de cartões *POLCA* em cada célula, utiliza-se a Fórmula (1), com as respectivas variáveis apresentadas no Quadro 1. Pode-se adicionar uma margem de segurança de, por exemplo, 10% à quantidade obtida. A quantidade deve ser refinada com o sistema em operação.

$$NAB = (LA + LB) \times \left(\frac{FAB}{D}\right) \dots\dots\dots(1)$$

NAB: Número de cartões *POLCA* A/B
 LA: *Lead time* (em dias) da célula A
 LB: *Lead time* (em dias) da célula B
 FAB: Total de tarefas que vão de A para B no período D
 D: número de dias de trabalho (horizonte de planejamento)

Quadro 1- Variáveis para cálculo da quantidade de cartões *POLCA* em cada célula.

Fonte: Suri (2010, p. 8)

Os altos *lead times* podem ainda ser causados por excesso de estoque em processo, que irão acarretar em atrasos nas entregas e afetar diretamente na qualidade do produto final (LAMBERT et al, 1998). Assim, uma das formas de diminuir o *lead time* é por meio de uma gestão de estoque mais eficiente.

A literatura sobre o *QRM* contribui para encontrar o tamanho do lote que leve à maior redução de *lead time* possível. As equações propostas por Suri (1998) para dimensionamento de lotes e programação da produção representam dois estágios. Um primeiro estágio contribui para determinar o tamanho do lote ideal a partir de algumas variáveis. O segundo visa a calcular o impacto do tamanho do lote em relação à sua utilização. As variáveis disponíveis no Quadro 2 são utilizadas nos cálculos de dimensionamento do lote e verificação do impacto que o lote causa na utilização. A Fórmula (2) é utilizada para calcular o dimensionamento dos lotes e a Fórmula (3) e (4) são utilizadas no segundo estágio, que se refere ao cálculo do impacto do tamanho do lote em relação à sua utilização.

D = Demanda por período (dia)
H = Horas trabalhadas por período (dia)
L = Tamanho médio do lote
TA1 = Tempo entre pedidos de 1 peça = H/D
TA = Tempo entre pedidos de 1 lote médio = L x TA1
TSU = Tempo de set up para uma ordem
TJ = Tempo médio para concluir um trabalho
TJ1 = Tempo para se fazer uma peça, após o set up

Quadro 2- Variáveis utilizadas no cálculo de dimensionamento dos lotes e impacto na utilização.

Fonte: Suri (1988, p. 160-161)

$$TJ = TSU + LxTJ1 \dots\dots\dots(2)$$

$$U = \frac{TJ}{TA} \dots\dots\dots(3)$$

$$U = (TSU + L x TJ1) / (L x TA1) = TSU/ (L x TA1) + TJ1 / TA1 \dots\dots\dots(4)$$

O gerenciamento visual dos estoques também pode ser um aliado na busca pela redução de *lead times*. Entende-se por gerenciamento visual o uso de artifícios que são capazes de tornar visíveis os estoques em processo, tornando possível uma melhor administração e controle das prioridades do chão de fábrica mediante sinalizadores visuais. Esse mecanismo habilita qualquer pessoa, até mesmo que não conheça detalhadamente a rotina da fábrica, a compreender o processo produtivo por meio da simples observação (HALL, 1988; RECH, 2004), e no alinhamento da visão dos problemas e do andamento das atividades (RECH, 2004).

3 | MÉTODO E PROCEDIMENTOS

A proposição e aplicação do *QRM* segue a lógica da pesquisa de campo, compreendida por Lakatos e Marconi (2004) como uma investigação *in loco* do objeto de estudo, sendo realizada a partir de entrevistas dirigidas, questionários e observações sistêmicas. O método adotado foi o estudo de caso. Utilizou-se uma amostra não probabilística e intencional, que contemplou a empresa descrita na seção a seguir. Os procedimentos adotados seguiram os primeiros dez passos do procedimento metodológico proposto por Suri (1998) dispostos no Quadro 3.

Passos	Atividades	Detalhamento
1. Obtenção do comprometimento da alta gerência	a) Duas reuniões de preparação entre autores; b) Reunião dos pesquisadores com alta gerência e presidência.	Foram realizadas reuniões de preparação a fim de se estabelecer a agenda e elaborar material para reunião com alta gerência e presidência. Nessa reunião, foram apresentados o método QRM, suas possibilidades de aplicação e seu potencial de apoiar a melhoria de desempenho em diversos setores da empresa. Nesse momento, já foi definido o foco do projeto como sendo as atividades produtivas.
2. Estabelecimento da equipe e "campeão" QRM	a) Reunião dos pesquisadores com alta gerência e presidência.	O papel de "campeão" QRM ficou sob responsabilidade do engenheiro responsável pela fábrica. A equipe de trabalho foi formada pelo mesmo engenheiro, por uma analista de negócios e pelos pesquisadores, contando-se ainda com o apoio da alta gerência e da presidência no estabelecimento e aprovação das questões mais centrais e estratégicas do projeto.
3. Escolha de um produto potencial e objetivos grosseiros	a) Reunião com equipe de trabalho, alta gerência e presidência	Definiu-se como foco de atuação a linha de termoeletrônicos, tendo-se como objetivo a redução de lead time dessa.
4. Reunião do time de planejamento	a) Duas reuniões com equipe de trabalho; b) Validação de escopo com alta gerência e presidência	Nessas reuniões, foram construídos cronograma de trabalho macro e detalhado, matriz de reuniões e escopo do projeto. O material construído foi validado pela alta gerência e presidência.
5. Apoio na construção de um grupo	a) Treinamento de "campeão" QRM e analista de negócios em QRM	A fim de se obter um maior comprometimento da equipe de trabalho com o projeto, foi realizado um treinamento individualizado à distância tanto com o "campeão" QRM quanto com a analista de negócios que integrou a equipe de trabalho. O treinamento teve como objetivo aprofundar o conhecimento sobre o método QRM.
6. Obtenção de medidas grosseiras do desempenho atual do sistema	a) Levantamento de tempos de setup, tempos produtivos, work in process (WIP), etapas do processo produtivo e fluxos de materiais, layout; b) Construção de MCT; c) Mapeamento do gargalo; d) Desenho do processo, com layout e seus tempos produtivos, de setup e de espera	Foram levantados e sintetizados os dados previamente coletados. Em seguida, verificou-se a necessidade de levantamento de dados complementares, em diversas etapas do processo, que foram medidos <i>in loco</i> . Com esses dados, foram desenvolvidos o gráfico MCT, o mapeamento do gargalo e o desenho do processo, conforme citado nas atividades.
7. Refinamento do escopo e objetivos	a) Duas reuniões com equipe de trabalho	A partir de análises do desempenho prévio do sistema, foram refinados o escopo e objetivos do projeto. Verificou-se um excesso de capacidade ociosa no sistema, definindo-se como base para o trabalho a projeção de crescimento de 50% para o ano seguinte. Vislumbraram-se 3 oportunidades de redução do lead time, apresentadas na seção 4.
8. Condução da coleta e análise de dados detalhadas	a) 7 entrevistas b) Três reuniões com equipe de trabalho c) Análise documental	Foram conduzidas entrevistas individuais com o engenheiro responsável pela linha de termoeletrônicos, quatro operadores da linha, analista de compras e uma coletiva com analista de negócios, alta gerência e presidência. Os documentos analisados foram relatórios de vendas, listas de materiais e fluxogramas. Os dados coletados foram analisados utilizando-se a Árvore da Realidade Atual (ARA) em reuniões de equipe.
9. Elaboração de um "brainstorm" de soluções	a) Três reuniões com equipe de trabalho	A partir da análise dos dados, dos mapeamentos realizados e da ARA, foram pensadas possíveis soluções com a equipe de trabalho. As soluções foram classificadas de acordo com a ordem cronológica de implantação e as ferramentas necessárias para cada uma, conforme descrito nas seções de Sugestões de Melhorias e Resultados Esperados deste artigo.
10. Apresentação das recomendações	a) Uma reunião entre equipe de trabalho, alta gerência e presidência	As soluções desenvolvidas foram apresentadas à alta gerência e presidência para validação e <i>feedback</i> .

Quadro 3 - Passos do procedimento metodológico e atividades associadas a cada um

Fonte: Elaborado pelo autor

3.1 Unidade de caso: a empresa e escopo do estudo

O objeto deste estudo é uma pequena empresa familiar atuante nos setores de estética, informática e utilidade doméstica. A empresa foi fundada na década de 1970 na cidade de Vinhedo-SP, e desde então possui uma única unidade produtiva localizada na cidade. O escopo adotado foi o processo produtivo dos produtos termoelétricos. Este foi definido juntamente ao corpo técnico e executivo da empresa e se deve à importância da linha, que representa cerca de 40% da receita total da empresa. Além disso, também há planejamento de inserção de novos produtos para a linha, o que torna a redução dos tempos não produtivos ainda mais relevante.

A linha de produtos termoelétricos da organização é formada por catorze produtos diferentes, sendo eles: i. Almofada térmica; ii. Cinta térmica; iii. Manta termoelétrica Corporal 29 x 50 cm; iv. Manta termoelétrica Corporal 40 x 133 cm; v. Manta termoelétrica Corporal 40 x 85 cm; vi. Manta termoelétrica Corporal Estética; vii. Máscara/ Sauna facial, todos com as opções de voltagem de 127V e 220V.

O processo produtivo da linha é constituído por cinco operações principais, cada uma englobando múltiplas atividades, sendo elas: a) Fio da resistência; b) Circuito da resistência; c) Confecção e estamparia; d) montagem; e) Armazenagem. Consideraram-se as operações dessa forma, pois cada uma delas conta com um estoque intermediário disponibilizado para a operação seguinte. A operação “Fio da Resistência” consiste no acoplamento de aramida com um fio metálico, cujo tipo de metal e espessura dependem do produto a ser feito. A operação “Circuito da Resistência” consiste no corte dos fios da resistência no tamanho determinado para cada produto e na instalação dos protetores termoelétricos (termostatos e termorretráteis). A operação “Confecção e Estamparia” consiste no corte, prensagem e junção dos plásticos, seguidos pela *silkgagem*. Por último, a montagem constitui-se de testes da resistência, passagem dos circuitos e viés, controle de temperatura e embalagem, etiquetagem e prospecto.

A próxima seção discorre sobre o diagnóstico de problemas que fundamentaram a proposta de melhoria. Para isso, inicialmente foi elaborado o mapeamento do processo produtivo e do caminho crítico da linha, detectando onde se encontravam os maiores *lead times*. Em seguida, foi construída uma árvore da realidade atual (ARA) a fim de se compreender as causas dos problemas encontrados.

4 | ANÁLISE E DESCRIÇÃO DO CASO

4.1 Mapeamento do processo produtivo e caminho crítico da linha

O mapeamento do processo produtivo e caminho crítico da linha foi realizado a partir dos tempos produtivos fornecidos pela empresa e coletados na pesquisa. Esses tempos foram transformados em dias de calendário (SURI, 1998). Também foi considerado o *time slicing* (SURI, 1998) nos casos da extrusora, prensa, máquina

de corte e mão de obra, uma vez que esses recursos são compartilhados com outras linhas. Identificou-se que o caminho crítico da linha de termoeletrônicos corresponde à seguinte sequência de operações: Pedido; Fio da Resistência; Circuito da Resistência; Montagem; Produto Acabado; Logística

Foi calculado o *throughput* de cada operação, verificando-se que a operação gargalo é a montagem, com um *throughput* diário de 57 unidades. Apesar do gargalo produtivo, ainda há capacidade ociosa em excesso, dado que a demanda é de 17 produtos por dia. De qualquer forma, a redução de *lead time* é relevante para a empresa, por haver intenção de diminuição do prazo de entrega, que gerará uma vantagem competitiva, de aumento na família de produtos termoeletrônicos e de crescimento de 50% nas vendas.

Para a classificação dos tempos produtivos em *touch time* e não *touch time*, foi construído o MCT apresentado na Figura 1. O *lead time* total de produção é de 39 dias (tempo relativo ao caminho crítico), sendo 8,5 dias de *touch time*. Isso significa que durante 30,5 dias não existe agregação de valor ao produto, sendo que a maior parte desse *lead time* é causada por estoques em processo. Para diminuir os tempos em que não há agregação de valor, foi necessário identificar as principais causas do alto *lead time*. Para isso, construiu-se a ARA apresentada na seção a seguir.

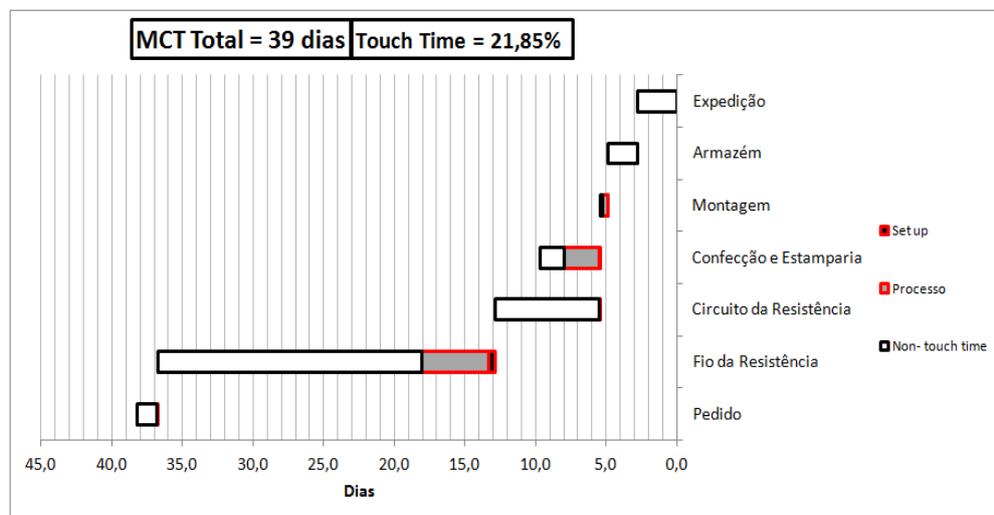


Figura 1 - MCT do processo produto da linha de produtos termoeletrônicos da empresa

Fonte: Elaboração própria

4.2 Identificação das causas do alto *lead time*

Por meio da ARA, disponível na Figura 2, foi possível identificar os *efeitos indesejados principais* verificados no momento da pesquisa, destacados em verde. Em rosa, na parte inferior da árvore, está a *causa-raiz*, que foi associada ao fato de a empresa ser pequena e ter pouco capital para investimentos. Nesse caso, a causa-raiz foi considerada como um fato e não um problema a ser atacado. Os outros efeitos indesejados em amarelo são considerados intermediários, que foram o foco

das propostas de melhoria, a fim de que os efeitos indesejados principais não ocorram mais.

A ARA destaca os três problemas mais visíveis (em verde): os altos volumes de estoque e os longos *lead times* de processamento e de fornecimento. As questões associadas ao longo *lead time* de fornecimento foram deixadas para estudos futuros focando-se nos tempos de processamento e nos volumes de estoque.

Há três questões centrais geradoras de problemas relacionados à gestão de estoques. Primeiro, a empresa adota o sistema de produção empurrada puro, que acaba por ser um problema para o *lead time*, na medida em que ocasiona um fluxo desordenado de materiais e trabalhos, aumentando os volumes de WIP e um desequilíbrio no *throughput* em todas as operações.

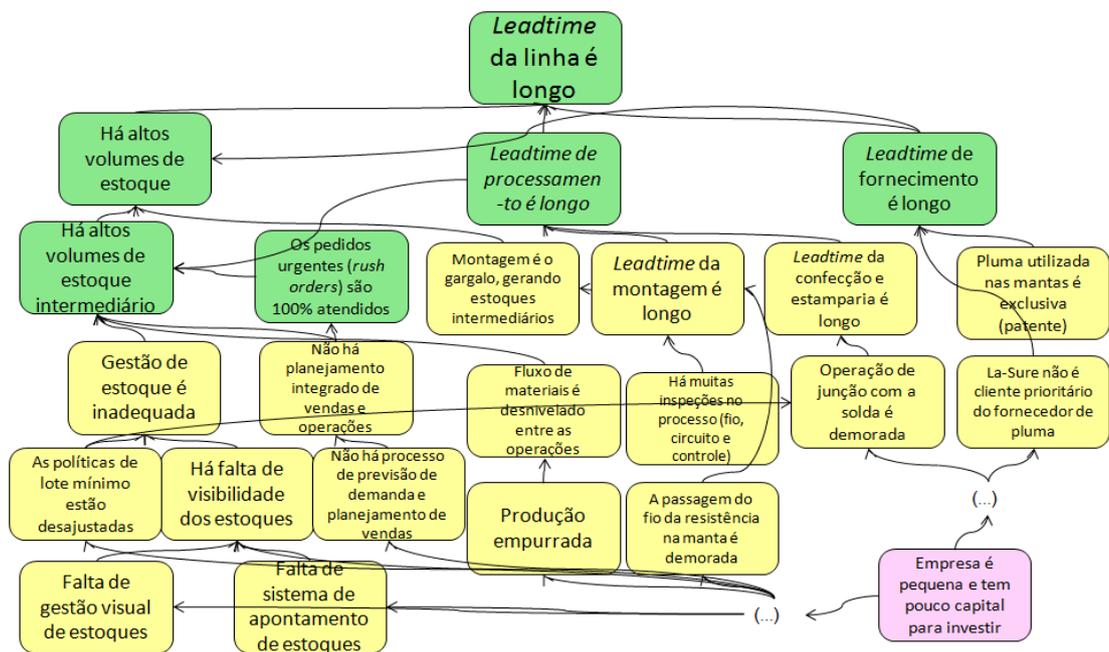


Figura 2 - Árvore da Realidade Atual para processo produtivo da linha de termoeletrônicos da empresa

Fonte: Elaboração própria

Segundo, a reposição de estoques é realizada a partir do julgamento individual de funcionários, sem nenhum alinhamento sobre como isso deve ser realizado. Essa forma de reposição acarreta, em alguns momentos, excesso de estoques intermediários e, em outros, a falta deles, gerando aumento do *lead time* em qualquer uma das situações. O excesso aumenta os tempos de espera e a falta acaba por gerar *rush orders*. Além disso, há pouca visibilidade dos níveis de estoque, dificultando seu acompanhamento pelos operadores que acabam notando a falta desses apenas quando há necessidade de utilizá-los.

O último problema associado aos estoques é a ausência de um planejamento integrado de vendas e operações que geralmente causa má interpretação entre a produção demandada e a produzida gerando excesso ou falta de produtos finais,

estoques intermediários e *rush orders*.

Em relação ao *lead time* de processamento, a principal causa de lentidão nas operações são lotes produtivos muito grandes. Nas atividades de *junção dos fios e extrusão*, realizadas durante a produção do fio, cada lote produz material para 800 unidades de manta. Na atividade de *junção com solda*, realizada durante a confecção e estamparia, lotes de 100 unidades causam a lentidão da atividade. Por último, há um gargalo na operação de montagem, cujo *throughput* é de 57 unidades/dia, enquanto a das demais é em média de 200 unidades/dia. Dado as questões apresentadas, foi desenvolvida uma proposta de melhoria apresentada na seção 5.

5 | PROPOSTA DE MELHORIA DE LEAD TIME

A proposta de melhoria considera um aumento de 50% na demanda, conforme projeção de crescimento elaborada pelo corpo executivo da empresa, resultando em uma demanda de 26 unidades/ dia. Com o aumento da demanda e do portfólio de produtos, a complexidade da linha de produção aumentará e ficará inviável manter grandes quantidades de estoque por produto, como as atuais, e será necessário que a linha tenha uma maior responsividade à demanda real. As sugestões estão hierarquizadas cronologicamente em etapas de implementação (etapa 1, etapa 2 e etapa 3).

5.1 Etapa 1- Equilíbrio dos *throughputs*

O equilíbrio dos *throughputs* é uma condição para a implementação de todas as outras soluções propostas. Esse equilíbrio pode ser obtido a partir da diminuição dos lotes de fabricação das operações lentas. A diminuição do lote de fabricação é proposta para as operações nomeadas “Fio da resistência” e “Confecção e estamparia”. Sugere-se uma diminuição progressiva dos lotes, para que a organização se adapte às mudanças. A seguir, realizou-se o detalhamento dessa solução. Para a análise dos tamanhos de lote atuais, ideais e propostos, utilizaram-se como referência as Fórmulas (2), (3) e (4).

A operação “Fio da resistência” foi analisada. Essa operação conta com lote de fabricação de 800 unidades. Inicialmente, propõe-se uma redução de 50% no tamanho de lote da operação de junção dos fios. O *lead time* da operação mudará de 9,1 dias para 5,4 dias, com uma redução de 41%, e a utilização cairá pela metade. Para o lote teórico ideal de 30 unidades, o *lead time* é de 2,2 dias, o que significaria uma redução de 76% e a utilização será de aproximadamente 18%.

Considera-se que a organização deve realizar inicialmente essa redução de 50%, passando por um período de adaptação e que possa verificar empiricamente o impacto da redução inicial, antes de uma redução maior. Vale ressaltar que lote de 300 unidades pode ser considerado um ponto de inflexão em relação ao *lead time*, pois a

partir dele o *lead time* aumenta mais rapidamente. Para um lote de 300 unidades, o *lead time* atual diminuiria em 51%. Assim, recomenda-se que a próxima redução do tamanho de lote seja de 400 para 300 unidades, reduzindo-se nessa situação 17% do *lead time*.

A operação “Confecção e estamparia” foi analisada. Essa operação conta com lote de fabricação de 100 unidades. Inicialmente, propõe-se uma redução de 50% no tamanho de lote da operação de junção dos fios. Isso significa um lote de 50 unidades. O *lead time* da operação mudará de 12,1 dias para 6,7 dias, com uma redução de 48%, e a utilização cairá pela metade. Para o lote ideal de 5 unidades, o *lead time* é de 1,2 dias, o que significaria uma redução de 90%, e utilização 42%.

Nota-se que o impacto no *lead time* passa a aumentar mais substancialmente para lotes acima de 20 unidades. Considera-se um lote de 20 unidades adequado, tendo uma diminuição de 76,7% em relação ao *lead time*

atual e utilização de 30%. Conforme explicitado anteriormente, a redução do lote deve ser progressiva. Atenta-se à importância de manter um pequeno estoque antes da operação de montagem, uma vez que é gargalo, não sendo aconselhável que fique parada esperando a conclusão de trabalhos de atividades anteriores.

Para a análise dos resultados esperados com a Etapa 1 – Equilíbrio dos *throughputs*, foram calculados os *WIP*, os *throughputs* e os *lead times* em dias de calendário de cada operação a partir das propostas realizadas. Considerou-se a redução de 50% nos tamanhos de lote das operações Fio da Resistência e Circuito da Resistência e a inserção de dois operadores na estação de trabalho de passagem do fio na manta, que pertence à operação de Montagem. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 3. Com essas medidas, o caminho crítico da linha passaria de 39 para 21 dias.

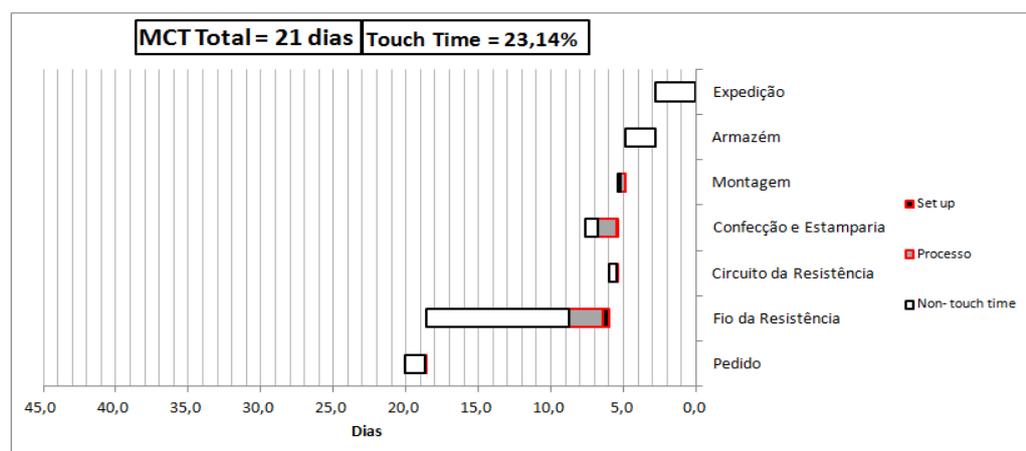


Figura 3 - MCT do processo da linha de produtos termoeletrônicos da empresa apenas com redução de tamanho de lote

Fonte: Elaboração própria.

5.2 Etapa 2- *Layout* celular e melhoria da gestão dos estoques intermediários

Na segunda etapa de implementação de melhorias para redução de *lead time*, propõe-se a organização da linha de produção em *layout* celular e uma revisão da gestão dos estoques intermediários.

A implementação do *layout* celular é um pré-requisito para a utilização do sistema *POLCA* proposto. No *layout* inicial, todas as estações de trabalho da linha estão concentradas no Andar 3. Algumas atividades estão próximas e em sequência como, por exemplo, as atividades de corte e a decapagem do rabicho e a instalação do protetor térmico e as atividades de embalagem, teste e controle. Porém, a maioria delas se encontra distantes e dispostas não sequencialmente. Além disso, os estoques intermediários de todas as operações se encontram no Andar 3.

Para a elaboração da proposta de *layout*, foi considerado que a prensa e a extrusora não podem ser movidos do Andar 1, dado o peso delas. Assim, as estações de trabalho responsáveis pela produção do fio para o Bloco A- Andar 1, a fim de facilitar o uso da extrusora. Dessa forma, o trabalho se iniciará no Bloco A - Andar 1, na célula responsável pela operação de Fio da Resistência. A produção do fio seguirá a sequência de atividades: rebobinadora; resistência e aramida; inspeção e contagem; extrusão. Quando finalizada a operação, as caixas de fio deverão ser carregadas para o estoque intermediário da célula responsável pela operação de circuito da resistência no Bloco B-Andar 3.

Com o material na célula Circuito da Resistência, inicia-se a atividade instalação do protetor térmico e corte e decapagem do rabicho. Quando um conjunto de circuitos estiverem finalizados, deverão ser carregados para o estoque da célula de montagem. A célula de Confecção e Estamparia, localizada no Bloco C – Andar 2, operará paralelamente às demais, o trabalho iniciará na operação corte dos plásticos, após esta operação o material seguirá para prensa localizada no Andar 1 e volta para o Andar 2 para a junção com solda e silkagem. Quando um conjunto de mantas estiverem finalizadas, deverão ser levadas ao estoque intermediário da operação de montagem.

A célula de Montagem, localizada no Bloco D- Andar 3, iniciará testando o circuito proveniente da célula Circuito da Resistência, logo após, passará o fio nas mantas trazida pela célula de Confecção e Estamparia, testará novamente o circuito, passará o viés na manta, testará novamente o fio, o controle de temperatura deverá ser inserido e por fim, o produto deverá ser embalado. Assim que finalizada a montagem a manta térmica deverá ser levada para o estoque de produtos acabados e depois expedida.

Como primeiro passo para a gestão de estoques intermediários recomenda-se a implementação de ferramentas de gestão visual dos estoques para as operações de fio e circuito da resistência. Para a primeira, recomenda-se a utilização de uma caixa transparente com um sistema de cores e, para a segunda, uma prateleira também com um sistema de cores.

No sistema proposto a cor verde se refere à quantidade máxima que deve constar

no estoque, a amarela se refere à reposição e a vermelha ao estoque mínimo para que o sistema não entre em colapso. No Quadro 4, são apresentados os níveis de estoque que deverão manter cada operação e seus pontos de reposição.

	Mínimo 80%	Reposição 95%	Máximo 99,80%
Fio da resistência	62,2	66,4	82
Circuito	16,8	21,0	37

Quadro 4 - Níveis de estoques em unidades de produto final propostos em cada operação.

Fonte: Elaboração própria.

O custo total do estoque atual gira em torno de R\$ 5.627. Com a proposta de redução dos lotes a redução do custo do estoque será de 51%, já com a proposta de lote ideal o custo reduziria em torno de 69%. Nas condições atuais, a necessidade produtiva é percebida apenas no momento da necessidade de utilização. Com a elevada capacidade ociosa, é possível produzir de forma relativamente rápida quando há demanda sem atrasar outros pedidos. Porém, quando a capacidade estiver com maior ocupação, essas *rush orders* internas serão ainda mais prejudiciais, podendo levar ao atraso dos pedidos normais. Nessa situação, faz-se fundamental ter um maior planejamento e controle do ambiente produtivo. A gestão visual dos estoques é proposta, então, nesse sentido.

Para a gestão de estoques intermediários, também se indica a adoção do sistema *POLCA*, inicialmente nas operações de Confecção e Estamparia e Montagem, cujas matérias-primas têm maior valor agregado. Isso porque os custos de estoque estão majoritariamente associados a essas operações.

Nas operações em que se indicou o uso de ponto de reposição, há as maiores capacidades ociosas, menor custo de estoque e os produtos que não exigem grande espaço de armazenagem. Porém, elas são responsáveis por 31 dos 39 dias do *throughput* atual, justificando que essas operações sejam tratadas como críticas. A diminuição do tamanho de lote já tem um impacto significativo na operação fio da resistência, conforme apresentado na seção 5.1. O sistema *POLCA* seria outra forma adicional de diminuir esse tempo, pois ele garante que não se produza itens para os quais não se tem demanda. Assim, o sistema de cores deve ser transitório para a futura utilização do *POLCA* também nessas operações.

A adoção inicial do *POLCA* nas operações de Confecção e Estamparia e Montagem permite que a organização tenha um período de adaptação a esse sistema, juntamente com o sistema de cores das operações de Fio e Circuito da Resistência. Após a organização conhecer melhor o sistema e vislumbrar suas vantagens, indica-se a sua adoção nas quatro operações da linha.

No Quadro 5, estão os valores das variáveis para cada operação. Cada cartão

POLCA deve liberar a produção do lote de produção de cada operação (*Quantum*) e deve conter o roteiro do material. Para a confecção e estamparia, o cartão *POLCA* deve liberar, inicialmente, a produção de 50 mantas para a célula de Confecção e Estamparia e 10 para a de Montagem. A autorização da produção deve vir do sistema *HLI MRP*. A quantidade de cartões *POLCA* em cada célula foi calculada a partir da Fórmula (1) apresentada na seção 2.2. Para a Confecção e Estamparia, indica-se iniciar com dois cartões e para a Montagem, 16 cartões.

	Confecção e estamparia	Montagem
L _A	1,4	0
L _B	0,4	4
D	31	31
F _{AB}	32	127
Quantum	50	10
N _{AB}	2	16

Quadro 5 - Valores obtidos para as variáveis para cálculo da quantidade de cartões *POLCA* nas operações de Confecção e Estamparia e Montagem, respectivamente.

Fonte: Elaboração própria

5.3 Etapa 3- S&OP e regras de priorização de pedidos

Em relação ao planejamento, considera-se fundamental que a empresa realize planejamento de médio prazo. No nível mensal, indica-se a implementação sistemática do Planejamento Integrado de Vendas e Operações, a fim de se obter maior visibilidade da demanda, da estratégia de vendas no médio prazo e integrar as restrições operacionais às decisões de vendas. Com isso, pretende-se reduzir os estoques sem demanda, preparar a capacidade produtiva para as vendas a serem realizadas e evitar vendas que não possam ser atendidas pela fábrica.

Para a operacionalização do processo, inicialmente, propõe-se um horizonte de planejamento de três meses, dado que o maior *lead time* de fornecimento é de 35 dias, com ciclos mensais. Vale ressaltar que é ideal que se busque um horizonte maior, para maior visibilidade das operações internas. Também é necessário definir um responsável pelas análises a serem realizadas para a reunião. Essas análises devem conter: a) previsão de demanda; b) capacidade das operações (produção; fornecimento; logística) com respectivos cenários; c) indicadores. Indica-se seguir o modelo proposto por Bremer et al. (2008),

Para a programação da produção, considera-se importante ter regras de atendimento de clientes, evitando-se *rush orders*. Em entrevista, foi detectado que todas as *rush orders* são atendidas, com pouca avaliação do impacto que isso gera na linha produtiva. Isso se justifica por haver grande capacidade ociosa, o que permite que se atenda as *rush orders* sem se prejudicar a produção que não é urgente, mas com a qual a empresa já se comprometeu. Quando a demanda aumentar, o nível de ociosidade tende a diminuir. Assim, será necessário ter políticas mais claras de *rush*

orders a serem atendidas, com regras de atendimento e os procedimentos a serem tomados para verificação de viabilidade, a fim de não prejudicar o prazo da produção não urgente. Alguns exemplos de critérios para priorização de pedidos são: a) Clientes: Curva ABC de clientes; b) Produtos: Curva ABC de produtos; c) Valor do pedido; d) Forma de pagamento do pedido; etc.

Essa etapa faz-se relevante principalmente em uma situação de crescimento de demanda e, conseqüentemente, da empresa. O crescimento pode gerar maior dificuldade de comunicação interna e diminuição da flexibilidade e responsividade das atividades operacionais, com a diminuição da capacidade ociosa. Com isso, torna-se mais importante adotar estratégias de integração funcional e regras de atendimento de pedidos.

6 | CONCLUSÕES

Com as propostas apresentadas, o caminho crítico passaria de 39 para 21,3 dias e haveria uma diminuição de 51% nos valores em estoque. Vale ressaltar que diversos custos de estoque são difíceis de ser calculados e previstos, tendo uma tendência a, na prática, uma melhor gestão de estoques trazer ainda mais benefícios do que os calculados teoricamente.

A gestão de estoques por sistema de cores possibilitará à organização estudada uma melhoria na qualidade dos estoques de fio e circuito da resistência, uma vez que ficam mais transparentes as necessidades produtivas e há maior clareza dessas para os operadores. A implementação do sistema *POLCA* contribuirá também para essa melhoria da qualidade dos estoques, diminuindo o estoque de itens sem demanda e as taxas de não atendimento de demanda por falta de estoque.

A implementação do *layout* celular tem um potencial de reduzir as movimentações na fábrica, com destaque à operação de Fio da Resistência, que atualmente é a mais afetada pelas movimentações. Além disso, também tende a trazer uma maior autonomia e responsividade para possíveis problemas na fábrica. O *S&OP* e as regras de priorização de pedidos trarão maior visibilidade a questões estratégicas, buscando garantir que elas sejam desdobradas para as áreas de vendas, produção, logística e compras. Com isso, tende a ocorrer uma diminuição nas *rush orders*, com atendimento focado no que é prioritário estrategicamente para a organização.

A partir do caso estudado, foram identificados problemas comuns à MPEs associados à gestão, capital para investimento e ao fornecimento. Entre os problemas de gestão, destaca-se aqueles relacionados à capacidade de planejar e integrar as diversas áreas e funcionários e ao grau de profissionalização da empresa. Como visto na literatura, MPE familiar tende a ter uma gestão centralizada no gestor, dificultando a estruturação e a sistematização das questões estratégicas e de um planejamento integrado e participativo. No caso estudado, essa questão impacta diretamente nos

altos volumes de estoque, na existência de *rush orders* em excesso e na falta de alinhamento entre as áreas de vendas e as de operações.

Outra limitação encontrada na MPE familiar estudada foi o grau de profissionalização da empresa, o que é recorrente nesse tipo de organização. Assim, há falta de acesso a técnicas de gestão mais atuais. Além disso, esse conhecimento fica centralizado em figuras específicas. A centralidade das decisões no gestor também dificulta que o conhecimento tácito seja explicitado e, assim, difundido na organização. Verificaram-se também limitações para investimento em novas tecnologias, que poderiam ajudar na diminuição dos tamanhos de lote e na adequação do *layout*, o que poderia auxiliar na redução do *lead time*.

As questões de fornecimento não foram analisadas detalhadamente no estudo. Mas vale ressaltar que há uma questão que tende a aparecer em MPEs, que é a capacidade de negociação com clientes e fornecedores. No caso de grandes organizações centrais em cadeias de suprimentos, essas muitas vezes têm o poder de impor aos seus clientes e fornecedores a forma de funcionamento da cadeia. No caso de organizações menores e não centrais, essa negociação vai depender da habilidade do responsável em criar sentido da sua proposta para seus clientes e fornecedores.

Para a implantação da proposta, os gestores da empresa entendem que a principal dificuldade está na falta de recursos da organização. No entanto, o *QRM* pode ser considerado adequado a esse contexto, pois possibilita que se utilizem os recursos já existentes na organização, sem grandes necessidades de investimento, e que as propostas sejam aplicadas progressivamente. Para o caso estudado, adotou-se uma estratégia de propostas intermediárias antes de se implementar o que é tido teoricamente como ideal. Assim, é possível que a organização se adapte progressivamente e vislumbre na prática o que é adequado à sua realidade.

Para estudos futuros, destaca-se a possibilidade de aplicação do *QRM* ao longo de toda a cadeia e a implantação das propostas apresentadas, com o acompanhamento dos resultados obtidos na prática de forma a confrontá-los aos teóricos. Além disso, também é importante que se estudem outras MPEs, de forma a trazer uma visão mais abrangente sobre as particularidades da adoção do *QRM* nessas organizações, lembrando que há grande heterogeneidade entre MPEs e que se deve ter especial cuidado ao se fazer generalizações sobre as dificuldades de implementação.

REFERÊNCIAS

BONANDI, M.; COPPINI, N. L.; VIEIRA JÚNIOR, M. Aplicação do mapeamento do fluxo de valor (MFV) para profissionalização de uma empresa familiar. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 17, 2010, Bauru. **Anais...**Bauru: Universidade Estadual Paulista, 2010. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep.php?e=5> Acesso em: 10 ago. 2015.

BREMER, C. et al. O retrato do processo de Sales & Operations Planning (*S&OP*) no Brasil – Parte 1. **Revista Mundo Logística**, v. 5, n. 1, p. 68-74, jul./ago. 2008.

- ERICKSEN, P. D. et al. **Manufacturing critical-path time (MCT): the QRM metric for lead time.** Madison: University of Wisconsin-Madison, 2007. Disponível em: < <https://qrm.engr.wisc.edu/index.php/research/mct4/manufacturing-critical-path-time-mct-definition>> Acesso em: 05 ago. 2015.
- FAVONI, C.; LOPES, T. A. L.; NADALETO, T. A. Nivelamento da produção: aplicação em uma indústria metalúrgica de autopeças. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18, 2011, Bauru. **Anais...**Bauru: Universidade Estadual Paulista, 2011. Disponível em: < http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep.php?e=6> Acesso em: 06 ago. 2015.
- GODINHO FILHO, M. **Paradigmas estratégicos de gestão da manufatura:** configuração relações com o planejamento e controle da produção e estudo exploratório na indústria de calçados. 2004. 267 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004. Disponível em:< http://www.bdtf.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde_arquivos/1/TDE-2004-07-05T06:46:54Z-130/Publico/TeseMGF.pdf> Acesso em: 29 jul. 2015.
- GODINHO FILHO, M.; HAYASHI, A. P.; RUFO, C. R. Uso da abordagem quick response manufacturing para a redução do *lead time* em uma empresa do setor calçadista. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 33, 2013, Salvador. **Anais...**Rio de Janeiro: Abepro, 2013. Disponível em:< http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STP_177_008_23231.pdf> Acesso em: 09 ago. 2015.
- HALL, R. W. **Excelência na manufatura.** São Paulo: IMAM, 1988.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M.A. **Metodologia científica.** 4.ed. São Paulo: Atlas, 2004.
- LAMBERT, D. M. et al. **Fundamentals of logistics management.** Nova Iorque: McGraw-Hill, 1998.
- LA-SURE. **La-Sure:** a marca da qualidade. 2011. Disponível em: < <http://www.lasureonline.com.br/>> Acesso em: 23 abr. 2014.
- NAHMA, A. Y. et al. The impact of organizational structure on time-based manufacturing and plant performance. **Journal of Operations Management**, v. 21, n.3, p. 281–306, 2003. Disponível em:< <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272696302001079>> Acesso em: 25 jul. 2015.
- RECH, G. C. **Dispositivos visuais como apoio para a troca rápida de ferramentas:** a experiência de uma metalúrgica. 2004.107 p. Trabalho do Curso (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em:< <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5017/000463280.pdf?sequence=1>> Acesso em: 28 jul. 2015.
- SERRÃO, R. O. B.; DALCOL, P. R. T. Percepção da importância de dimensões da flexibilidade de manufatura em micro e pequenas empresas. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2001, Salvador. **Anais...**Rio de Janeiro: Abepro, 2001. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENESEP2001_TR12_0539.pdf> Acesso em: 29 jul. 2015.
- SIM, K. L.; CURATOLA, A. P. Time-based competition. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 16, n. 7, p. 659-674, 1999. Disponível em: < <http://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/02656719910268215>> Acesso em: 11 ago. 2015.
- SINGH, N. Design of cellular manufacturing systems: an invited review. **European Journal of Operational Research**, v. 69, n.3, p. 284-291, 1993. Disponível em: < http://ac.els-cdn.com/037722179390016G/1-s2.0-037722179390016G-main.pdf?_tid=3fc4a57a-4050-11e5-8030-00000aacb361&acdnat=1439315091_ba90ca42540062b8af60e32bd78f7717> Acesso em: 10 jul. 2015.
- SURI, R. **Quick Response manufacturing:** a companywide approach to reducing *lead times*. Portland: Productivity Press, 1998.

SURI, R. **It's about time**: the competitive advantage of quick response manufacturing. Madison: Productivity Press, 2010.

THURER, M.; GODINHO FILHO, M. Redução do *lead time* e entregas no prazo em pequenas e médias empresas que fabricam sob encomenda: a abordagem Worload Control (WLC) para o Planejamento e Controle da Produção (PCP). **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 19, n. 1, p. 43-58, 2012. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/gp/v19n1/a04v19n1.pdf>> Acesso em: 10 jul. 2015.

THURER, M. et al. **Competitives priorities of small manufacturers in Brazil**. *Industrial Management & Data Systems*, v. 133, n. 6, p. 856 – 874, Mar. 2013. Disponível em: < <http://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/IMDS-01-2013-0049>> Acesso em : 5 jul. 2015.

CONSTRUÇÃO NAVAL BRASILEIRA: PERSPECTIVAS E OPORTUNIDADES A PARTIR DO DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE OPERACIONAL

Maria de Lara Moutta Calado de Oliveira

FMGR – Engenharia de Produção
Jaboatão dos Guararapes -PE

Sergio Iaccarino

UFRJ _ Engenharia de Produção
Rio de Janeiro –RJ

Elidiane Suane Dias de Melo Amaro

UFRPE
Recife- PE

Daniela Didier Nunes Moser

UNIFBV
Recife- PE

Eduardo de Moraes Xavier de Abreu

FMGR – Engenharia de Produção
Jaboatão dos Guararapes -PE

RESUMO: O objetivo desta pesquisa foi analisar o desenvolvimento da capacidade operacional nos estaleiros brasileiros. Para atendimento desse objetivo buscou-se identificar as capacidades operacionais encontradas nos estaleiros brasileiros, especificamente os construtores do PROMEF. Os processos dos estaleiros foram abordados pelo levantamento bibliográfico, pesquisa documental e realização de entrevistas. A pesquisa é um estudo qualitativo e quantitativo de múltiplos casos, tendo como unidades de análise os contratos e os casos dos estaleiros Atlântico Sul e Vard Promar. Foi

analisado ainda, a Sociedade Classificadora, a Transpetro, o Departamento da Marinha Mercante (DMM), o Sindicato da Indústria Naval (SINAVAL), dois consultores da área naval e o Governo estadual. Para coleta de dados foram utilizadas as entrevistas semiestruturadas e a pesquisa documental de dados secundários. Os principais resultados indicam que as categorias de capacidade operacional que mais emergiram nos dois estaleiros, foram as categorias de melhoria, cooperação e controle e as que e menos emergiram nos dois estaleiros foram as categorias de responsividade e reconfiguração. À vista disso, o trabalho gera diversas possibilidades de pesquisas futuras para compreender o desenvolvimento das categorias de capacidade operacional em outros estaleiros, contribuindo assim para o desenvolvimento do instigante segmento empírico da construção naval.

PALAVRAS-CHAVE: Capacidade. Capacidade operacional. Construção naval.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil, seguindo a tendência da demanda mundial, teve um momento de revitalização da indústria da construção naval, via crescimento das atividades petrolíferas *offshore*, refletido na retomada de investimentos e expansão da

demanda, objetivando atender ao aumento da produção de diversos navios, como petroleiros; de guerra; de apoio marítimo; de apoio portuário; de navegação interior e plataformas de petróleo (SINAVAL, 2014).

Em 2006, a TRANSPETRO lançou o Programa de Modernização e Expansão da Frota (PROMEF), visando reduzir a idade média da frota para dez anos. O planejamento previa a construção de 49 navios de grande porte, em duas fases de encomendas: a primeira, com 23 navios, e a segunda, com 26. O PROMEF tem premissas como a construção dos navios no Brasil, com Conteúdo Nacional (CN) de 65%, na primeira fase, e 70%, na segunda, focando na garantia da competitividade dos estaleiros em nível internacional. Atualmente, dos 49 navios planejados, 20 cancelados, 19 entregues, restando 10 embarcações do montante original (SINAVAL, 2014; TRANSPETRO, 2014, 2016, 2017).

Tem se apresentado como tarefa difícil a compreensão da estruturação do setor. Mesmo com os estaleiros sendo um empreendimento privado, existem riscos elevados ocasionando uma relação de dependência dos mecanismos de fomento do Estado. Diversos questionamentos têm sido levantados no setor público, na iniciativa privada e bancos de fomento. O consenso vigente sobre a importância para a sociedade atribui significância aos debates questionando a viabilidade da construção naval no segmento *offshore*, lacuna de mais de 20 anos no processo produtivo, agregada à forte competitividade internacional dos países asiáticos, mais especificamente, o Japão, a Coreia do Sul e a China.

As tendências, de declínio da construção naval brasileira, sobretudo nos estaleiros associados ao PROMEF, reforçam uma possível nova desarticulação da construção naval. Esta realidade justifica a necessidade da compreensão desse segmento empírico, gerando uma janela de possibilidades de pesquisa.

Explicar um segmento empírico organizacional a partir de um arcabouço teórico é desafiador. O recorte teórico, muitas vezes, não encontra uma teoria com evidências conclusivas, que expliquem os fenômenos organizacionais. Dentre as teorias existentes que convergem para a compreensão do processo produtivo da construção naval, é possível evidenciar o recorte teórico de capacidade operacional.

O declínio da construção naval e consequente fechamento dos estaleiros tem ocasionado desperdícios, uso inadequado de recursos públicos, além da redução de postos de trabalho. O entorno da recente problemática e o redirecionamento para novos caminhos permite oxigenar a embrionária retomada da atual construção naval brasileira, evitando tomada de decisões precipitadas e subsidiando a análise da política pública de fomento.

Diante do exposto, este trabalho objetiva **identificar as capacidades operacionais encontradas nos estaleiros brasileiros e verificar outras capacidades que possam emergir, especificamente nos estaleiros implementados em Pernambuco.**

2 | CAPACIDADE OPERACIONAL

O conceito de capacidade operacional é objeto de discussão por diversos autores, convergindo quanto à importância da capacidade operacional como fonte primária de lucro, base para a estratégia e identidade da empresa e criação de barreiras à imitação (COLOTA *et al.*, 2003).

A literatura de gestão estratégica se concentra, principalmente, em buscar caminhos para a vantagem competitiva, existindo poucas pesquisas relacionadas a processos que conduzam a coordenação, integração, aprendizagem e reconfiguração de recursos convergentes ao domínio da gestão de operações. A investigação da estratégia em operações foca na definição de como a capacidade operacional deve ser construída. (TEECE, 2014).

Flynn *et al.* (2010) com base na literatura de gestão estratégica e aplicando os traços essenciais do domínio da gestão de operações, definem capacidades operacionais como conjunto de habilidades, processos, rotinas e práticas organizacionais específicos da empresa desenvolvida no âmbito do sistema de gestão de operações, utilizados regularmente na resolução de problemas a partir da configuração de recursos operacionais. Swink e Hegarty (1998) propuseram uma categorização com sete tipos de capacidades operacionais, desmembradas nas abordagens estática e dinâmica.

A abordagem estática medida a qualquer momento, é indicada pelo resultado de produção, segundo quatro categorias: percepção, controle, flexibilidade e responsividade. Já a abordagem dinâmica é identificada pelas mudanças nos resultados da produção a longo prazo e pelo desenvolvimento de novas capacidades estáticas. É indicada via resultados de produção, a partir de três categorias: melhoria, inovação e integração.

O trabalho de Swink e Hegarty (1998), Flynn *et al.* (2010) definiu seis categorias para capacidade operacional: melhoria, inovação, cooperação, responsividade, reconfiguração e customização. Calado (2016) recomendou a reutilização da categoria de controle, acrescentando nas seis categorias de capacidades propostas por Flynn *et al.* (2010). A Figura 1 a seguir, detalha os conceitos dessas categorias, sendo o recorte teórico explorado ao longo desse artigo.

Categorias	Conjunto diferenciado de habilidades, processos e rotinas para:
Melhoria (<i>exploitation</i>)	Refinar e reforçar os processos de operações existentes, de forma incremental.
Inovação (<i>exploration</i>)	Melhorar radicalmente processos de operações existentes ou criar novos processos.
Cooperação	Criar e manter relacionamentos saudáveis internamente com os diversos departamentos e externamente com a cadeia de suprimento, relacionada com desenvolvimento de produtos. Convergente com a categoria de integração apresentada por Swink e Hegarty (1998).
Responsividade	Reagir de forma rápida e facilmente às mudanças nos requisitos de entrada e de saída, com pouco tempo ou custo. Abrange a flexibilidade de produto e volume proposta por Swink e Hegarty (1998).
Customização	Criar conhecimento por meio da extensão e customização de processos e sistemas de operações. Convergente com o conceito de percepção proposto por Swink e Hegarty (1998).
Reconfiguração	Realizar a transformação necessária para restabelecer o ajuste entre a estratégia de operações e ambiente de mercado, quando seu equilíbrio foi perturbado.
Controle	Dirigir e regular os processos operacionais, compreendendo e monitorando seus limites, ajustando e remediando variações indesejáveis nos resultados de fabricação além de identificação das fontes variação dos resultados.

Figura 1 – Categoria das capacidades operacionais

Fonte: autores

3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa desenvolvida ao longo deste trabalho foi caracterizada como aplicada e exploratória. Aplicada em virtude da utilização, na prática, de conhecimentos disponíveis da capacidade operacional para responder às demandas da sociedade em contínua transformação; e exploratória, por proporcionar uma maior familiaridade com o problema de pesquisa (CERVO; BERVIAN, 2007).

O levantamento convergiu para uma abordagem qualitativa e quantitativa, baseada na coleta, redução, organização, análise, interpretação, verificação e validação dos dados. A pesquisa de campo foi desenvolvida pela observação de fatos, visitas a estaleiros, onde o ambiente natural gerou dados e entrevistas. A partir de relatos dos entrevistados, dados observados e documentos secundários, detalham-se fatos e dados, evidenciando a característica descritiva da pesquisa qualitativa (MILES, HUBERMANN, 1994; MERRIAM, 1998).

Com base nesses dados, delimitamos a pesquisa - por questões de acessibilidade - aos estaleiros EAS e Vard Promar, situados em Pernambuco, nos quais seus gestores demonstraram interesse na pesquisa, disponibilizando a coleta dos dados primários por meio da realização de entrevistas, documentos e visitas aos locais, fundamentais para o sucesso da pesquisa qualitativa.

3.1 Sujeitos abordados nas entrevistas

Para este delineamento, definimos como critério os gestores e principais envolvidos no processo produtivo, incluindo o cliente, as entidades responsáveis pela qualidade, os agentes de financiamento, consultores externos, sendo nove do EAS, nove entrevistados do Vard Promar e nove entrevistados envolvidos nos dois estaleiros.

3.2 Organização e análise de dados

Balizada pela proposta por Bardin (2011), a organização e análise de dados desta pesquisa retrataram a compreensão, a divisão e a síntese do fenômeno estudado.

Inicialmente, a partir dos dados secundários e uma entrevista semiestruturada verificamos as categorias de capacidade operacional encontradas nos estaleiros. A última fase compreendeu o tratamento dos resultados, inferência e interpretação, consistindo em captar os conteúdos manifestos e latentes em todos os materiais. A análise comparativa foi realizada a partir da justaposição das diversas categorias existentes em cada análise, ressaltando os aspectos considerados semelhantes e os diferentes. Gráficos de dispersão foram utilizados para medir e interpretar os resultados encontrados. Cada categoria de capacidade foi analisada considerando a entrevista semiestruturada, classificando cada categoria de capacidade operacional a partir de uma escala entre 1 e 4, onde 1 e 2 representam uma capacidade operacional embrionária, 3 em desenvolvimento e 4 desenvolvida, conforme detalhamento da Figura 2.

Análise a partir da entrevista	Escala	Descrição	Análise da capacidade
Não percebida	1	Não foi identificada	embrionária
Fracamente percebida	2	Identificada, muito vagamente. Exemplos escassos e raros quase não lembrada.	embrionária
Percebida	3	Identificada com menos intensidade, mas percebida nas entrevistas.	em desenvolvimento
Fortemente percebida	4	Identificada facilmente com muita intensidade, citada por muitos entrevistados e presente na organização	Desenvolvida

Figura 2 – Análise da percepção da capacidade operacional

Fonte: autores

4 | DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 O caso do estaleiro atlântico sul (EAS)

O Estaleiro Atlântico Sul S.A., criado em novembro de 2005 e concluído em abril de 2010, tem como sócios os grupos Camargo Corrêa e Queiroz Galvão. Teve investimento de R\$ 2,2 bilhões. Com capacidade instalada de processamento de 160 mil toneladas de aço por ano, foi o primeiro estaleiro a ser construído em Pernambuco e produz todos tipos de navios cargueiros de até 500 mil Toneladas de Porte Bruto (TPB), bem como plataformas *offshore*.

Os dados encontrados, demonstram que as capacidades de melhoria, cooperação, controle foram fortemente percebidas (42,9%) e estão desenvolvidas; a capacidade de inovação foi percebida (14,3%), mas ainda está em desenvolvimento; enquanto que as outras capacidades são consideradas embrionárias, conforme detalhamento da Figura 3 a seguir.

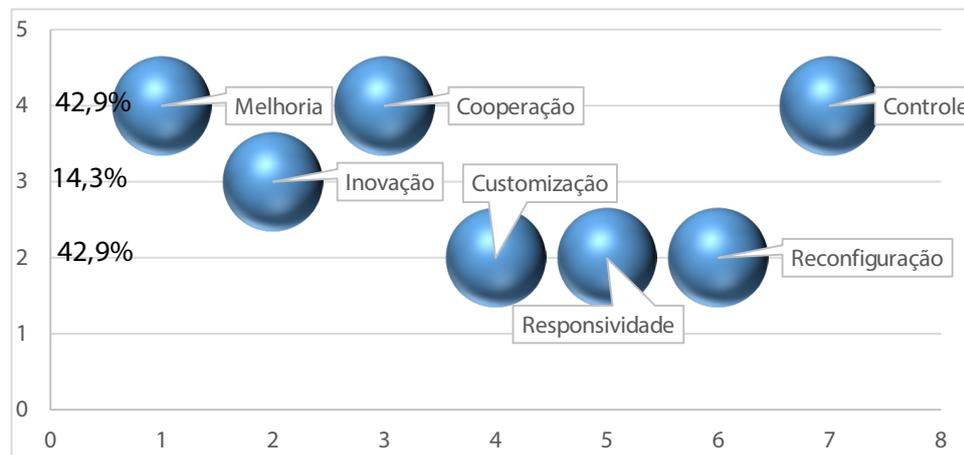


Figura 3 - Capacidades operacionais – EAS

Fonte: autores

4.2 O caso estaleiro vard promar

O estaleiro Vard Promar, em Ipojuca (PE), pertence à multinacional Fincantieri. Foca na construção de navios gaseiros e de apoio *offshore*, e contou com investimentos de R\$ 350 milhões, iniciando sua construção em 2011 e sua operação, em 2013. Com capacidade para processar 18 mil toneladas de aço por ano, gera cerca de 1.600 empregos diretos.

De forma semelhante, os dados coletados no estaleiro Vard Promar, demonstram que as capacidades de melhoria, cooperação, controle foram fortemente percebidas (42,9%) e estão desenvolvidas; a capacidade de customização foi percebida (14,3%) e ainda está em desenvolvimento; enquanto que as outras capacidades ainda são embrionárias, conforme Figura 4 a seguir.

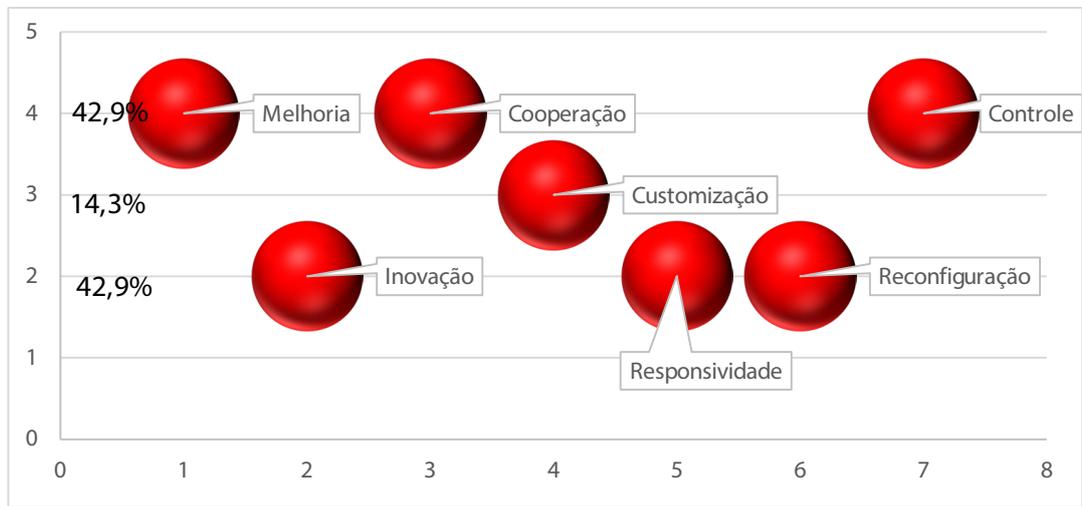


Figura 4 - Capacidade operacional -Vard Promar

Fonte: autores

4.3 Análise cruzada de dados

Com os resultados dos dois estaleiros, cruzamos as informações na Figura 5. Os dados sugerem que as capacidades operacionais de **melhoria, cooperação e controle são desenvolvidas** nos dois estaleiros, enquanto a responsividade e reconfiguração são capacidades embrionárias, detalhadas na Figura 5 a seguir.

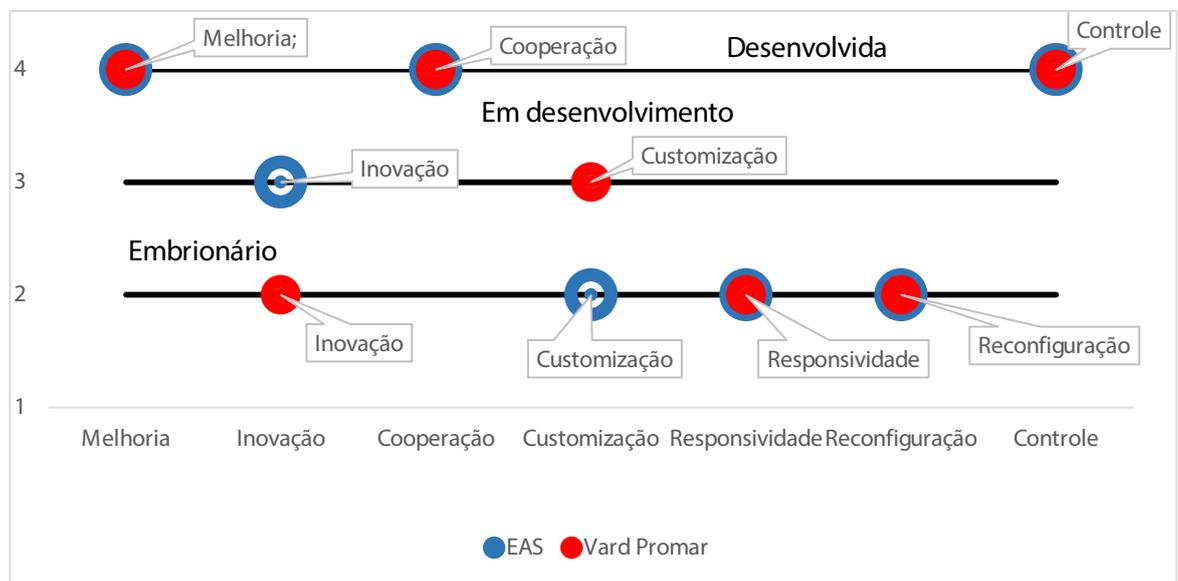


Figura 5 - Capacidade operacional –Análise cruzada

Fonte: autores

Com relação a **melhoria**, os dois estaleiros partiram da curva inicial de aprendizagem. Assim se justifica a melhoria encontrada de forma intensa. Os funcionários diretos da produção eram partícipes de um processo de aprendizagem, onde erros foram cometidos. A rotina operacional foi construída com esses erros e acertos e é fato que as empresas eram novas, sendo instaladas em local sem

conhecimento desse tipo de construção.

O EAS é um estaleiro sem histórico na área naval, apesar diversos parceiros internacionais. Na implementação, na combinação de recursos da produção, não existiam procedimentos de trabalho, não havia conhecimento prévio. As estratégias utilizadas na construção do estaleiro não atendiam à produção da embarcação. Assim, das melhorias vieram soluções dos problemas, e o EAS desenvolveu gradativamente seus processos.

No caso do estaleiro Vard Promar, a expectativa dos acionistas foi mais otimista do que a realidade. A empresa trouxe gestores e operadores de produção do estaleiro do Rio de Janeiro, mas, dificuldades foram enfrentados, de forma semelhante ao EAS. A melhoria foi a maneira para resolver esses problemas de implantação.

A **cooperação** foi a consequência de todo o processo de melhoria. Ressalte-se que a cooperação está associada à cooperação interna. Percebe-se nos estaleiros uma relação de confiança interna nos relacionamentos. Os procedimentos estão sendo construídos melhorando tais relações, padronizando as ações e papéis de cada colaborador.

Apesar dos estaleiros possuírem sistemas operacionais, ainda é perceptível uma informalidade no fluxo de informação, ferramentas mais tradicionais, como e-mail, quadro de aviso e reuniões. Existe um alinhamento nas informações entre os entrevistados, mas tal cooperação não foi percebida ser intensa com os fornecedores. Os fornecedores pouco interagem nos estaleiros. Tudo isso proporciona relação de cooperação mútua, permitindo troca das lições aprendidas na construção das embarcações. Existem preocupações com relação a levar as lições apreendidas de um projeto para outro. Percebe-se, nos dois estaleiros, não existir base de dados da aprendizagem com os projetos passados, a gestão de projetos foi deficitária.

Os controles inicialmente eram usados a partir dos critérios contratuais – tipo Quadro de Usos e Fontes (QUF) – para controlar usos dos recursos financeiros. Outro controle utilizado é a Estrutura Analítica de Projeto (EAP), concentrada no avanço financeiro da obra. Existem uma série de controles financeiros a serem comprovados junto ao agente financeiro.

A qualidade é controlada a partir do plano de inspeção da sociedade classificadora. Todos pontos críticos do processo são monitorados e regidos por legislações nacionais e internacionais. O plano de inspeção, aprovado antes da construção da embarcação, com critérios rigorosamente inspecionados. O plano de inspeção e teste também é contemplado no contrato, e é obrigatório. É possível afirmar que esses controles são obrigatórios, e seu acompanhamento regido por cláusulas contratuais.

Existem também controles de rotina, focados na produtividade que é o indicador mais lembrado, a maior preocupação dos estaleiros. No EAS, se percebe um maior controle dessas etapas, com procedimentos internos ainda em elaboração. No caso do Vard Promar, ocorre o oposto: existem procedimentos internos, porém falta a definição dos níveis de produtividade estabelecidos nas etapas do processo produtivo.

É perceptível, ainda, um processo de verificação das melhores práticas, trazendo experiências de outros estaleiros do grupo. Como os controles são definidos nos contratos, foi identificado que os controles financeiros e de qualidade são comuns nos estaleiros.

Com relação a **responsividade**, identificamos que para ocorrer uma modificação no projeto, é necessário passar pela sociedade classificadora para aprovação, tornando o processo moroso e menos flexível. As alterações exigem grandes montantes financeiros. Para mudança de *layout*, é preciso alterar um contexto em que todas as máquinas e equipamentos foram dimensionados para trabalhar com um determinado tipo de escopo. De forma semelhante ao produto, restrições de responsividade com relação ao processo são muito altas. Caso necessário acrescentar um equipamento, os fornecedores dos mesmos normalmente trabalham por projeto, produtos sob encomenda, sendo improvável uma entrega imediata. Esse cenário torna mais complexa a responsividade, tanto no projeto, quanto no processo.

No que concerne ao produto, pequenas alterações são realizadas, desde que não incidam no processo, no projeto ou nos custos. As variações de insumos produtivos também não são realizadas de modo fácil e rápido, sendo definidas e autorizadas pelas sociedades classificadoras, tornando o processo mais moroso. Apesar de percebermos um senso de urgência no cumprimento dos prazos, esses estaleiros têm um histórico de atraso em todas as embarcações entregues. É constatado que a responsividade foi fracamente percebida nesses estaleiros, aparecendo apenas nas situações pontuais, facilmente gerenciadas e não cobradas.

Quanto à **reconfiguração**, a discussão se deteve na compreensão do ambiente da construção naval. Os entrevistados consideram a construção naval mais estável, sendo citado o tempo de duração do próprio produto, entre 25 e 30 anos. Observa-se um menor dinamismo, na comparação com mercados frequentemente mutantes. Simultaneamente, a construção naval também é suprida por fornecedores que desenvolvem novas tecnologias. Eventualmente o estaleiro pode não reunir condições para atender novas demandas, não tendo processo adequado.

A cerca do grau de complexidade, nos dois estaleiros foi consensual a percepção de que os produtos são complexos, pelas diversas variáveis envolvidas (políticas de demanda induzida, quantidade de pessoas envolvidas para produzir um único navio, sociedades classificadoras, agentes de fomento, os *stakeholders* atuantes na área naval).

Atualmente, o monitoramento do mercado se restringe à busca de novas demandas e à tentativa de alcançar a produtividade praticada internacionalmente. Compreender as novas exigências, os tipos de embarcações que o mercado mundial requisita, é fator importante para alcançar a demanda necessária.

Os arranjos produtivos internos dificilmente são reorganizados, porém os estaleiros já foram construídos com flexibilidade que permite adequação à realidade do mercado. Na prática, foi constatada uma adequação do dique flutuante, no estaleiro

Vard Promar para atender a nova demanda do reparo naval. Todavia, se percebe a frágil capacidade de reconfiguração no estaleiro, talvez pela falta de necessidade dessa reconfiguração, ou mesmo questões de momento, já que os estaleiros são modernos, tendo estruturas para operar com altos níveis tecnológicos.

A **capacidade operacional de inovação**, foi percebida no EAS, como em fase de desenvolvimento, com mais intensidade do que no estaleiro Vard Promar. As melhorias incrementais no EAS tem crescimento contínuo, devendo culminar com inovações dos processos. Já no caso do Vard Promar, a inovação não foi percebida, pois as melhorias incrementais ainda estão em fase de padronização e implantação.

Com relação à **customização**, não foi identificada nenhuma propriedade intelectual, em tecnologia ou equipamentos. Os dois estaleiros são modernos, com nível tecnológico adequado para o mercado no qual atuam. Os *designs* do processo e do produto não foram modificados, concebidos para atender à TRANSPETRO, único cliente de ambos os estaleiros. Recentemente, o Vard Promar contratou outras embarcações (a EP 09 e a EP10), sendo possível verificar que o sistema planejado foi modificado para uma estrutura por projetos, visando atender à necessidade do cliente e apresentando indício de customização. Outro ponto identificado foi a preocupação com critérios de qualidade, com o mesmo apresentando níveis de exigência mais acentuados em relação ao acabamento final do navio.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados pesquisados, se identificou que as **capacidades operacionais de melhoria, cooperação e controle** são desenvolvidas nos dois estaleiros do PROMEF. As **capacidades de inovação e customização** foram também percebidas de maneira menos intensa, estando em desenvolvimento, seguidas das capacidades de **responsividade e reconfiguração** fracamente percebidas, embrionárias, caracterizando assim, o atendimento ao objetivo do trabalho.

Um fato importante a ser destacado é que o recorte teórico da capacidade operacional foi desenvolvido em empresas consolidadas, partindo da situação em que as mesmas estavam implementadas. Neste estudo de caso, foi abordada uma situação de dois estaleiros com processos industriais consolidados, estáveis, porém complexos e recentemente implementados, justificando a melhoria ser uma categoria emergente. Porém, apesar dos processos industriais serem mais consolidadas, os estaleiros são impactados pela instabilidade gerada pelo ambiente externo, via dependência das ações governamentais, da economia e do mercado internacional de petróleo. A principal ameaça para essa indústria é a falta de demanda. Estando em processo crescente de ganhos de produtividade, não conseguem ainda competir no mercado internacional e dependem das demandas induzidas pelas políticas governamentais, atualmente em declínio com as reduções das demandas do PROMEF.

Os dois estaleiros apresentaram as mesmas dificuldades, apesar do estaleiro Vard

Promar estar produzindo há cinco anos e o Atlântico Sul, há dez. Esses números não são significativos, quando comparados às décadas de experiência de seus principais concorrentes asiáticos e europeus. Para corrigir os problemas, é necessária uma relação de cooperação interna, fortemente percebida neste levantamento. Identifica-se que a curva de treinamento tem influência semelhante nos dois estaleiros. Esse fato causou estranheza no estaleiro mais novo, por ser um grupo mais experiente na construção naval, além da mão de obra qualificada pelo estaleiro inicialmente implantado, gerando uma expectativa mais otimista quanto aos resultados preliminares, situação que não ocorreu. Assim, se ressalta a importância do desenvolvimento da capacidade operacional, como composição dos recursos desenvolvidos na organização que pode desencadear o desenvolvimento da tão sonhada competitividade internacional.

A **capacidade operacional de controle** foi encontrada nos estaleiros. A construção naval é permeada pelas regras da legislação internacional e controles associados à qualidade que salvaguardam a propriedade, o meio ambiente e a vida no mar. Descartando os controles legais e obrigatórios, é verificado que os outros controles estavam associados aos itens contratuais, e não a itens de desenvolvimento e melhoria de processos. Os controles estavam focados na área financeira e nas comprovações de gastos e avanços financeiros.

As constantes mudanças de gestão nos dois estaleiros foram destacadas como um fator negativo, com a continuidade das atividades e a compreensão mais aguda dos problemas prejudicada. Assim, existem apenas inovações isoladas e desconectadas. A customização foi percebida também de forma isolada, associada a mudanças simples e operacionais. Grandes mudanças de projetos não foram encontradas. Os estaleiros não possuem uma engenharia de projetos para desenvolver seus próprios projetos, ao contrário, são usados projetos padrões já consolidados internacionalmente. A customização é mais associada a ajustes de erros operacionais internos do que ao atendimento de solicitações do cliente.

As limitações no que tange a abrangência, considerando o objeto de pesquisa bem específico: dois estaleiros em Pernambuco, não inibem a árvore de oportunidades para outras pesquisas em capacidade operacional, sendo fonte de dados sobre a retomada da construção naval brasileira num processo de implantação. Divergente das críticas recebidas com relação à falta da competitividade internacional e da eficácia das políticas de fomento ao longo desses últimos dez anos no Brasil, a pesquisa aponta que a capacidade operacional é processo único, gradual e lento para os segmentos industriais, inclusive a construção naval.

Como continuidade desta pesquisa se recomenda ampliar seu escopo via abrangência para outros estaleiros, brasileiros, ou de outras nacionalidades, visando agregar a compreensão das categorias da capacidade operacional.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA, 2011.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação – uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. **Lei nº. 10893, de 13 de julho de 2004**. Dispõe sobre o Adicional ao Frete para a Renovação da Marinha Mercante - AFRMM e o Fundo da Marinha Mercante - FMM, e dá outras providências. (Seção 1, n. 134, pp. 2-5). Brasília, DF: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2004.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia Científica**. 6ª Ed. São Paulo: Prentice Hall, 2007.

CEGN - Centro de Estudos em Gestão Naval (2008). **Avaliação de nichos de mercado potencialmente atraentes ao Brasil: análise de políticas públicas**. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

CORAIOLA, D., M.; JACOMETTI M.; BARATTER, M.A.; GONÇALVES, S., A.

COLOTTA, I., SHI, Y.; GREGORY, M. **Operation and performance of international manufacturing networks**. International journal of operations and production management, v. 23, n. 10, p. 1184–1206, 2003.

GODOY, A. S. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. Revista de Administração de Empresas, v. 35(2), p. 57 – 63, 1995.

GUEDES, H. P., ZIVIANI, F., PAIVA, R.V. C., FERREIRA M. A.T.; HERZOG M. M. **Mensuração da capacidade absorptiva: um estudo nas empresas brasileiras fabricantes de coletores solares**. Gestão e Produção, 24(1). <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530x2666-16>, 2017.

FLYNN, B.B., WU, S.J.; MELNYK, S. **Operational capabilities: Hidden in plain view**. Business Horizons, 24 (53), p. 247, 2010.

FLYNN, B.B.; FLYNN, E.J. **An exploratory study of the nature of cumulative capabilities**. Journal of Operations Management, 22(5), p. 439- 457, 2004.

MERRIAM, S. B. **Qualitative research and case study applications in education: revised and expanded from case study research in education**. 2.ed. São Francisco-CA: Jossey-Bass Education Series and The Josey-Bass Higher Education Series, 1998.

MILES, M. B.; HUBERMAN, A. M. **Qualitative data analysis: an expanded source book**. 2.ed. Londres: Sage Publications, 1994.

MORSE, J. M., DENZIN, N.K.; LINCOLN, Y.S. **Designing funded qualitative research. Handbook of qualitative research**. Thousand Oaks, CA, US: Sage Publications, Inc.12, p. 220 – 235, 1994.

MORSE, J. M.; DENZIN, N.K.; LINCOLN, Y.S. **Designing funded qualitative research**. Handbook of qualitative research. Thousand Oaks, CA, US: Sage Publications, Inc. v.12, p. 220 – 235, 1994.

OLIVEIRA, M.L.M.C. **Relações contratuais e desenvolvimentos da capacidade operacional em estaleiros brasileiros: uma análise à luz da teoria da agência**. Tese de doutorado. PROPAD, 2016.

PRESTON, L. E. **Corporation and society: the search for a paradigm**. Journal of Economic Literature, v. 13, n. 2, p. 434-453, 1975.

PENG, X., SCHROEDER, R.G., SHAH, R. **Linking routines to operations capabilities: A new perspective**. Journal of Operations Management, n. 26, p. 730 – 748, 2008.

SINAVAL - SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO E REPARAÇÃO NAVAL E OFFSHORE. **Cenário 2014: Evolução do emprego e da produção**. Disponível em: < <http://www.sinaval.org.br/cenarios.html>>. Acesso em: 15 de novembro de 2014.

_____. **Cenário 2017: Balanço do Primeiro Trimestre**. Disponível em: < <http://www.sinaval.org.br/cenarios.html>>. Acesso em: 26 de abril de 2016.

RUAS, J. A. G.; RODRIGUES, F. H. L. **Indústria Naval - Projeto Perspectivas do Investimento no Brasil**. BNDES/UFRJ/UNICAMP, 2009.

STAKE, R. E. **The Art of Case Study Research**. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 1995.

SWINK, M.; HEGARTY, W. H. **Core manufacturing capabilities and their links to product differentiation**. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 18, n. 4, p. 374-396, 1998.

TEECE, D. J. **The Foundations of Enterprise Performance: Dynamic and Ordinary Capabilities in an (Economic) Theory of Firms**. *The Academy of Management Perspectives*, v. 28, n. 4, p. 328- 35, 2014.

TRANSPETRO **2017**. Disponível em: < <http://www.transpetro.com.br/portugues/index.html>> Acesso em: 26 de abril de 2018.

WHEELWRIGHT, S. C.; HAYES, R. H. **Competing through manufacturing**. *Harvard Business Review*, 63(1), p. 99–109, 1985.

WILSON, R. **On the theory of syndicates**. *Econometric*, n. 36, p. 119-132, 1968.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

AVALIAÇÃO DE UMA MARCA DE REMOVEDOR DE ESMALTE A BASE DE ACETONA BASEADA EM QUATRO DIMENSÕES DO *BRAND EQUITY*

Felipe Zenith Fonseca

Universidade do Estado de Minas Gerais
Divinópolis – Minas Gerais

Flávia Gontijo Cunha

Universidade do Estado de Minas Gerais
Divinópolis – Minas Gerais

Gabriela Santos Medeiros Madeira

Universidade do Estado de Minas Gerais
Divinópolis – Minas Gerais

Valdilene Gonçalves Machado Silva

Universidade do Estado de Minas Gerais
Divinópolis – Minas Gerais

RESUMO: A avaliação da marca é um ponto importante na determinação do *brand equity*, o que permite traduzir financeiramente seu valor no mercado e conseqüentemente apontar suas fraquezas, para que ações possam ser tomadas de forma a valorizá-la. Sendo assim, este artigo tem como objetivo realizar a avaliação de uma marca de removedor de esmalte a base de acetona na cidade de Divinópolis – MG, dentro de quatro dimensões do *brand equity* propostas por Aaker (1998). A metodologia utilizada para desenvolver este trabalho foi: entrevista com o responsável pela área de marketing da empresa, pesquisa bibliográfica sobre o tema a partir de livros e artigos e pesquisa de campo na qual foi desenvolvido e aplicado um questionário a um

grupo amostral de 200 pessoas pertencentes ao público-alvo da empresa. A partir dos dados realizou-se a análise dos resultados e a apresentação de ações viáveis que permitam elevar o valor da marca no mercado em questão. Através desta avaliação foi testada a hipótese de que a marca estudada, por pertencer a uma empresa local de grande porte, líder nacional de vendas em removedor de esmalte, tem maior força de mercado que as concorrentes, o que se mostrou verdadeiro através do resultado da pesquisa.

PALAVRAS-CHAVE: *Brand equity*; Engenharia do produto; Qualidade; Valor da marca.

ABSTRACT: The brand evaluation is an important aspect to determine the brand equity, which allows to financially translate its value to the market and consequently to point out its weaknesses, enabling actions to be taken in order to value it. This article has the objective to evaluate a brand of enamel remover in the city of Divinópolis - MG, within four dimensions of brand equity proposed by Aaker (1998). The methodology used in this work was: interview with the responsible for the marketing area of the company, bibliographic research about the subject using books and articles and field research in which a questionnaire was developed and applied to a sample group of 200 people belonging to the company's target

audience. Based on the data acquired, the analysis of the results was made and viable actions were pointed out aiming to increase the value of the brand in the market studied. Through this evaluation was tested the hypothesis that the brand studied, by belonging to a large local company, national leader of sales in enamel remover, has greater market strength than the competitors, which proved to be true as the result of search.

KEYWORDS: Brand equity; Product Engineering; Quality; Brand value.

1 | INTRODUÇÃO

Em um mundo globalizado onde a concorrência é cada vez mais acirrada, qualquer diferencial que a empresa possua, que a destaque de seus concorrentes, pode se tornar uma vantagem competitiva importante, e é neste tocante que a marca entra como um ativo intangível capaz de alavancar as vendas, aumentar a margem de lucro, além de captar e fidelizar clientes.

No setor de produtos farmacêuticos voltados para a estética e cuidado pessoal, a importância da marca é mais evidente, já que o consumidor tende a comprar produtos que correspondam as suas expectativas e que são conhecidos. Neste contexto, a marca possui o papel de distinguir os produtos das empresas atuantes no mercado, ao mesmo tempo que é um forte indicativo de qualidade, principalmente quando se trata de removedores de esmalte, produto de baixo valor agregado e pouco diferenciado.

Desta maneira, é imprescindível o gerenciamento adequado da marca, como forma de garantir que ela cumpra sua função de agregar valor ao produto. Para isso, devem ser observados quatro pontos básicos no relacionamento do consumidor com a marca: lealdade, qualidade percebida, conhecimento e associação. Juntos eles formam o chamado *brand equity*, e sua mensuração é um forte indicador de como está o posicionamento da marca no mercado, além de sinalizar suas potencialidades e fragilidades.

2 | A MARCA

A marca surge na história como um mecanismo de diferenciação de produtos, já que mercadorias comercializadas por diferentes comerciantes em diferentes regiões possuíam atributos distintos, inerentes às habilidades de quem as produzia, do nível tecnológico empregado, da qualidade das matérias-primas utilizadas, dentre outros fatores. Essas diferenças acabavam então por impactar nas características e qualidade percebida dos produtos, fazendo-se necessária uma distinção entre os fabricantes de um mesmo produto (KOTLER, 2006).

De acordo com a *American Marketing Association* (AMA), (2017), marca refere-se a um nome, termo, *design*, símbolo ou qualquer outro aspecto que tem como finalidade identificar e diferenciar produtos e/ou serviços específicos de um vendedor

ou grupo de vendedores de produtos e/ou serviços de seus concorrentes.

Marca também pode ser definida como um sistema vivo composto de três elementos: nome, identidade gráfica e símbolo, associados a um ou mais produtos ou serviços. Sua importância é evidenciada no ato da compra, já que eles estão relacionados à qualidade, segurança e pertinência do produto (KAPFERER, 2004).

Aaker (1998, p.7) destaca que “uma marca sinaliza ao consumidor a origem do produto, e protege, tanto o consumidor quanto o fabricante, dos concorrentes que oferecem produtos que pareçam idênticos”. Kotler (2006) destaca ainda a importância da marca na vida dos consumidores que habitam um mundo complexo, onde tudo acontece em um ritmo acelerado. Desta forma, as marcas são capazes de tornar mais simples o processo de tomada de decisão e reduzem os riscos do ato da compra.

Com o passar dos anos, as marcas evoluíram de patrimônio a ativos baseados no mercado, tornando-se fundamentais para as organizações, já que, atrelado ao seu nome e símbolo, há um significado que pode tanto agregar valor ao produto, quanto tornar-se um passivo difícil de ser extinguido (AAKER, 1998).

3 | GESTÃO DE MARCAS

Para Sampaio (2002), o objetivo da gestão de marca é aumentar seu valor patrimonial, ou seja, seu *brand equity*. Este termo refere-se ao valor de uma marca, e é um conceito que está inserido dentro do gerenciamento de marcas, também chamado de *branding*. Na visão de Keller & Machado (2006) *branding* corresponde a dotar os produtos e serviços de *brand equity*, de forma a atribuir efeitos que são exclusivos de uma marca, gerando assim resultados que não seriam possíveis alcançar caso o mesmo produto ou serviço não fosse identificado pela marca.

O termo *brand equity* surgiu por volta da década de 80, quando o mesmo começa a aparecer em trabalhos relacionados a área de *branding* (FELDWICK, 1996). Porém ele somente se popularizou, segundo Vargas Neto (2003), a partir da realização de um congresso específico sobre o assunto, realizado pelo *Marketing Science Institute* (MSI), em 1988.

De acordo com Kotler (2006), *brand equity* equivale ao valor agregado de produtos e serviços, tendo influência direta no modo como os consumidores pensam, sentem e agem a respeito de uma marca, além de impactar os preços, a participação de mercado e a lucratividade da empresa. Keller & Machado (2006) compartilham de visão semelhante, já que consideram *brand equity* a força de uma marca, definida pelos diferenciais por ela agregados no processo de escolha de um produto pelo cliente.

Já Aaker (1998) possui uma visão mais financeira de *brand equity*, considerando-o como o conjunto de ativos e passivos de uma marca, incluindo seu nome e símbolo, que impactam diretamente no valor proporcionado pelo produto para a empresa ou seus consumidores. O autor completa elencando cinco categorias que compõe os ativos e passivos nos quais o *brand equity* se baseia, sendo elas: lealdade à marca,

conhecimento do nome, qualidade percebida, associações à marca e outros ativos do proprietário da marca.

3.1 Lealdade

A lealdade à marca, também chamada de fidelidade por alguns autores, é um fator estratégico que todas as organizações buscam, na medida que um cliente leal tem menos propensão de comprar da concorrência. Outra vantagem de se manter uma base de clientes leais é que seu custo é cinco vezes menor do que captar novos clientes no mercado (SOUKI, 2006).

Fidelidade está relacionada ao comportamento recorrente que um consumidor apresenta de comprar e indicar uma marca de certo produto ou serviço, apesar de receber estímulos contrários de campanhas de *marketing* de marcas concorrentes, ou por encontrar-se em situações fora do seu cotidiano (KOTLER, 2006).

Para Aaker (1998), a lealdade à marca é um fator estratégico para as empresas, sendo traduzido diretamente em vendas futuras, já que um consumidor leal é menos vulnerável às ações da concorrência. Keller & Machado (2006) por sua vez, afirmam que um cliente muito fiel irá se dispor a investir tempo, energia e dinheiro além daqueles gastos durante a compra ou consumo da marca.

3.2 Conhecimento

Conhecimento da marca corresponde ao grau de facilidade com que um consumidor em potencial tem de reconhecer ou recordar de uma marca pertencente a certa categoria de produtos no ponto de venda. Uma marca conhecida é uma das primeiras a vir na mente do consumidor quando se pensa em determinado produto ou segmento de mercado. A primeira marca que vem a mente dá-se o nome de *top of mind*, posição almejada pelas organizações (AAKER, 1998).

Kotler (2006, p.186) vai mais a fundo ao expor que “segundo o modelo de rede associativa, a memória de longo prazo consiste em uma série de nós e ligações. Nós são informações armazenadas e conectadas, ou associadas por meio de ligações que variam de intensidade”. Baseando-se nesse modelo o autor define o conhecimento de marca como sendo uma ligação entre o nó referente a uma determinada marca e uma rede de associações.

O conhecimento da marca é dividido em dois componentes básicos, sendo eles a lembrança e a imagem da marca. Lembrança se refere à força dos nós da marca na memória, refletida na capacidade do consumidor de identificá-la, já a imagem é a percepção da marca refletida nas associações que o consumidor faz dela (KELLER & MACHADO, 2006).

3.3 Qualidade Percebida

Na engenharia de produção a qualidade passou a ter grande relevância a partir da difusão do sistema Toyota de produção, também conhecido como produção enxuta,

onde um de seus princípios é a melhoria contínua, ou *Kaizen*. Com o uso da qualidade como diferencial competitivo, os produtos que possuíam maior qualidade ganhavam papel de destaque no mercado, e a marca se tornou um sinalizador de qualidade dos produtos para o consumidor (CARVALHO, 2012).

Os atributos de um produto ou serviço que os diferencia positivamente de seus concorrentes, compõe a dimensão do *brand equity* conhecida como qualidade percebida. Esta característica da marca reflete diretamente no conhecimento que o consumidor possui da qualidade geral ou superioridade de determinado produto, destoando-o das alternativas existentes no mercado e tornando-o mais atraente à compra (AAKER, 1998).

Já Keller & Machado (2006), consideram que a qualidade percebida é construída pelo consumidor a partir de uma avaliação geral do produto baseada em suas percepções pessoais do que é um produto de qualidade, confrontando a marca ao grau de atendimento a essas especificações de qualidade. Kotler (2006) é mais pragmático ao afirmar que ao atender ou exceder as expectativas do cliente a empresa está automaticamente fornecendo um produto ou serviço de qualidade.

3.4 Associação

É importante que uma empresa conheça associações relacionadas à sua marca, para que, dessa maneira, possa direcionar sua publicidade para formar uma imagem condizente com as expectativas do seu público-alvo. Aaker (1998) define uma imagem como sendo um conjunto de associações organizadas de maneira significativa.

Kotler (2006, p.186), ainda seguindo o modelo de rede associativa, define associações de marca como sendo “todos os pensamentos, sentimentos, percepções, imagens, experiências, crenças, atitudes, e assim por diante, ligados ao nó da marca”. Com base neste mesmo modelo, Keller & Machado (2006) definem associações de marca como sendo nós de informação ligados ao nó da marca na memória do consumidor, de forma a representar o significado da marca para o consumidor. Para os autores, essas associações independem do produto em si, podendo assumir várias formas que refletem características ou aspectos do produto.

Para Aaker (1998), uma associação de marca é algo ligado a imagem na memória, sendo assim, uma marca pode-se associar a um segmento de consumo, a um gênero específico, a um objeto, a uma personalidade, a um sentimento, a um local, dentre outras coisas.

A Figura 1 sintetiza os quatro pontos destacados anteriormente e a sua relação de valor com a empresa e o consumidor.

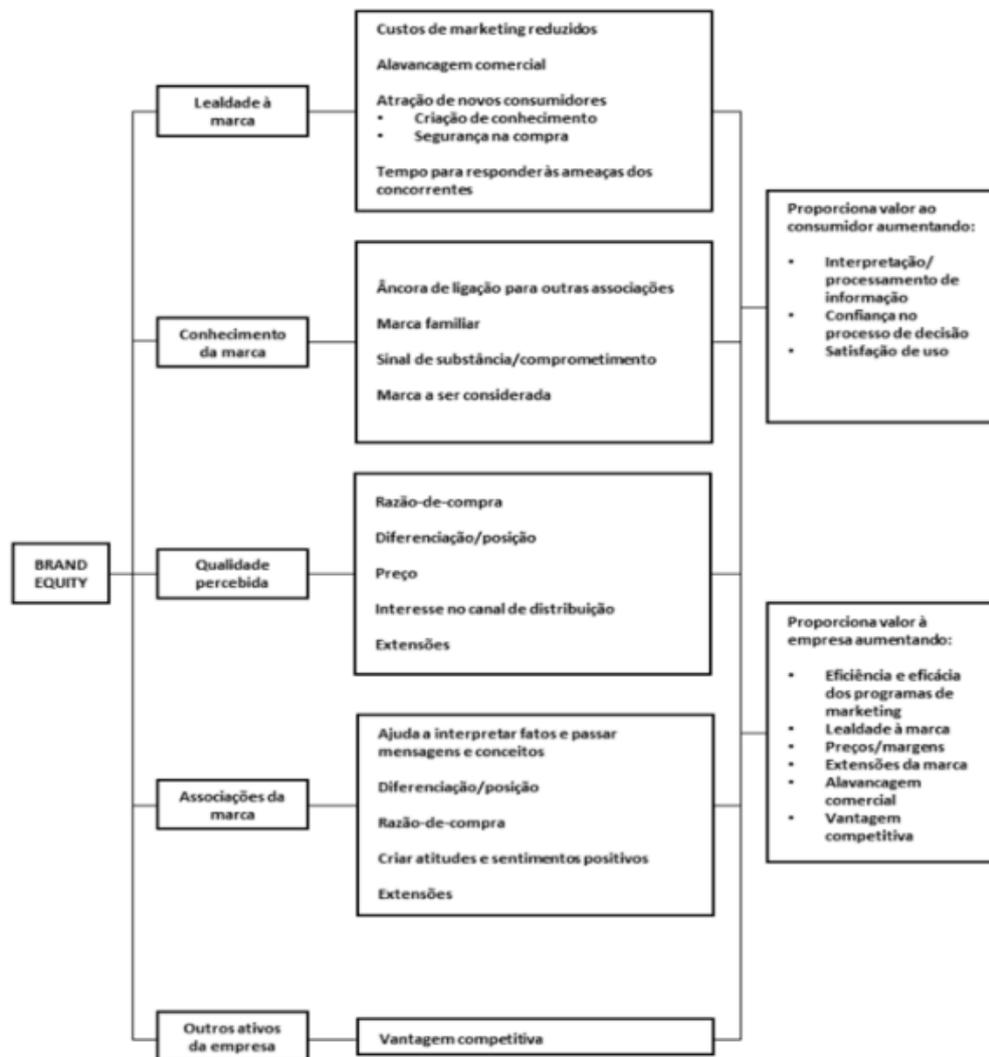


Figura 1: Principais fatores que compõe o brand equity e a sua relação de valor com a empresa e consumidor

Fonte: Aaker (1998, p. 284)

4 | A EMPRESA

Segundo o *site* da Farmax (2017), a empresa atua no mercado desde 1980, produzindo atualmente mais de 300 produtos nas linhas cosmética, farmacêutica e alimentícia. Seus produtos compõem um portfólio de oito marcas, sendo elas: Farmax, Moskitoff, Sunless, Popy Max, Hidraderm, Maxe Save, Septmax e Hipomax. “os produtos são comercializados em todo o Brasil, e exportados para outros países da América Latina como o Panamá e a Bolívia.” (Entrevista proferida por Gustavo Costa, realizada na Farmax, Divinópolis – MG, 27 set 2017).

Ainda segundo o *site* da empresa, sua planta industrial localiza-se na cidade de Divinópolis, MG, e conta com uma equipe composta por mais de 600 funcionários. Seu parque industrial possui 56 mil metros quadrados e faz uso de alta tecnologia, contando com equipamentos modernos, laboratório de controle de qualidade, área de Pesquisa e Desenvolvimento, além de uma indústria própria de embalagens plásticas.

De acordo com o responsável pelo *marketing*, “o carro-chefe da Farmax é a

linha de produtos para unha, incluindo o removedor de esmalte a base de acetona, popularmente conhecida como “azulzinha”, o óleo de banana e o creme para as mãos e pés.” (informação verbal)¹. A missão da Farmax é contribuir com o bem-estar, beleza e saúde das pessoas para que elas vivam melhor todos os dias, por isso seu slogan é “Viva melhor todos os dias”.

5 | METODOLOGIA

A presente pesquisa classifica-se, segundo Gil (2008), como sendo exploratória, por proporcionar maior familiaridade com o tema *brand equity* a partir de pesquisa bibliográfica e estudo de caso. A abordagem utilizada foi a análise quantitativa e qualitativa, realizada através da aplicação de um questionário a um grupo amostral.

Este trabalho teve seu início com o levantamento bibliográfico a respeito da definição, importância e mensuração do *brand equity* de uma marca, no qual foram elencados os principais autores e artigos referentes ao tema. Em seguida foi realizada uma entrevista com o responsável pela área de *marketing* da Farmax, com a finalidade de aprofundar o conhecimento a respeito da organização e da marca objeto de estudo, além de coletar informações relevantes para a delimitação da pesquisa e construção do questionário.

A partir da entrevista realizada, determinou-se um universo amostral composto por mulheres entre 16 e 60 anos, residentes na cidade de Divinópolis, MG. Já o tamanho da amostra foi definido segundo as especificações que sugere “um intervalo de 200 a 300 pessoas”. (Aula ministrada por Marcelo Vergilio Paganini de Toledo via plataforma online para o curso de MBA em Marketing da Universidade de São Paulo, 13 jun 2017). Em seguida foi elaborado o questionário usando o *software* Google Forms®, escolhido por ser gratuito e de fácil disseminação no ambiente *online*, o que constitui uma forma eficiente e prática para atingir o público alvo desta pesquisa.

Quanto a estrutura do questionário, o mesmo foi dividido em quatro seções de forma a abranger os quatro pontos principais do *brand equity*, que segundo Aaker (1998) são: Lealdade, Qualidade Percebida, Conhecimento e Associação. O questionário também seguiu o modelo desenvolvido para este tipo de pesquisa, no qual “o entrevistado atribui uma nota de 1 a 5 para assertivas relacionadas a cada área do *brand equity*, permitindo assim a comparação entre diferentes marcas de produtos.” (Aula ministrada por Marcelo Vergilio Paganini de Toledo via plataforma online para o curso de MBA em Marketing da Universidade de São Paulo, 13 jun 2017). Para esta pesquisa, a marca Farmax foi comparada com suas principais concorrentes, que foram definidas a partir da entrevista com o gestor da empresa.

Com o questionário finalizado, o mesmo foi aplicado e os resultados analisados, com o auxílio do Microsoft Excel®, e em seguida tratados à luz da literatura. Os resultados desta análise serão apresentados a seguir.

6 | RESULTADOS

Com a conclusão da aplicação dos questionários para um total de 200 pessoas, foi realizado o tratamento dos dados utilizando o *software* Microsoft Excel®, que permitiu quantificar cada uma das quatro áreas do *brand equity* para cada uma das três marcas de removedor de esmalte a base de acetona pesquisadas, que são a Farmax, que é o objeto de estudo desta pesquisa, e suas principais concorrentes.

Com os dados em mãos, foi desenvolvida uma tabela que permitisse comparar de forma clara os resultados para cada uma das três marcas, e que ao mesmo tempo destacasse as áreas do *brand equity* que estavam sendo avaliadas em cada uma das assertivas. Sendo assim chegou-se à Tabela 1, destacada abaixo.

ASSERTIVA	FARMAX	MARCA 1	MARCA 2	ÁREA RELACIONADA	FARMAX	MARCA 1	MARCA 2
Quando eu penso em acetona, XXXXX é a primeira marca que vem a minha cabeça.	4,24	2,02	1,37	Conhecimento			
Eu posso reconhecer facilmente a marca XXXXX entre as demais marcas.	4,41	2,29	1,41	Conhecimento			
Tenho consciência do que é a marca XXXXX.	4,32	2,33	1,45	Conhecimento	4,32	2,22	1,41
Algumas características da marca XXXXX vem a minha mente de forma rápida.	3,98	2,02	1,38	Associação			
Eu posso rapidamente lembrar do logotipo da XXXXX.	4,23	2,30	1,36	Associação			
A marca XXXXX tem uma personalidade forte.	4,11	2,31	1,47	Associação			
A marca XXXXX é diferente de seus concorrentes.	3,72	2,10	1,51	Associação	4,01	2,19	1,43
A XXXXX tem uma qualidade inquestionavelmente superior a seus concorrentes.	3,62	2,09	1,55	Qualidade Percebida			
Eu sempre confio na marca XXXXX quando preciso de um produto de qualidade.	3,96	2,21	1,43	Qualidade Percebida			
A qualidade da marca XXXXX é muito alta.	3,97	2,41	1,53	Qualidade Percebida	3,85	2,24	1,50
Eu me considero leal a marca XXXXX.	3,34	1,74	1,28	Lealdade			
Eu sempre compro acetona XXXXX.	3,85	1,89	1,31	Lealdade			
Se alguém me solicitar uma recomendação de acetona, eu recomendaréi XXXXX.	3,88	2,11	1,32	Lealdade			
Eu recomendo uma acetona XXXXX sempre que posso.	3,47	1,89	1,33	Lealdade	3,64	1,91	1,31
				B. EQUITY	3,95	2,14	1,41

Tabela 1: Comparação entre as três marcas avaliadas dos resultados obtidos para cada área do *brand equity*.

Fonte: Autores (2017)

A partir da Tabela 1, e também fazendo uso do *software* Microsoft Excel®, foram plotados dois gráficos para melhor visualização dos dados. A Figura 2 representa o gráfico de desempenho das marcas em cada uma das quatro dimensões do *brand equity* analisadas, já a Figura 3 traz uma visão do desempenho geral de cada uma das marcas.

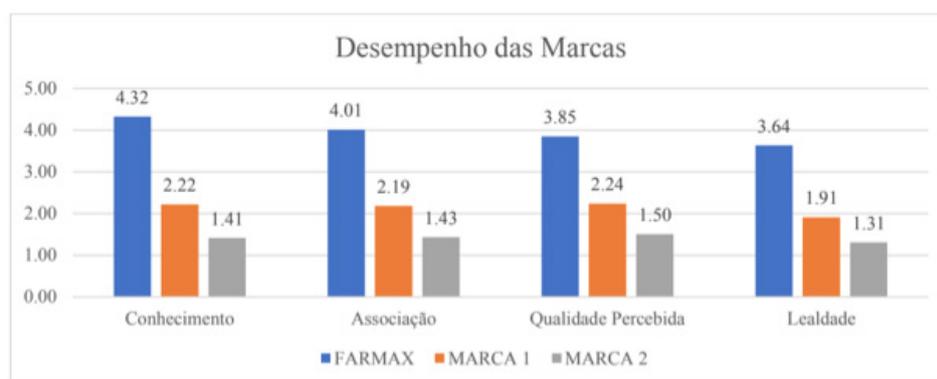


Gráfico 1: Desempenho das marcas em cada uma das quatro dimensões do *brand equity*

Gráfico 2: Avaliação geral do *brand equity* para cada uma das três marcas

Fonte: Autores (2017)

Analisando o gráfico da Figura 1, que traz informações mais detalhadas do desempenho das marcas em cada uma das quatro dimensões do *brand equity*, é possível notar que para as três marcas o pior resultado ocorreu no tocante da lealdade. Isto é compreensível, uma vez que o produto estudado apresenta um baixo valor agregado e seu mercado é sensível à variação de preços, desta forma o consumidor tende a optar pela marca mais econômica em detrimento de outras características do produto.

Entretanto a Farmax mesmo assim apresentou um desempenho superior as suas concorrentes neste quesito, o que prova a sua consolidação no mercado avaliado. Outro ponto que provavelmente auxiliou seu bom desempenho neste aspecto do *brand equity* é a sua tradição, pois consequentemente o hábito de consumo herdado dos pais se torna um fator determinante no momento da escolha da marca de removedor de esmalte.

Um segundo aspecto perceptível no gráfico da Figura 2 é o alto grau de conhecimento que a marca Farmax possui se comparado com suas concorrentes (aproximadamente o dobro da segunda colocada). Este fato corrobora a hipótese de que por ser uma empresa de grande porte originária da cidade de Divinópolis, mercado estudado, ela consequentemente é bastante conhecida.

De forma geral a Farmax apresenta um bom desempenho em todas as quatro áreas analisadas do *brand equity*, o que se traduz em um resultado que é quase o dobro da segunda colocada na pesquisa, como é notável na Figura 3. Entretanto é importante ressaltar que este bom desempenho se refere a um mercado mediano onde a marca possui história e tradição, para uma visão global de seu *brand equity* seria necessário desenvolver uma pesquisa no âmbito nacional de forma a englobar todos os mercados onde a mesma está presente.

Como forma de aumentar o valor do *brand equity* da marca Farmax no mercado estudado, é recomendável que a empresa invista principalmente em ações que visem melhorar a qualidade percebida e lealdade dos clientes para sua linha de removedor

de esmalte, sendo estas duas áreas as que obtiverem o menor desempenho de acordo com a pesquisa realizada.

Para aumentar a qualidade percebida é necessário primeiramente investigar o que o consumidor pensa a respeito dos principais aspectos referentes ao produto, que são: seu desempenho, suas características, sua conformidade com as especificações, sua confiabilidade, sua durabilidade, a disponibilidade de serviços relacionados ao produto e sua forma e acabamento. A partir disso investir em soluções que melhorem suas fraquezas de acordo com o que foi exposto pelos consumidores.

Já para aumentar a lealdade, a empresa deve desenvolver uma cultura voltada ao cliente, de forma a trata-los corretamente para que sua experiência seja a melhor possível com a marca. Além disso, é necessário sempre estar próximo do consumidor, o que pode ser conseguido através de pesquisas de *feedback*.

Outra estratégia para fidelizar clientes é a de criar custos de mudança através de programas que recompensem a lealdade, como promoções do tipo cartão de fidelidade. Por fim, é importante que a empresa proporcione características ou serviços extras ao produto que entusiasmem o cliente com a marca, como por exemplo, substituir a tampa tradicional da embalagem por uma tampa dosadora, que é mais prática e econômica.

7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A hipótese levantada no início deste trabalho de que a marca objeto de estudo possuía maior força de mercado se mostrou verdadeira, já que a Farmax foi a marca que apresentou o maior valor de *brand equity* dentre as três marcas de removedor de esmalte a base de acetona estudadas. Este fato comprova a sua consolidação no mercado de Divinópolis, cidade onde foi fundada e se encontra a matriz da empresa.

É provável que este mesmo fator contribuiu também para o notável desempenho da marca Farmax na dimensão do conhecimento da marca, já que é uma empresa que possui história e tradição na cidade de Divinópolis. Outro ponto evidenciado através desta pesquisa é que o segmento de removedor de esmalte, no mercado estudado, caracteriza-se pela baixa lealdade dos consumidores, o que pode ser explicado por se tratar de um produto de baixo valor agregado e sensível à variação de preços.

Para a empresa melhorar a avaliação geral de seu *brand equity*, é necessário realizar investimentos nas áreas que apresentaram menor desempenho, sendo elas a qualidade percebida do produto e a lealdade dos clientes. Entretanto possíveis medidas que sejam adotadas referentes ao aumento da lealdade tendem a ser pouco efetivas devido a características do segmento.

Como um todo, a pesquisa alcançou seus objetivos geral e específico, entretanto este estudo dá apenas uma visão geral do desempenho da marca Farmax em um dos mercados onde a empresa homônima é atuante. Sendo assim, qualquer ação baseada nos resultados aqui apresentados fica restrita à cidade de Divinópolis, fazendo-se necessária a realização de pesquisas de caráter mais amplo para viabilizar decisões

estratégicas no âmbito global da empresa.

REFERÊNCIAS

AMERICAN MARKETING ASSOCIATION. **Dictionary**. Disponível em: <<https://www.ama.org/resources/pages/dictionary.aspx?dLetter=B>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

AAKER, D. A. **Marcas: brand equity, gerenciando o valor da marca**. São Paulo: Elsevier, 1998.

CARVALHO, Marly Monteiro de; PALADINI, Edson Pacheco (Org.). **GESTÃO DA QUALIDADE: Teoria e Casos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

FARMAX. **A Farmax**. Disponível em: <<http://www.farmax.com.br/farmax/>>. Acesso em: 09 out. 2017.

FELDWICK, P. **Do we really need brand equity?**. The Journal of Brand Management, v.4, n.1, p.9-28, 1996.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

KELLER, K.L. e MACHADO, M. **Gestão estratégica de marcas**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

KOTLER, Philip. **Administração de Marketing: a edição do Novo Milênio**. São Paulo: Prentice Hall, 2006.

KAPFERER, J. **O que vai mudar as marcas**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

SAMPAIO, R. **Marcas de A a Z**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

SOUKI, Omar. **As 7 chaves da fidelização de clientes**. São Paulo: Harbra, 2006.

VARGAS NETO, A. **Mensuração de brand equity baseada no consumidor: avaliação de escala multidimensional**. Dissertação (Mestrado em Administração) - Escola de Administração da UFRGS, Porto Alegre, 2003.

ESTUDO DO COMPORTAMENTO DAS FERRAMENTAS REVESTIDAS COM PVD NA USINAGEM DO ALUMÍNIO 6351-T6

Rodrigo Santos Macedo

Faculdades Integradas Einstein de Limeira (FIEL)
Limeira – SP

Marcio Alexandre Goncalves Machado

Faculdades Integradas Einstein de Limeira (FIEL)
Limeira – SP

Vanessa Moraes Rocha de Munno

Faculdades Integradas Einstein de Limeira (FIEL)
Limeira – SP

Ricardo Felix da Costa

Faculdades Integradas Einstein de Limeira (FIEL)
Limeira – SP

RESUMO: Com a usinagem cada vez mais presente nos nossos produtos, e o mercado em crescente evolução, aumentando o grau de exigência, é preciso desenvolver meios para aperfeiçoar os processos, buscar melhores resultados e soluções, sempre visar à geração de economia e conseqüentemente o lucro. Nesse contexto, o presente trabalho visa comparar a eficiência do processo PVD (*Physical Vapour Deposition*), a fim de testar e provar seu rendimento na usinagem do alumínio 6351-T6, uma vez que na literatura ressalta que o alumínio reage quimicamente com as propriedades do revestimento, neste caso o titânio, sendo assim, a melhor forma de usiná-lo seria com uma pastilha sem revestimento. Após

alguns testes realizados em um torno mecânico com pastilha sem revestimento e algumas com diferentes tipos de revestimentos, os resultados obtidos provam o contrário, expõe o êxito da pastilha revestida, e com isso contribui com a revolução de um novo método eficaz e economicamente viável de usinar o alumínio usando a cobertura PVD.

PALAVRAS-CHAVE: Revestimento PVD, Usinagem de alumínio 6351-T, Acabamento superficial, Ferramentas de metal duro.

ABSTRACT: With the machining increasingly present in our products, and the market in increasing evolution, increasing the degree of exigency, it is necessary to develop means to improve the processes, to seek better results and solutions, always aim at the generation of economy and consequently the profit. In this context, the present work aims at comparing the efficiency of the PVD (*Physical Vapor Deposition*) process in order to test and prove its performance in the machining of aluminum 6351-T6, since in the literature it is emphasized that aluminum reacts chemically with the coating properties, in this case titanium, so the best way to work it would be with a tablet without coating. After some tests performed on a lathe with uncoated pellets and some with different types of coatings, the results obtained prove the opposite, exposes the success of the coated

pellet, and thus contributes to the revolution of a new, effective and economically viable method of coating. Machining aluminum using the PVD coating.

KEYWORDS: PVD coating, Machining of aluminum 6351-T, Surface finish, Hard metal tools.

1 | INTRODUÇÃO

O aumento da produtividade e redução de custos é considerado uma questão de “sobrevivência” para as empresas na atual conjuntura de mercado (JURKO, 2011; LOTT, 2011). A operação de usinagem, consiste na entrada de material/matéria prima, onde ocorre a transformação e tem sua saída que é um produto para o consumidor, e conforme Slack; Chambers; Johnston (2009), com um processo criativo, inovador e eficiente, é possível obter uma diminuição dos custos, aumentando assim a margem de lucro desde que se faça mantendo a qualidade do produto.

Este trabalho tem como objetivo comprovar a eficiência dos revestimentos PVD (physical vapor deposition) na aplicação de ferramentas de metal duro para que haja a redução do atrito na usinagem de materiais dúcteis, assim como também evitar ou minimizar a ação da Aresta Postiça de Corte (APC).

O material adotado foi alumínio 6351-T6. De acordo a literatura para usinar o alumínio pode se usar pastilha de metal duro classe “K” sem revestimento. Pois o Ti (Titânio) existente na maioria destes revestimentos pode reagir físico e quimicamente com o Alumínio (DINIZ; MARCONDES; COPPINI, 2013).

Segundo Stappen et al. (1995) a adoção do uso de revestimentos cresce a cada ano na indústria, associado principalmente ao processo de deposição PVD em ferramentas de metal duro.

No mercado, empresas de alta tecnologia tem apresentado opções de ferramentas revestidas com PVD para este fim. Assim, este trabalho propõem o teste de alguns tipos de revestimentos em condições de corte que provoquem o APC além de testar também o comportamento da ferramenta revestida com aplicação no alumínio de acordo ao fornecedor de ferramentas.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A usinagem

O processo de usinagem é a transformação da matéria prima de modo que haja a retirada de material que conseqüentemente gera cavacos, pode-se concluir que todo processo na qual é retirado uma parcela de material seja ela por cisalhamento ou na forma de cavaco é considerada usinagem (SANTOS e SALES 2007).

Atualmente a usinagem é reconhecida como um dos processos mais populares do mundo, onde milhões de pessoas estão empregadas (TRENT,1985).

Segundo Santos e Sales (2007), a usinagem é importante e simboliza uma grande parte quando se trata de processo de fabricação, e pode-se citar como exemplo a fabricação de um automóvel, se analisar todos os componentes que compõe um automóvel, é possível conseguir um grande catalogo de peças que passam pelo processo de usinagem.

Entretanto ainda há muitas variações no processo, e assim tornando a usinagem as vezes muito complexa, ainda existem dificuldades em definir tais parâmetros para determinados cortes em grandes quantidades de peças, apesar de ser um processo fácil a partir do momento que se tem um padrão dos parâmetros de corte a serem definidos. Quando padronizamos o processo assim por diante diminuir o custo e ser mais competitivo no mercado em relação aos concorrentes (MACHADO, 2011). Todo estudo deve ser detalhado e simplificado da melhor forma possível para que possa tornar o processo de usinagem mais produtivo (SHAW,1984).

2.2 Materiais para ferramentas de corte

A ferramenta de corte é utilizada para segmentar os materiais metálicos e não metálicos, a ferramenta em movimento seja ele rotacional ou linear ao tocar a peça obtém a extração de cavaco. Geralmente os materiais das ferramentas são de alta dureza, e proporciona o corte de materiais com propriedades de dureza inferior (SENAI, 2007).

Atualmente há um aumento significativo quando se trata de variedades de materiais e isso tornou-se cada vez difícil a busca por uma ferramenta eficaz e ideal tendo essas propriedades: Elevada dureza, tenacidade, resistência ao desgaste, à compressão e ao cisalhamento, boa condutividade térmica, baixo coeficiente de expansão volumétrica, e elevada inércia química (DINIZ; MARCONDES; COPPINI, 2013 FERRARESI,1970;).

Conforme apresentado por Diniz; Marcondes; Coppini (2013), a ISO (*International Organization for Standardization*) estabeleceu normas para classificar três grupos de metal duro e eles são representados pelas letras K, M, e P, além disso foi criado sub-grupos que são representados por números K01 a K40, M01 a M40, P01 a P50. Os metais de classe P, são metais mais duros e que consistem um grande teor de Tic + Tac, que caracterizam essa alta dureza a quente, e que proporciona resistência ao desgaste. Eles são adequados para usinagem de materiais mais dúteis, aços e materiais em que o cavaco seja contínuo, e esses materiais costumam causar desgaste de cratera e de difusão pela alta temperatura de corte. Já os metais de classe K são indicados para a usinagem de matérias mais frágeis como ferros fundidos e latões, eles são compostos por carboneto de tungstênio aglomerados pelo cobalto, e são indicados para usinarem materiais que gerem cavacos curtos, assim não obtém desgaste de cratera por atrito na superfície de saída da ferramenta, pois quando a ferramenta entra em contato com o material, ao gerar uma pequena deformação o material tende a se fragmentar assim não permanece na região de corte. O Alumínio é um material que ao ser usinado

forma cavaco contínuo e obtém uma grande área de atrito na superfície de saída da ferramenta, e o indicado para materiais de obtém esse tipo de característica de cavado é ser usinado por metais duros da classe P, pois é mais resistente ao desgaste, porém esse tipo de metais possui titânios nos materiais dessa classe, e o alumínio em contato com esses metais reage quimicamente com o titânio, assim ocorrendo desgaste de origem química na saída do corte, que é representado por desgaste de cratera, e assim o alumínio é usinado por metais duros da classe K. Os metais de classe M, são considerados intermediários pela característica de suas propriedades, ele é indicado para usinar o aço inoxidável. Na usinagem o acabamento precisa ser de ferramentas mais resistentes ao desgaste, para operações de desbaste a ferramenta deve ter mais tenacidade em relação a quebra e resistência ao desgaste (DINIZ; MARCONDES; COPPINI; 2010).

2.3 Avarias, desgaste e vida das ferramentas

De acordo com Santos e Sales (2007), no decorrer do processo de usinagem por causa do desgaste e atrito da ferramenta em contato com a peça, há mudança na geometria da ferramenta, onde pode obter um desgaste contínuo nas superfícies de folga e saída da ferramenta.

Durante o processo produtivo, a ferramenta tem seu tempo de vida útil, que é denominado como “a vida da ferramenta de corte”, e existe parâmetros para medir esse desgaste e determinar a vida da ferramenta (MACHADO *et al.*, 2011).

Pode-se encontrar em uma ferramenta de corte seis mecanismos de desgaste como Cisalhamento plástico a altas temperaturas, Deformação sob tensão e compressão, Difusão, Attrition, Abrasão, e Desgaste de entalhe (TRENT & WRIGHT *et al.*, 2000, *apud* MACHADO *et al.*, 2011, p. 272).

Além destes ainda existe a formação de aresta postiça de corte, que se apresenta a partir de velocidade de corte baixa, há indícios que a APC ao invés de algum tipo de material encruado sobre a ferramenta, ela é uma continuação do material da peça e do cavaco, e aresta postiça de corte, sempre estará evidente em condições de situação de aderência (TRENT *et al.*, 1963, *apud* DINIZ; MARCONDES; COPPINI, 2013, p. 87).

Um fator que chama atenção é aderência e arrastamento, que são mecanismo de desgaste chamado de adesão, mais em inglês ele é *attrition*, é como Trend denomina esse tipo de desgaste, que acaba ocorrendo tanto em baixa velocidade de corte quanto em alta, ela é relativamente influenciada pela rotação por minuto, e pela velocidade de corte que tem como finalidade de gerar aresta postiça de corte, com isso é arrancado fragmentos microscópicos da ferramenta e também acaba ocorrendo a adesão desse material que está sendo usinado na ferramenta (MACHADO *et al.*, 2011).

2.4 Usinabilidade dos materiais

A usinabilidade dos materiais pode ser definida quando conseguimos usar um determinado material sem alterar suas propriedades mecânicas, como no torneamento, fresamento. O acabamento superficial pode ser prejudicado com a usinagem sem seus devidos cuidados, temperatura de corte e características do cavaco. A ferramenta correta para se usar o alumínio é constituída de material da classe K e sem qualquer revestimento ou cobertura de titânio, pois metais que contenham titânio na sua composição não são indicados para usar o alumínio devido a afinidade físico-química que ocorre entre o alumínio e o titânio (DINIZ; MARCONDES; COPPINI, 2013).

2.5 Revestimentos para ferramentas de corte

O revestimento é considerado uma camada superficial na ferramenta que é capaz de alterar a resistência mecânica ao desgaste da ferramenta aumentar a sua vida útil dependendo do material a ser usinado e o tipo de deposição de revestimento a ser feito, mas não só é alterada a resistência, mas outras propriedades como as magnéticas, eletrônicas e químicas (HOGMARK *et al.*, 2000, *apud* SANTOS e SALES, 2007, p. 127).

O revestimento obtém várias finalidades, mais na ferramenta de corte especificamente é feito a deposição com o propósito de aumentar a vida útil das ferramentas, conseqüentemente haverá redução de custo, talvez podendo aumentar a velocidade de corte e assim obtendo um aumento significativo da produtividade (HOGMARK *et al.*, 2000, *apud* SANTOS e SALES, 2007, p. 127).

2.6 Revestimento PVD

O revestimento PVD em ferramentas além de ser de grande relevância e eficaz contra o desgaste, traz outros benefícios, pois é capaz de executar uma maior produtividade com uma quantidade de lubrificante reduzida, além de garantir um melhor acabamento superficial na peça durante o processo de usinagem. A história também nos mostra que as primeiras aplicações do revestimento em PVD na indústria foi em ferramentas de conformação a frio (TIN), e desse ponto em diante muitos outros revestimentos têm sido usados como os Tinc, AlTiN, CrN, e esses tipos de revestimentos duros, tem aplicação nos processos de dobra, estampagem, laminagem, entre outros. (VETTER *et al.*, 1996).

É muito comum encontrar o revestimento PVD em ferramentas de aço rápido como brocas, caracol e brochas, com o intuito de aumentar a velocidade de corte no processo de usinagem e ganho de vida útil da ferramenta. O revestimento em ferramentas de metal duro vem ganhando espaço no mercado, pela sua eficiência e desempenho superior a uma ferramenta sem revestir presente no mercado (MACHADO *et al.*, 2011).

Segundo Prengel *et al.*, (1997), o desempenho do revestimento em ferramentas de

corte depende muito da sua microestrutura, e para obter um processo de revestimento eficaz é preciso controlar o seu processo. A ferramenta revestida também é capaz de diminuir as paradas para a troca de ferramenta, com isso diminui o tempo de *Setup* (VENCOVSKY, 2016). As paradas com o *Setup* de uma maneira geral influenciam negativamente na produção ocasionando perdas no processo (ANTUNES *et al.*, 2008).

No processo PVD a deposição tende a se formar em cima do material através de forma gasosa, em baixa pressão dentro do forno, que é onde ocorre um aquecimento e descargas elétricas, e onde os materiais usados para formação do revestimento de sólidos viram gasosos (SANTOS e SALES, 2007).

Atualmente o revestimento PVD tem diferentes tecnologias dependendo do tipo de material a ser aplicado, e com isso são feitos estudos e conseqüentemente tem um aumento significativo com o desempenho com as ferramentas revestidas com o PVD, e as melhorias nestas tecnologias tais como: ionização de alta descarga elétrica ou novos processos de arco catódico, também é alterado o método de aplicação, como evaporação por feixe de elétrons, ou evaporação de arco catódica (PRENGEL *et al.*, 2000).

Segundo Santos e Sales (2007), *Sputtering* é um processo de deposição bastante utilizado, onde se tem um forno e o material é elevado no seu interior, e esse método é representado na figura a seguir.

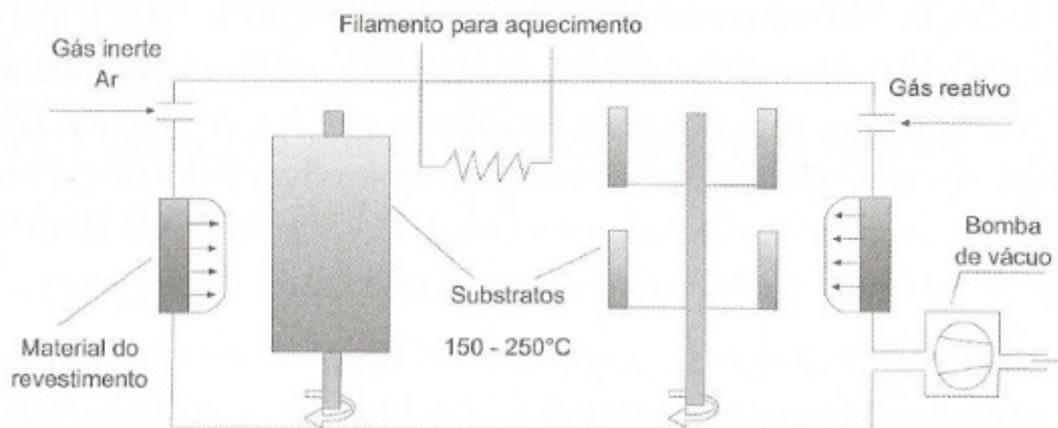


Figura 1 - Processo de deposição PVD por sputtering

Fonte: Santos e Sales, 2007.

Ainda sobre Santos e Sales (2007) antes de começar o revestimento, é necessário inspecionar as peças a serem revestidas para eliminar todas e qualquer impurezas e corpos estranhos presentes, e além disso, tem que certificar que o forno esteja com uma baixa pressão, é possível conseguir isso com a bomba de vácuo, que se faz eficaz para eliminar qualquer tipo de contaminante que esteja existente na atmosfera. Dando continuidade ao processo, depois de retirado todos os tipos de impurezas e contaminantes, o próximo passo é aquecer o forno para que logo após seja injetado

o gás inerte, e o mesmo passara quimicamente a conduzir eletricidade formando um arco elétrico, e isso permite que o material passe de sua forma sólida para gasosa que vai consistir em revestimento (SANTOS e SALES, 2007).

Segundo Machado *et al.*, (2011), o processo de deposição física de vapor possui as seguintes características:

Temperatura de revestimento:	Aproximadamente 500 °C
Tenacidade da ferramenta:	Não é afetada
Aresta de Corte:	Pode ser quina viva
Espessura do revestimento:	Até 4µm
Principais aplicações:	Fresamento, roscamento e furação
Camadas:	TiN, TiCN, TiAl
Vantagens:	Aumento de vida útil da ferramenta, mantendo as mesmas características de aresta de corte, mesma precisão e com a mesma tenacidade

Tabela 1 – Características do processo PVD

Machado *et al.*, 2011

3 I METODOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Segundo a literatura citada nos estudos desse trabalho, o melhor caso para se usinar o alumínio é pastilhas de metal duro da classe K, justamente por não conter a presença de titânio na sua composição, que reage quimicamente com o alumínio.

O propósito dessa pesquisa é confrontar o resultado das pastilhas revestidas com a pastilha sem revestimento conforme sugere a literatura, e observar o comportamento delas, utilizando velocidade baixa em torno de (20m\min), em um torno mecânico, com o intuito de provocar a APC (Aresta postiça de corte), e assim decidir qual seria a opção ideal para esse trabalho que é a de menor aderência e de menor RA.

3.1 Pesquisa experimental

Esse estudo de caso, foi realizado no laboratório da Faculdades Integradas Einstein de Limeira, que disponibilizou de seus equipamentos para realizar as pesquisas e testes, desde conteúdos literários até máquinas e equipamentos. Foi estabelecido a usinagem de 2 Vergalhões Redondos de alumínio. 6351-T6, $\text{Æ } 3'' / 300\text{mm}$. Peso: 7,580und, com as 6 Pastilhas classe K com ponta de raio 0,4 mm da Kennametal sendo uma delas sem revestimento.

O revestimento PVD das pastilhas restantes foi feito pela empresa Platit, onde a cobertura superficial foi depositada na cidade de São José dos Pinhais município no Paraná, e para aprimoramento dos testes, foi fornecido pela empresa Kennametal, uma pastilha da classe K já revestida com Diboreto de Titânio, e o mesmo garante ser a ideal para se usinar o alumínio que é representada pela seguinte composição química: TiB₂. Todos as pastilhas e seus compostos estão especificados na tabela abaixo:

Patilha n°	Nomenclatura comercial	Composição Química	Fornecedor da Pastilha / Revestimento
1	Albonit	AlTiCN	Kennametal / Platit
2	Nacro	AlTiCrN	Kennametal / Platit
3	Nitreto de Titânio	TiN	Kennametal / Platit
4	sem revestimento	-	Kennametal / Platit
5	Universal	AlTiN	Kennametal / Platit
6	Diboreto de Titânio	TiB ₂	Kennametal / Kennametal

Tabela 2 – Pastilha, revestimentos aplicados e seus fornecedores

Fonte: Autores

Para verificar o comportamento do revestimento PVD depositado nas pastilhas foi utilizado um torno mecânico da IMOR de modelo MVN – V com diâmetro admissível sobre o barramento de 510 mm, a distância entre Pontas de 1.000 mm com gama de Rotações de 26,5 a 1.000 RPM e motor principal de 7,5 HP; Uma Câmera Nikon, modelo D700, que tira foto macro no modo manual; Um Rugosímetro, modelo Medtec.

3.2 Ensaios

Os parâmetros adotados têm como objetivo provocar a APC a testar todos os revestimentos aplicados e eleger a de melhor resultado ou a de menor aderência de cavaco.

Variáveis de Controle	Símbolo	Valores adotados
Velocidade de Corte mm/rot	Vc	8,864 mm/rot
Avanço de Corte	f	0,21 mm/rot
Profundidade de Usinagem	ap	0,5 mm
Frequencia de rotação	n	40 rpm

Tabela 3 – Parâmetros de corte adotados

Fonte: Autores

Verificou se que todas tiveram o comportamento muito próximo, com variação na forma dos cavacos de lasca para helicoidal durante a operação de usinagem. Com o intuito de se fazer uma análise qualitativa das pastilhas, com isso observar qual teve

mais aderência de material e geração de aresta postiça, foi tirada fotos de diferentes ângulos da ferramenta:



Figura 2 – Pastilha 1 revestida com Albonit (AlTiCN), depois dos testes

Fonte: Autores

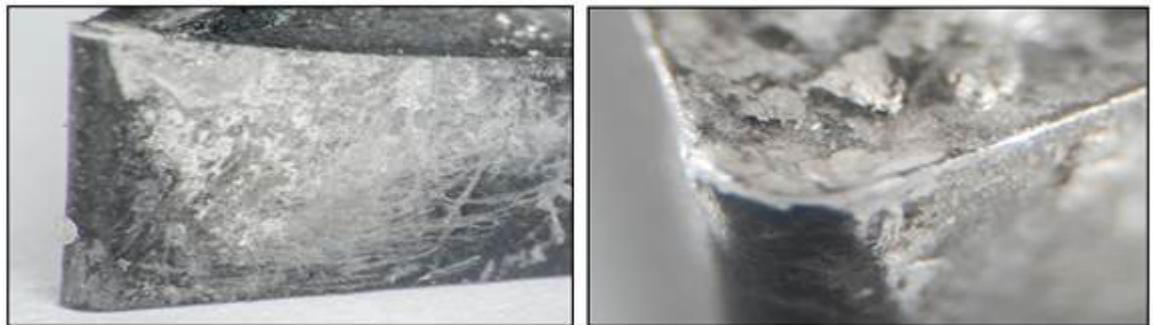


Figura 3 – Pastilha 2 revestida com Nacro (AlTiCrN), depois dos testes

Fonte: Autores

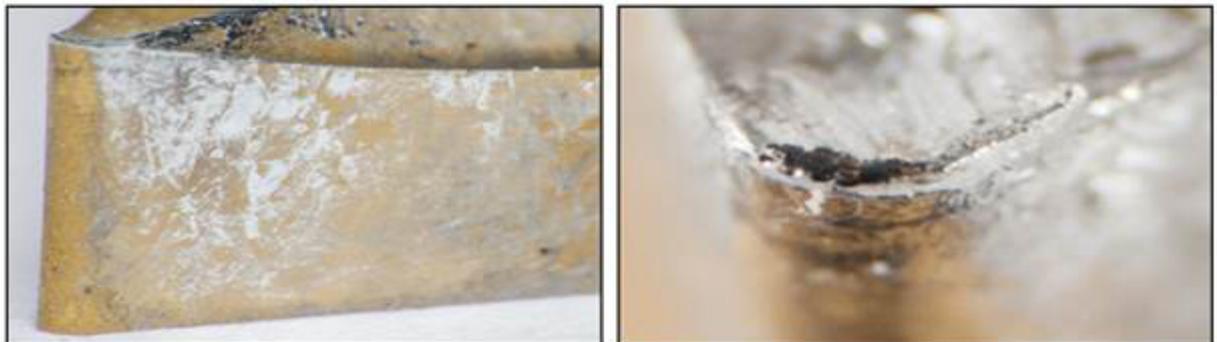


Figura 4 - Pastilha 3 revestida com Nitreto de Titânio (TiN), depois dos testes

Fonte: Autores



Figura 5 – Pastilha 4 sem revestimento, depois dos testes

Fonte: Autores

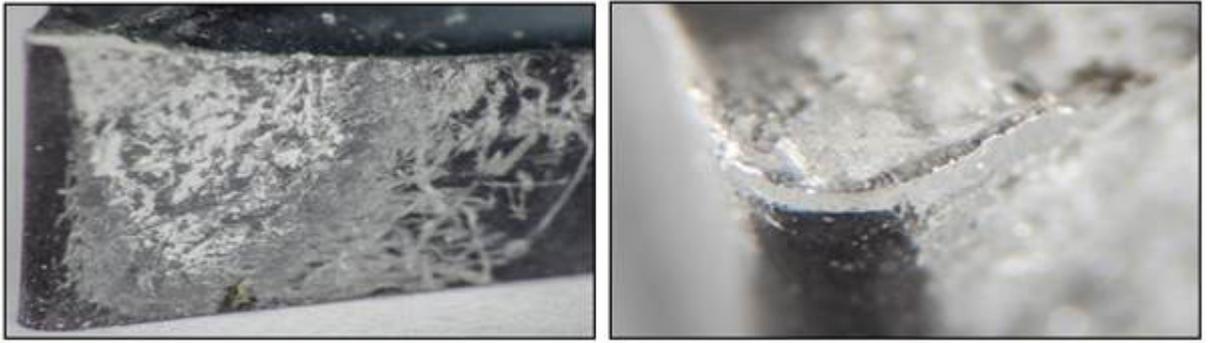


Figura 6 – Pastilha 5 revestida com Universal (AlTiN), depois dos testes

Fonte: Autores

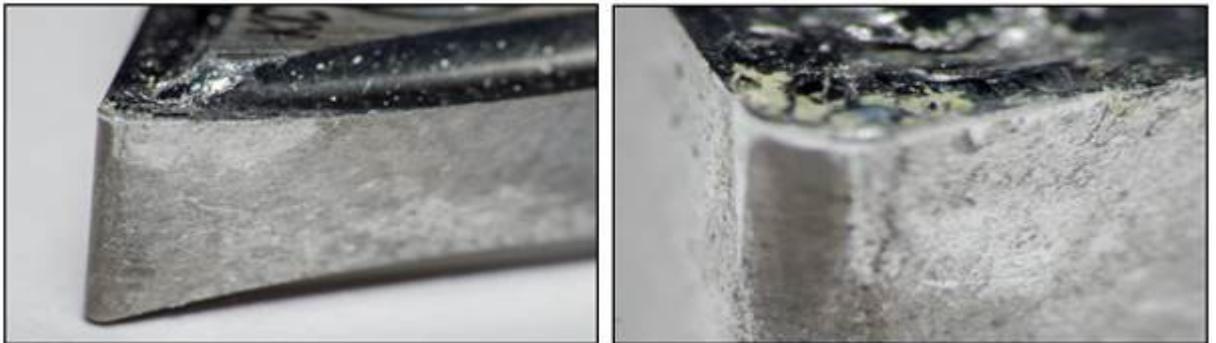


Figura 7 – Pastilha 6 revestida com Diboreto de Titânio (TiB2), depois dos testes

Fonte: Autores

4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Percebe-se que houve aderência de material e APC em todas elas, e isso já era esperado conforme objetivo do projeto, também houve uma variação no acabamento superficial da peça, e por isso foi feita uma análise no acabamento superficial e foi usado o rugosímetro para medir o Ra, ou seja a rugosidade da peça em 3 pontos específicos conforme mostra a figura 8, e analisar o melhor acabamento superficial, e verificar o de menor desempenho.

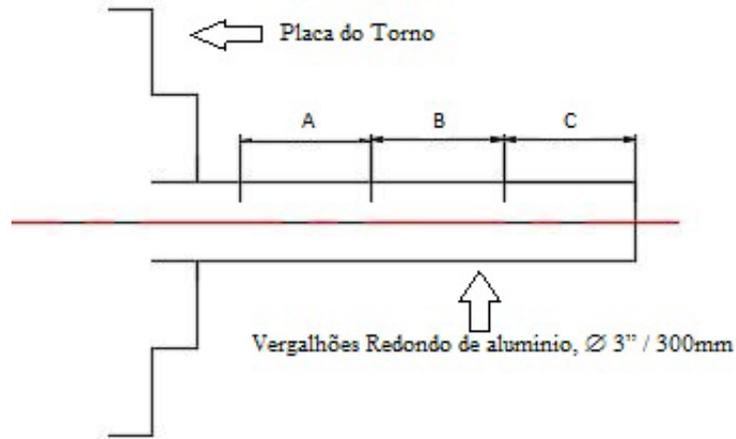


Figura 8 - Pontos em que a rugosidade foi medida

Fonte: Autores

A tabela abaixo mostra a estratificação dos dados colhidos durante as medições de rugosidade.

Revestimentos	Ponto A	Ponto B	Ponto C
Albonit	4,367	4,847	4,717
Nacro	2,723	3,867	3,327
Nitreto de Titânio	3,997	3,897	3,866
Sem revestimento	6,056	4,877	5,696
Universal	4,686	3,447	3,237
Diboreto de Titânio	4,607	3,607	3,817

Tabela 4- Estratificação dos dados coletados em RA

Fonte: Autores

O gráfico abaixo aponta a média da rugosidade entre os pontos A, B, e C, com isso pode-se perceber o destaque da pastilha sem revestimento em todos os pontos.

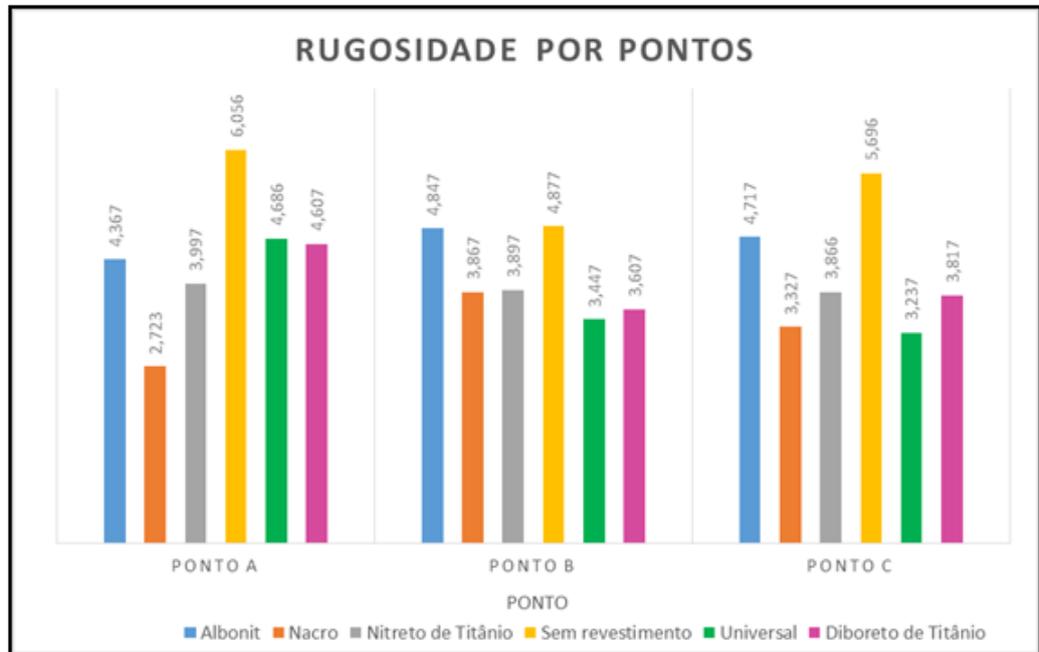


Gráfico 1 - Análise da variação da rugosidade medida entre os pontos A, B, e C.

Fonte: Autores

No gráfico a seguir pode-se notar que a pastilha de revestimento Nacro (AlTiCrN), foi a que obteve o melhor acabamento superficial da peça.

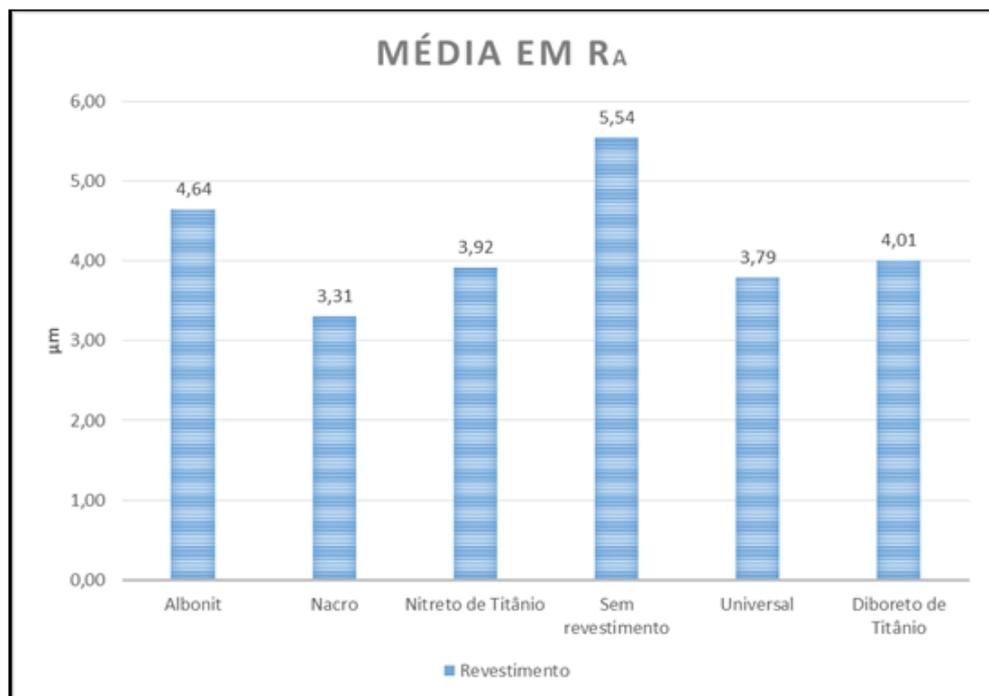


Gráfico 2 - Análise de variação da rugosidade por tipo de revestimento.

Fonte: Autores

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o estudo de caso, pode se concluir que as pastilhas com revestimento demonstraram menor aderência de material, apesar da formação de APC em todos os modelos, percebe se que a pastilha sem revestimento apresentou o pior resultado com 5,54Ra em termos de acabamento superficial se destacando das outras e provando que os revestimentos diminuem o coeficiente de atrito protegendo mais a ferramenta contra a adesão de material. Visualmente a pastilha revestida com Diboreto de Titânio (TiB_2), foi a que menos teve aderência de material apesar da variação no acabamento superficial com a média 4,01Ra, ainda assim pode se dizer que foi um dos melhores resultados já que o objetivo era provocar uma situação extrema e analisar o comportamento das pastilhas revestidas.

A ferramenta revestida com AlTiCrN apresentou o melhor resultado no acabamento superficial com a média 3,31Ra, isso se deve ao fato de que esta apresentou menor aderência na superfície de saída e menor coeficiente de atrito se comparada aos outros modelos, porém como dito não se pode avaliar se haveria afinidade físico química em velocidades que seriam as propostas para este tipo de usinagem que trariam aumento de temperatura e assim comprovar a literatura neste quesito.

Assim pode se comprovar que em baixas velocidades de corte os revestimentos testados protegeram mais as ferramentas da adesão se comparado a pastilha sem revestimento, houve uma diferença nítida entre os revestimentos testados no acabamento superficial e propõe se que se faça os mesmos testes com velocidade de corte mais alta a ponto de gerar desgastes de ferramentas que sejam por atrito ou afinidade físico química para trabalhos futuros. Espera se que nestes testes poderá se eleger a ferramenta com maior vida em trabalhos com maior severidade. Considerando a ferramenta de menor adesão Diboreto de Titânio (TiB_2), acredita-se que esta terá maior probabilidade de sucesso se comparado as outras nestas velocidades mais altas de corte.

É desejado que esse estudo possa ser útil para empresas de pequena e grande porte, que estejam empenhadas em fazer uma redução de custo e ao mesmo tempo aumentar sua produtividade com qualidade no acabamento do produto, pois esse simples ato de revestir a ferramenta pode trazer resultados significativos, principalmente quando se trata de um lote grandioso de material de alumínio a ser usinado.

6 | AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Sr. Marcos Caldeira da empresa Kennametal que fez a doação das pastilhas para usinarmos o alumínio, ao Sr. Rafael Spinassi da empresa Platit que nos doou os revestimentos PVD nas pastilhas, e ao profissional Milton Buzon, que com seu equipamento fotográfico nos proporcionou imagens de alta qualidade, e

assim permitiu que fosse possível fazer uma análise qualitativa das pastilhas.

REFERÊNCIAS

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

DINIZ, Anselmo Eduardo; MARCONDES, Francisco Carlos; COPPINI, Nivaldo Lemos. **Tecnologia da Usinagem dos Materiais**. 8. Ed. São Paulo: Artliber Editora, 2013.

DINIZ, Anselmo Eduardo; MARCONDES, Francisco Carlos; COPPINI, Nivaldo Lemos. **Tecnologia da Usinagem dos Materiais**. 8. Ed. São Paulo: Artliber Editora, 2010.

FERRARESI, Dino. **Fundamentos da Usinagem dos Metais**. São Paulo: Blucher, 1970.

JURKO, J. et al. **Study on screw drill wear when drilling X6Cr16Ni8Mo stainless steel**. Journal Manufacturing Engineering, v.2, p.17-20, 2011.

LOTT, P. et al. **Design of an Optical system for the In Situ Process Monitoring of Selective Laser Melting (SLM)**. Physics Procedia, n.12, p. 683–690, 2011.

MACHADO, Alisson Rocha; ABRÃO, Alexandre Mender; COELHO, Reginaldo Teixeira; SILVA, Márcio Bacci. **Teoria da Usinagem dos Materiais**. 2. Ed. São Paulo: Blucher, 2011.

PRENGEL, H.G, SANTHANAMB, A.T. PENICHB, R.M. JINDALB, P.C. WENDT, K.H. **Advanced PVD-TiAlN coatings on carbide and cermet cutting tools**. 1997.

PRENGEL, H.G; JINDALB, P.C. WENDTA, K.H. SANTHANAMB, A.T. HEGDEB, P.L. PENICH R.M. **A new class of high performance PVD coatings for carbide cutting tools**. 2000.

SANTOS, S.C.; SALES, W. F. **Aspectos Tribológicos da Usinagem dos Materiais**.1. ed. São Paulo: Editora Artliber, 2007.

SENAI. **Tecnologia Aplicada 1 - Caminhão betoneira cara charata**. 3. edição. São Paulo, 2007.

SHAW, M. C. **Metal Cutting Principles**. Londres: Oxford University Press, 1984.

SLACK, Nigel; CHAMBERS Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

VENCOVSKY, Paulo. **Revestimentos PVD para ferramentas**. Material da revista Industrial Heating, 2016. Disponível em <<http://revistaih.com.br/revestimentos-pvd-para-ferramentas/>> Acesso em 21/04/2017.

VETTER J.A, KNAUP R.B, DWULETZKI H, SCHNEIDER E.D, VOGLER, S. **Hard coatings for lubrication reduction in metal forming**. 1996.

MIX DO MARKETING EM DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: ESTUDO DE CASO EM EMPRESA DE LATICÍNIOS

Rafael de Azevedo Palhares

(UFRN), Natal – RN

Rogério da Fonsêca Cavalcante

(UFERSA), Angicos-RN

Thyago de Melo Duarte Borges

(UFSCar), São Carlos-SP

Evaldo Soares de Azevedo Neto

(UFERSA), Angicos-RN

Natalia Veloso caldas de Vasconcelos

(UFERSA), Angicos-RN

Rodolfo de Azevedo Palhares

(UFJF), Juíz de fora-MG

RESUMO: Frente ao crescimento das exigências dos consumidores e acirrado grau competitivo do mercado, as empresas buscam acompanhar de forma mais eficiente os anseios de seus clientes, com o intuito de satisfazer essas expectativas. Para isto, a estratégia de marketing é adotada como uma grande alinhada das organizações. A partir desta, é possível relacionar produtos aos clientes de forma eficiente, sendo esta, uma crucial estratégia para o sucesso das empresas. Neste sentido, o presente artigo tem como objetivo apresentar a aplicação dos 4Ps do marketing na implantação de um novo produto ao mix de produtos de uma empresa do setor de laticínios situada na cidade de Angicos no estado do Rio Grande do Norte. Para a realização do estudo,

inicialmente identificou-se as necessidades do mercado local na quais os possíveis produtos em que a empresa poderia produzir fossem avaliados. Posteriormente, foi aplicado o método Score que revelou em seu resultado o produto “Coalhada” como o mais recomendado a ser implementado ao mix da empresa. Tendo o produto definido, fez-se cabível a aplicação dos 4Ps do marketing de modo com que os indicadores produto, preço, promoção e praça pudessem ser levantadas antes da inserção do produto ao mercado. Por fim, a utilização da ferramenta 5W1H foi de suma importante para melhor auxiliar tanto definição do plano de marketing de forma com que as tomadas de decisão pudessem ser apoiadas nos indicadores aqui estudados.

PALAVRAS-CHAVE: 4Ps do marketing, produto, Mix de produtos, Laticínios.

ABSTRACT: Faced with the growth of consumer demands and the competitive degree of competition in the market, companies seek to more efficiently follow the expectations of their customers, in order to meet these expectations. For this, the marketing strategy is adopted as a great alignment of the organizations. From this, it is possible to relate products to customers efficiently, this being a crucial strategy for the success of companies. In this sense, this article aims to present the application of marketing 4Ps

in the implementation of a new product to the product mix of a dairy company located in the city of Angicos in the state of Rio Grande do Norte. In order to carry out the study, it was initially identified the needs of the local market in which the possible products in which the company could produce were evaluated. Subsequently, the Score method was applied which revealed in its result the product “Coalhada” as the most recommended to be implemented in the company mix. Having the product defined, it became possible to apply the 4Ps of marketing so that the indicators product, price, promotion and market could be raised before the insertion of the product to the market. Finally, the use of the 5W1H tool was extremely important to better support both the definition of the marketing plan so that the decision making could be supported in the indicators studied here.

KEYWORDS: 4Ps of Marketing, Product, Product Mix, Dairy Products

1 | INTRODUÇÃO

Com um mercado globalizado cada vez mais exigente por parte de seus consumidores, as empresas buscam acompanhar de forma mais eficiente os anseios de seus clientes, com o intuito de satisfazer as suas necessidades. Atingir a satisfação dos clientes não significa simplesmente atender as especificações produto, mas, garantir que o mesmo lhe seja entregue de acordo com as suas expectativas, criando assim uma relação entre a satisfação do cliente e empresa como resultado final, viabilizando um aumento de sua parcela de vendas no mercado.

Na tentativa de atender a essa satisfação, a estratégia de marketing é utilizada com o intuito de relacionar o produto ao cliente, tornando essa estratégia crucial para o sucesso de qualquer empresa, seja ela de pequeno, médio ou grande porte, utilizando para sua implantação o plano de marketing.

Segundo Kotler (2000), a inserção de novos produtos ao mercado é preponderante para o desenvolvimento e conservação da competitividade. Muitas organizações compreendem que alinhar os seus objetivos a inovação é um importante fator estratégico para consolidação no mercado. Ao introduzir novos produtos, as empresas buscam uma maior participação de mercado e conseqüentemente a ampliação de sua rentabilidade.

Dada à importância do plano de marketing é preciso que este possa ser aplicado em qualquer tipo de empresa. A Associação dos Produtores Agropecuaristas do Sertão de Angicos (APASA) é uma empresa que atua no ramo de atividades de produtos laticínios e está situada na cidade de Angicos/RN, região do semi-árido do Nordeste. Esta tem como objetivo fomentar, incentivar e apoiar atividades de exploração agropecuária = (agrícola e pecuária), bem como a industrialização, distribuição e comercialização de leite bovino, pasteurizado, tipo “C” e leite caprino pasteurizado.

A associação tem como abrangência o meio popular urbano e rural do Alto Sertão de Angicos no estado do Rio Grande do Norte. Esta associação promove e proporciona

a comercialização dos diversos produtos derivados do leite são eles: bebidas lácteas, leite, manteiga da terra, queijo coalho e requeijão. Neste sentido, o presente trabalho tem o objetivo de aplicar os 4p's do marketing no projeto de desenvolvimento de um produto a ser inserido no mix de produtos da empresa de laticínio situada no Rio Grande do Norte. A análise do produto, preço, promoção e praça visam o auxílio na tomada de decisão para apoiar os gestores no tocante a esta nova ação dentro da organização.

O presente artigo está dividido em cinco seções. Esta inicial apresenta aspectos introdutórios como o objetivo do estudo e informações iniciais relevantes para o entendimento da pesquisa. A seção 2 é composta pelo referencial teórico, onde são apresentados conceitos relacionados ao marketing, como: estratégia de marketing, mix de marketing e plano de marketing. Na seção 3 são apresentados os aspectos metodológicos da pesquisa. Na seção quatro é apresentado o estudo de caso e na última seção as considerações finais. O estudo é finalizado com a apresentação das referências.

2 | MARKETING

Kotler e Keller (2012, p. 3) definem o marketing como “a arte e a ciência de selecionar mercados-alvo e captar, manter e fidelizar clientes por meio da criação, comunicação e entrega de um valor superior para o cliente”.

Deve-se considerar que sempre haverá a necessidade de vender. Mas, o objetivo do marketing é tornar supérfluo o esforço de venda. O objetivo do marketing é conhecer e entender o cliente tão bem que o produto ou o serviço seja adequado a ele e se venda sozinho. Idealmente, o marketing deveria resultar em um cliente disposto a comprar. O único fato necessário então seria tornar o produto ou serviço disponível. Drucker (1973 apud KOTLER e KELLER, 2006, p. 4).

Segundo Andrade (2010) o marketing pode ser subdividido em áreas, como: direto, de rede, de relacionamento, viral, de emboscada, de guerrilha, eletrônico, ambiental, societal e cultural.

Um ponto relevante e que requer atenção, é que a organização deve acompanhar as novas mudanças e inovações de exigência do mercado a qual está inserida, todavia de forma fiel sempre elencando o elo a missão, visão, valores e princípios de sua empresa.

Tavares (2000, p. 156) defende que a definição de um processo de gestão estratégica deve seguir as características próprias de cada organização. Sua natureza, porte, estilo de gestão, cultura e clima, certamente irão influenciar a maneira como esse tipo de atividade será desenvolvido.

2.1 Estratégia do marketing

As estratégias de marketing, de modo geral, baseiam-se nos estudos detalhados das variáveis relativamente controláveis e das variáveis incontroláveis. As variáveis relativamente controláveis são aquelas passíveis de gerenciamento, que podem ser redimensionadas ou modificadas conforme as necessidades empresariais e as exigências do mercado: políticas de produto ou serviços, políticas de preço, políticas de distribuição e políticas de comunicação. As variáveis incontroláveis se dividem em forças macroambientais e microambientais e não podem ser gerenciadas por nenhuma empresa, pois são forças externas que influenciam as ações de marketing de todos os competidores do mercado. (KOTLER, 2000).

O marketing estratégico apoia-se na análise das necessidades dos indivíduos e das organizações. Na óptica do marketing, o que o comprador procura não é o produto em si, mas o serviço ou a solução de um problema que é suposto o produto oferecer. A função do marketing estratégico é seguir a evolução do mercado de referência e identificar os diferentes produtos-mercado e segmentos atuais ou potenciais, na base da análise da diversidade de necessidades a satisfazer (LAMBIN, 2000).

A essência do marketing estratégico é assegurar que as atividades de marketing da organização adaptem-se às mudanças ambientais externas e possuam os recursos de marketing para fazer isso efetivamente. (LEWIS; LITTLER, 2001, p. 174).

Estratégia poderia ser descrita como uma ligação entre objetivos e a implementação necessária para alcançar aqueles objetivos, embora o processo de estratégia pudesse incluir o desenvolvimento de objetivos (ADCOCK, 2000).

2.2 Mix do marketing (4P's)

O De acordo com Kotler (2000) o mix do marketing é o conjunto de ferramentas que a empresa utiliza para atingir seus objetivos de marketing no mercado-alvo.

Os 4P's do marketing proporcionam aos empresários a realização do planejamento estratégico de marketing de forma mais concentrado e acurado no tocante aos seus produtos visando a satisfação do consumidor, no qual os melhores processos sejam analisados e classificados. De acordo com Sales e Xavier (2016) as estratégias são determinadas a partir dos quatro indicadores, são eles: produto, preço, promoção e praça (pontos de venda e de distribuição).

É possível identificar o escopo dos 4P's do marketing dentro do âmbito organizacional, bem como diagnosticar a utilização de suas respectivas abordagens e o que deve ser feito para a elaboração de uma consistente estratégia de marketing as vistas do mercado. Diversas técnicas e ferramentas são utilizadas pelas empresas com o intuito de exibir seus determinados produtos e serviços ao mercado, visando à expansão dos clientes e fidelização daqueles já conhecidos.

Para Las Casas (2006) ressalta que a organização na qual visa seu posicionamento no mercado, deve analisar, identificar e realizar um plano estratégico

de marketing de modo com que os objetivos organizacionais sejam atendidos. Churchill e Peter (2005, p. 20) reforçam que o “composto de marketing é uma combinação de ferramentas estratégicas usadas para criar valor para os clientes e alcançar os objetivos da organização”.

2.3 Plano do marketing

Para De acordo com Ulysséa (2009) é imprescindível em uma estratégia de marketing o detalhamento do plano de ação, designação dos recursos, bem como os indicadores de desempenho. Para Cobra (2003) revela que a estruturação do plano deverá ser elaborada do seguinte modo.

- Ser escrito de forma clara, sem ambiguidades;
- Quantificar o orçamento de todas as atividades pertinentes ao desenvolvimento;
- Identificar e especificar o que se pretende, ou seja, os objetivos a serem atingidos;
- Identificar e especificar o que se pretende, ou seja, os objetivos a serem atingidos;
- Deve ser condizente com as condições de mercado;
- Notificar todos os envolvidos em relação à execução do plano.

3 | METODOLOGIA

O procedimento desta pesquisa é definido como estudo de caso. Segundo Yin (2001), o estudo de caso se detém a um aprofundado levantamento do objeto estudado de modo com que um extenso conhecimento das condições reais e fenômenos abordados sejam obtidos.

De acordo com Mattar (2003) a pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso de caráter descritivo onde os questionamentos abordados na pesquisa exigem adequado conhecimento no tocante ao problema aqui estudado. A classificação de sua natureza é tida como aplicada, para isso, a mesma propõe-se na elaboração de um plano de marketing de um novo produto a ser incorporado ao mix de produtos da organização.

Para Deslauries (1991) a pesquisa de cunho qualitativo, o intuito da amostra é a exibição e capacidade da produção de novas informações aprofundadas e ilustrativas. O procedimento metodológico é esquematizado na figura 1 a seguir.

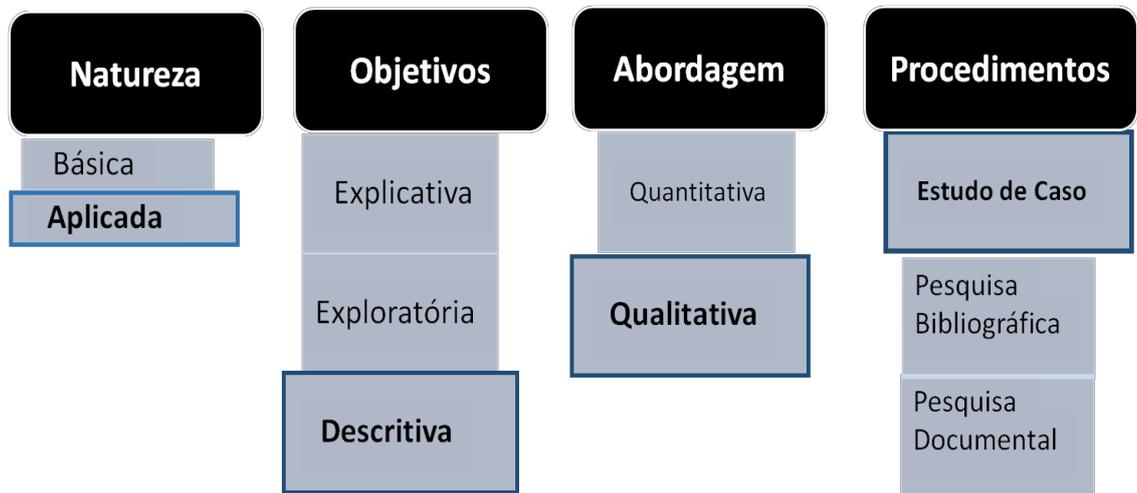


Figura 1 - Esquema metodológico

Fonte: Autoria própria (2018)

A primeira etapa do trabalho foi dada em sala de aula voltando-se ao interesse dos alunos na necessidade de esta colaborando como o desenvolvimento do mercado em loco. A partir da aplicação de um questionário aberto semi-estruturado com o intuito de avaliar a necessidade da sociedade local no tocante a inserção de um novo produto laticínio. Logo, foram coletados os primeiros dados e apresentados em reunião com o gerente e supervisor de produção da empresa. Identificado a necessidade de um novo produto para organização, a mesma passou a contribuir significativamente com a pesquisa.

Foram apresentados diversos novos produtos para que a empresa viesse a optar por um que dentro de sua planta de produção não apresentasse significativos aumentos nos seus custos de produção e investimento. Assim, com a utilização do método Score atribui-se notas a cada um dos produtos selecionados e com o resultado foi possível identificar o produto “Coalhada” obteve a maior pontuação, revelando que este seria o produto mais assertivo a ser incorporado ao mix de produtos da empresa. Por se tratar de um produto novo a ser inserido no mercado, não teria tanto aumento em seu custo de produção, pois a mesma já desenvolvia produtos similares dentro da sua planta de produção. Tendo o produto definido, foi possível aplicarmos o estudo dos 4P’s do marketing de modo com que os indicadores produto, preço, promoção e praça pudessem ser analisados antes da inserção do produto ao mix.

Por fim, a utilização da ferramenta 5W1H foi de suma importante para melhor auxiliar tanto na escolha do produto quanto para a implementação do plano de marketing assim auxiliando de forma bastante significativa para organização nas tomadas de decisão.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise do ambiente interno e externo

Realizou-se Analisando o mercado no qual a empresa está inserida, é possível identificar que ela concorre tanto com empresas regionais que é o caso da Clan, como empresas nacionalmente conhecidas, que é o caso da Nestlé. Dentre os fatores externos que oportunizam a implantação do produto no mercado, destaca-se que os seus principais concorrentes locais não produzem o produto coalhada e o atual cenário econômico do país faz com que a população compre produtos mais baratos acarretando em uma vantagem frente às empresas nacionais.

Em análise ao ambiente interno destaca-se que a empresa já é consolidada no mercado regional em que atua e detém os equipamentos necessários para a produção do novo produto. Como a capacidade total não é utilizada torna-se possível utilizar os recursos humanos e máquinas já dispostos sem a necessidade de novos investimentos e subcontratação no setor. Os recursos tecnológicos também já estão disponíveis, uma vez que seria um produto semelhante aos que já se produzem dentro do seu processo de produção.

4.2 Aplicação dos 4P's do marketing

Nesta seção serão apresentados sequencialmente os 4P's do marketing, seguindo a seguinte ordem: Produto, Preço, Promoção e Praça.

Com relação ao desenvolvimento de produtos, atualmente a empresa APASA comercializa os seguintes produtos:

- Leite pasteurizado integral;
- Leite pasteurizado desnatado;
- Leite pasteurizado desnatado;
- Bebida láctea sabor morango;
- Bebida láctea sabor ameixa;
- Bebida láctea sabor salada de frutas;
- Manteiga da terra;
- Queijo coalho;
- Requeijão.

A partir da aplicação do questionário aberto aos potenciais clientes, um levantamento da necessidade e expectativas do mercado local e regional, bem como os interesses comerciais da empresa foi abordado, resultando em uma diversidade de possíveis produtos a serem incorporados ao mix de produtos da empresa. A seleção dos mesmos considerou os seguintes indicadores: Identificação dos produtos mais viáveis para produzir; Identificação da adequação do processo produtivo aos recursos

disponibilizados pela empresa; Aceitabilidade do mercado. Feito a análise, os produtos selecionados foram: Bebida láctea de Pêlo (fruta típica da região); Doce com frutas; Coalhada; Leite sem lactose; margarina; Manteiga em tablete.

Dessa forma foi aplicado o método Score, com o intuito de ranquear os melhores produtos a serem desenvolvidos, levando em considerações os seguintes fatores: custo operacional, competência da empresa, aceitabilidade do mercado, disponibilidade de matéria-prima e fortalecimento do marketing. O método Score é ilustrado na figura 2.

Modelo baseado em notas (Score)	Custo Operacional	Competência da Empresa	Aceitabilidade do Mercado	Disponibilidade da Matéria Prima	Fortalecimento do Marketing	Peso
Custo Operacional	-	1	0	1	2	4
Competência da Empresa	1	-	0	2	2	5
Aceitabilidade do Mercado	2	2	-	2	1	7
Disponibilidade da Matéria Prima	1	0	0	-	2	3
Fortalecimento do Marketing	0	0	1	0	-	1

Notas de Legenda:

2 - Mais Importante 1 - Igual Importância 0 - Menos Importante

Figura 2 - Identificação dos pesos de importância pelo método *Score*

Fonte: Autoria própria (2018).

Tendo os pesos definidos para a escolha do determinado produto, as notas são então atribuídas levando em consideração os fatores considerados no estudo, de modo com que a probabilidade de sucesso no lançamento do produto no mercado seja maximizada. O produto que obteve a maior pontuação foi a Coalhada, como demonstrado na figura 3.

Análise Final (COALHADA)	Peso						Média
Custo Operacional	4	2	4	4	3	4	3,75
Competência da Empresa	5	3	3	4	4	4	3,75
Aceitabilidade do Mercado	7	5	3	4	3	4	3,5
Disponibilidade da Matéria Prima	3	5	5	5	5	5	4,75
Fortalecimento do Marketing	1	3	3	3	3	3	3
NOTA FINAL DO PROJETO: 4,275							

Figura 3 - Resultados do método *Score* par o produto Coalhada

Fonte: Autoria própria (2018).

Desta forma, apresenta-se na figura 4 a pontuação dos produtos considerados no estudo é apresentado.

Ranking de Projeto de Novos Produtos	
Coalhada	4,275
Doce com Frutas	3,9875
Margarina	3,8625
Bebida Láctea Natural	3,775
Manteiga em Tablete	3,725
Bebida Láctea de Pêlo	3,4375
Leite sem Lactose	3,3

Figura 4 - Resultados do método *Score* para o produto

Fonte: Autoria própria (2018).

Logo após a escolha do novo produto que deveria ser lançado, foram definidas algumas características sobre o produto a partir de uma pesquisa de campo com possíveis consumidores. A partir desta pesquisa foram levantadas questões a respeito das especificações do produto, aparência, sabor, medidas, média de preço a ser cobrado pelo produto no mercado atual. Com isso, o produto deve conter sabor agradável, preços baixos e disponibilizados em pequenas porções de 150g.

É um produto que abrange todas as idades e sexos, por ser um produto com um preço acessível, está disponível a todas as classes sociais. A única ressalva do consumo do produto são as pessoas que possuem tolerância à lactose, já que o produto é derivado do leite. Esse tipo de produto possibilita ajudar pessoas que

estão passando por problemas relacionados ao excesso de peso, que frequentemente visitam um nutricionista. Por ser um produto de baixo teor calórico, pode ser usado no intuito de redução ou manutenção do peso, além de ser nutritivo. O público alvo em questão são as redes de supermercado, mercearias, padarias, mercadinhos e o consumidor final.

Considerando agora o aspecto preço, considera-se que um dos requisitos mais importantes levantados pela pesquisa é o preço baixo, sendo assim, para que o produto obtenha êxito no mercado a viabilidade econômica deve ser considerada, de modo com que a empresa ofereça a coalhada a um preço justo e de forma rentável, variando entre R\$1,60 a R\$1,85. O aumento do seu lucro se dará a partir do crescimento da curva de vendas, para isso, faz-se necessário optar por preços abaixo ou equivalente aos das marcas que ofertam produtos similares, na região. Através desta estratégia, visa-se que o produto alcance um posicionamento estável no mercado, garantindo assim a representatividade dentro mix de produtos da organização. Com o lançamento do novo produto, a empresa busca fazer promoções, para que o público-alvo seja alcançado.

Para o aspecto promoção; o sistema de divulgação utilizado pela empresa é através dos seus representantes de vendas, que fazem o contato pessoal com os varejistas. Além das visitas dos representantes, a empresa também usa catálogo e folders para promover seus produtos. A fim de estimular as vendas, é propõe-se uma estratégia de degustação gratuita do produto no próprio local de venda do mesmo, sendo mercadinhos e supermercados varejistas da região que potencialmente vendê-lo-iam, ressaltando que esta estratégia é bastante utilizada atualmente por grandes marcas do setor alimentícias. É também proposto a exploração de propagandas em redes sociais, parceria com os varejistas já consolidados, bem como a disponibilização de brindes promocionais que estimulem o consumo da Coalhada e divulgação em feiras regionais.

Por fim, considerando agora o aspecto praça: a empresa detém da seguinte configuração de distribuição dos seus atuais produtos: Todos os produtos são produzidos pela própria empresa e a mesma também as distribui aos varejistas de diversas cidades do estado do Rio Grande do Norte na qual os consumidores finais tem acesso a estes produtos. Tendo isto, visa-se disponibilizar o produto ao maior número de pontos-de-venda possíveis, e com este aumento da disponibilidade resultar em uma acirrada competição entre os varejistas propõe-se um sistema de distribuição intensiva.

A fim de analisar o comportamento do produto no mercado e assim expandir seu fornecimento propõe-se a introdução do novo produto inicialmente na região central e do Vale do Assú do Rio Grande do Norte em sete das cidades em que a empresa já atua, são elas: Assú; Itajá; Ipanguaçu; Angicos; Fernando Pedrosa; Santana do Matos e Lajes.

4.3 Implantação do plano de marketing

A etapa dos planos de ação contempla o detalhamento das ações necessárias para o sucesso da implantação do plano de marketing. Ao aplicarmos a 5W1h, as ações a serem desenvolvidas foram definidas pelos questionamentos “Como?”, “Quando?”, “Onde?”, “Quando?”, “Quem?”. Estas ações são exibidas na figura 5:

PLANO DE AÇÃO					
<i>WHAT</i> (O Que)	<i>HOW</i> (Como)	<i>WHY</i> (Por que)	<i>WHERE</i> (Onde)	<i>WHEN</i> (Quando)	<i>WHO</i> (Quem)
Planejament o Estratégico do Produto	Elaboração do Plano	Para melhor entender cada etapa do processo.	Estrutura Organizacional	Antes de iniciar a produção	Equipe Gerencial
Produção do Produto	Utilização de Maquinário próprio	Reduz custo para organização	Frente à linha de produção	Após o planejamento estratégico	Equipe de Produção
Propaganda e Publicidade	Rádio, Internet, Visitas, Feiras e Eventos.	Publicação e apresentação do produto	Eventos Comercias e Gôndolas de Supermercados	Após o produto começar a ser produzido	Dept. de <i>Marketing</i> e Vendas
Política de Preços	Parceria com fornecedores , descontos, formas de pagamentos	Facilitar a entrada do novo produto no mercado.	Eventos Comercias e Gôndolas de Supermercados	Após o produto começar a ser produzido	Gerência e Dept. de Venda e Marketing

Figura 5 - Plano de ação da implementação do produto

Fonte: Autoria própria (2018)

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo a utilização dos 4ps do marketing no projeto de desenvolvimento de um produto a ser incorporado ao mix de produtos de uma empresa do ramo de laticínios derivados de leite, ressalta-se a importância desta abordagem para que o produto venha atingir os resultados esperados pelo mercado por parte dos consumidores e principalmente pela organização que está inserindo um novo produto no seu mix. Inicialmente foi possível analisar diversos produtos a serem incorporados ao mix de produtos da uma empresa, diante do levantamento de produtos, foi-se possível aplicar o método Score e identificar a coalhada como o mais propício a ser desenvolvido pela empresa sem que venha tem grandes mudanças em sua planta industrial atualmente.

A empresa estudada busca a qualidade de seus produtos e a satisfação dos seus clientes, primando pela permanente excelência dos seus produtos e serviços ofertados dentro do mercado em que está inserida. Por trabalhar com produtos do

gênero alimentício no ramo de laticínio, ou seja, fazendo a comercialização do leite e seus derivados a APASA tem o intuito de não só saciar a fome dos seus clientes, mas, que eles sintam satisfação ao consumir seus produtos, tornando-os clientes fiéis.

Frente às considerações reveladas no trabalho, os gestores de projetos poderão implementar o produto coalhada em seu *mix* de produtos, de modo com este venha obter êxito na sua inserção no mercado e venha agregar valor comercial à organização.

REFERÊNCIAS

ADCOCK, D. **Marketing Strategies for Competitive Advantage**. New York: John Wiley & Sons, Inc, 2000.

ANDRADE, Carlos Frederico de. **Marketing: O que é? Quem faz? Quais as tendências?** 2. ed. Curitiba: Ibpex, 2010.

CHURCHILL, G. A. J.; PETER, J. P. **Marketing: criando valor para os clientes**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

COBRA, Marcos. **Administração de Marketing no Brasil**. São Paulo: Cobra, 2003.

KOTLER, P. **Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2000.

KOTLER, P.; KELLER, K. L. **Administração de marketing**. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.

KOTLER, P; KELLER, K. L. **Administração de Marketing**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice-Hall, 2006. LAMBIN, J.J. **Marketing Estratégico**. Lisboa: MacGraw-Hill, 2000.

LAS CASAS, Alexandre Luzzi. **Marketing de Varejo**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

LEWIS, B. R. L.; LITTLER, D. (org.). **Dicionário enciclopédico de marketing**. São Paulo: Atlas, 2001. MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

PONTES, H. L. J; et al. (2005). **Melhoria no sistema produtivo de uma fábrica de café: estudo de caso**. In Simpósio de Engenharia de Produção, 12, Bauru. Anais... São Paulo: SIMPEP, 2005.

SALES, Chiara Angela de Carvalho; XAVIER, Nailka Mayra Gomes. **Mix do Marketing: Study of food trucks in the city of Natal/RN**. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2016, Bauru. Anais... Bauru: Simep, 2016. p. 1 - 13.

TAVARES, M. C. **Gestão Estratégica**. São Paulo: Atlas, 2000.

ULYSSÉA, Júlia Antunes. **Plano estratégico de marketing da doçaria Patrícia Goedert**. 2009. 108 f. Trabalho de Conclusão de Estágio (Graduação em Administração) –Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

A RELAÇÃO ENTRE A GESTÃO DO CONHECIMENTO E A LOGÍSTICA: FATORES RELEVANTES E NOVAS PERSPECTIVAS COM BASE NA LOGÍSTICA 4.0

Davidson de Almeida Santos

Universidade Federal Fluminense
Niterói – Rio de Janeiro

Oswaldo Luiz Gonçalves Quelhas

Universidade Federal Fluminense
Niterói – Rio de Janeiro

Carlos Francisco Simões Gomes

Universidade Federal Fluminense
Niterói – Rio de Janeiro

Sheila da Silva Carvalho Santos

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso
Suckow da Fonseca
Rio de Janeiro – Rio de Janeiro

Marcius Hollanda Pereira da Rocha

Universidade Federal Fluminense
Niterói – Rio de Janeiro

Rosley Anholon

Universidade Estadual de Campinas
Campinas – São Paulo

RESUMO: A presente pesquisa objetivou analisar as relações existentes entre a logística e a gestão do conhecimento em um contexto anterior e posterior ao surgimento da indústria 4.0. Neste trabalho identificou-se as principais tecnologias aplicadas a logística 4.0. Para isso, foi realizado um levantamento de artigos nas bases científicas Scopus e Web of Science referente ao período de 2012 a 2017. Com

base na pesquisa realizada foram identificados seis fatores, quatro componentes chaves e nove tecnologias que relacionam a gestão do conhecimento, a logística e a indústria 4.0.

PALAVRAS-CHAVES: Gestão do conhecimento, tecnologia, logística 4.0.

ABSTRACT: The present research aimed at analyzing the relationship between logistics and knowledge management in a context before and after the emergence of the industry 4.0. In this work we identified the main technologies applied to logistics 4.0. For this, a survey of articles was carried out in the scientific bases Scopus and Web of Science for the period from 2012 to 2017. Based on the research, six factors were identified, four key components and nine technologies that relate knowledge management, logistics and industry 4.0.

KEYWORDS: Knowledge management, technology, logistics 4.0.

1 | INTRODUÇÃO

A logística, embora já existisse como atividade humana, foi analisada pela primeira vez sob a ótica acadêmica no início do século XX. Crowell, Shaw e Weld, abordaram alguns aspectos importantes relacionados a logística em 1901 (LAMBERT; STOCK; VANTINE, 1999).

Com o advento do processo de evolutivo, conceitual e operacional, da logística, houveram o surgimento de conceitos correlatos. Um desses conceitos que se destaca pela sua importância e impacto de utilização/aplicação é o conceito de gerenciamento da cadeia de suprimentos (GCS), ou em inglês SCM (*supply chain management*). Desta forma, é importante esclarecer as diferenças entre logística e GCS.

A logística é conceituada, de forma geral, como o processo de planejamento, implantação e controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e das informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo com o objetivo de atender às exigências dos *stakeholders*.

Em contrapartida o GCS é um termo mais recente e que apresenta uma perspectiva de logística integrada. A GCS ressalta as interações logísticas que ocorrem entre as funções de marketing, logística e produção no âmbito de uma empresa, e dessas mesmas interações entre as empresas legalmente separadas no âmbito do canal de fluxo de produtos (BALLOU, 2010).

A fim de propiciar a otimização da gestão em logística empresarial (fluxos logísticos internos, *inbound* e *outbound*), um ambiente mais adequado pode ser criado e favorecido através da utilização da tecnologia de informação.

O crescimento no uso e aplicação de TI e seus sistemas em logística, especialmente no que se refere a GCS, pode ser atribuído a melhorias de desempenho e criação de valor nas organizações. Dentre os principais benefícios obtidos pelas organizações com tal utilização, estão ênfase na qualidade da informação, melhorias de processos e colaboração entre os atores. (BARROS; ISHIKIRIYAMA; PERES; GOMES, 2015).

A tecnologia se mostrou como um fator determinante para os avanços verificados na área de logística. O nível de avanço tecnológico em logística propiciou o surgimento de novo conceito denominado logística 4.0, que envolve a utilização dos mais variados *softwares* e tecnologias aplicadas a logística e a gestão da cadeia de suprimentos.

Com o objetivo de responder às variadas tendências de ordem tecnológica que surgiram durante o início do século XXI, a agilidade da combinação entre os elementos que compõe uma cadeia de suprimentos tem sofrido uma elevação e deverá tornar-se muito mais rápida e de curto ciclo. Assim, o futuro diferencial competitivo das redes de fornecimento e das empresas envolvidas nelas estará vinculado a capacidade de flexibilidade, bem como planejamento contínuo e reação às mudanças em meios de produção e de consumo (HÄNEL; FELDEN, 2016).

A nova realidade evidenciada impele novos e importantes desafios ao processo de gerenciamento do conhecimento. Destaca-se que o compartilhamento de conhecimento em uma cadeia de suprimentos alcançará um nível de relevância bastante significativo.

Nos últimos anos, os efeitos do compartilhamento de conhecimento sobre o desempenho da cadeia de suprimentos ganharam maior atenção por parte das organizações. Com relação ao ponto de vista de um fornecedor, a disseminação do conhecimento do comprador pode afetar positivamente a eficiência de produção

do fornecedor e, como consequência, preços mais baixos e/ou maior qualidade de resultados. A interação entre os compradores e os fornecedores requer uma troca contínua de conhecimento, que auxilia mutuamente compradores e fornecedores a elevar seus níveis competitividade. Sob a ótica de um comprador, estudos sugerem que os compradores podem reduzir significativamente os ciclos de desenvolvimento de produtos, reduzir os custos de insumos e melhorar a qualidade do produto final, envolvendo amplamente os fornecedores no processo de desenvolvimento de produtos. Essa relação colaborativa de alto envolvimento entre os compradores e os fornecedores requer uma troca contínua de conhecimento, que ajuda mutuamente compradores e fornecedores a melhorar sua competitividade (CAI; GOH; SOUZA; LI, 2013).

Com base nesse contexto faz-se necessário uma compreensão da relação existente entre logística e GCS e, por conseguinte, logística 4.0 e gestão do conhecimento (GC). O presente trabalho realiza uma reflexão dos fatores que relacionam a logística e a gestão do conhecimento e as dimensões da gestão do conhecimento que estabelecem uma relação com a logística 4.0. De modo a esclarecer as seguintes questões: Quais fatores que relacionam a gestão do conhecimento com a logística no contexto anterior ao surgimento da indústria 4.0? E quais as tecnologias envolvidas na logística 4.0 e as relações da gestão do conhecimento?

2 | METODOLOGIA

Com o objetivo de abordar as questões expostas na introdução realizou-se uma revisão bibliográfica com base na pesquisa de artigos.

Com relação a revisão bibliográfica, Costa (2010) destaca um modelo, que através de alguns critérios, permite a formação de uma base final de artigos para a construção de pesquisas futuras e desenvolvimento de algumas estatísticas relevantes em relação a um tema específico. O presente artigo desenvolveu de forma ampla algumas das orientações apontadas por este modelo.

A pesquisa foi realizada com base nas palavras chave descritas abaixo, bem como os artigos encontrados e selecionados nas respectivas bases: Scopus e Web of Science (WOS). Devendo-se destacar que os artigos encontrados em duplicidade, foram considerados apenas em uma das bases, conforme apresentado na tabela 1.

PALAVRAS-CHAVE	Artigos encontrados		Artigos selecionados	
	WOS	SCOPUS	WOS	SCOPUS
<i>"knowledge management" and "logistics"</i>	57	78	8	7
<i>"industry 4.0" and "logistics"</i>	38	31	3	2
<i>"knowledge management" and "industry 4.0"</i>	2	6	0	1
<i>"knowledge management" and "industry 4.0" and "logistics"</i>	0	0	0	0

<i>"knowledge management" and "supply chain"</i>	73	174	2	6
<i>"industry 4.0" and "supply chain"</i>	4	18	0	0
<i>"knowledge management" and "industry 4.0" and "supply chain"</i>	0	0	0	0
TOTAL	174	307	13	16

Tabela 1 – Quantidade de artigos encontrados e selecionados

Fonte: Elaborado com base nas pesquisas realizadas na Scopus e Web of Science, 2017.

O critério de seleção dos artigos adotou como premissa o vínculo direto entre as palavras-chave destacadas na tabela 1. Para isso foi realizada a leitura dos resumos desses artigos com o objetivo de verificar a existência ou não de interface direta entre as palavras-chave pesquisadas.

Outro ponto importante em relação a pesquisa refere-se à utilização da palavra *"manufacture 4.0"* em substituição a *"industry 4.0"*. Nesse caso não foram encontrados registros nas bases pesquisadas quando a palavra *"manufacture"* foi utilizada em substituição a *"industry"*.

A formação da base inicial de artigos foi realizada adotando como referência o período de 2012 a 2017, e os artigos foram selecionados mediante uma leitura prévia dos mesmos. Esse processo de seleção teve como objetivo atender as questões norteadoras do trabalho.

3 | A GESTÃO DO CONHECIMENTO (GC) E A LOGÍSTICA

As atividades desenvolvidas em uma organização, caso estejam ou não vinculadas à gestão ou operação (produção, armazenamento, distribuição, fornecimento), postulam a implementação de processos como: compra, armazenagem, distribuição, cujo elemento é o conhecimento. Nesse caso, o conhecimento a ser fornecido no local é exigido pelo seu cliente. Esse conhecimento deve ser aceito, compreendido e satisfazer as expectativas e necessidades dos clientes. Em contrapartida, a implementação de cada um desses processos também exige um conhecimento. Conclui-se que todas as atividades relacionadas à GC, estão em sintonia com as atividades desenvolvidas pelo gerenciamento da logística (LIS; BAJDOR, 2015).

Diante desse quadro, constata-se que os conceitos de logística e GC vem alcançando ampla atenção nos negócios e na academia. Ambos os campos se concentram na alocação de recursos para apoiar atividades comerciais, a fim de obter uma vantagem competitiva. Os intangíveis (relação com fornecedores), estão se tornando cada vez mais importantes do que os tangíveis (sistemas e tecnologias disponíveis na Internet). Nos sistemas de GCS, as empresas estão migrando de melhorias na cadeia de suprimentos orientadas para o custo (exemplo: logística de terceiros), para melhorias na cadeia de suprimentos centradas no conhecimento

(DAGHFOUS; ZOUBI, 2017).

É neste contexto que surge a criação do conceito de GCS habilitada para o conhecimento que se refere à atualização constante do nível de habilidades e conhecimento, permitindo a geração de documentos, compartilhando e utilizando os mais recentes processos de conhecimento (*ibid*).

A GC, visto ao nível de uma cadeia de suprimentos, pode levar a um aumento da qualidade do conhecimento como um recurso competitivo, corroborando com essa visão, um fornecedor não se baseia apenas em fornecer produtos e serviços, mas é visto como um repositório chave para o conhecimento e a fonte de recursos únicos. Nesse caso o conhecimento externo (parceiros da cadeia de suprimentos) é crítico para a inovação, assim como o conceito de redes de compartilhamento de conhecimento (SCHOENHERR; GRIFFITH; CHANDRA, 2014).

A GC de uma cadeia de suprimentos pode propiciar uma capacidade dinâmica relevante que facilite a tomada de decisões gerenciais em ambientes turbulentos. Nestes casos, a GC deve obter um conhecimento externo e transformá-lo para ser utilizado internamente. Como tal, a capacidade de GC em cadeias de suprimentos representa uma organização capaz de gerar memória organizacional de parceiros externos da cadeia de suprimentos, com conhecimento explícito e tácito, representando então as manifestações acionáveis da capacidade de GC em cadeias de suprimentos (*ibid*).

Para conceituar a capacidade de GC em uma cadeia de suprimentos, são utilizados os aspectos de aquisição de conhecimentos, conversão de conhecimento, aplicação de conhecimento e proteção de conhecimento desenvolvidos por Gold, Malhotra e Segars(2001). Com relação a cada uma desses aspectos pode-se mencionar: a aquisição de conhecimento está relacionada a abordagens voltadas para o acúmulo de conhecimento; a conversão de conhecimento considera o processamento do conhecimento adquirido em formatos utilizáveis, o que é especialmente crucial em uma relação de cadeia de suprimentos; a aplicação de conhecimento refere-se a abordagens encarregadas da utilização desses conhecimentos de cadeia de suprimentos para resolver problemas ou desenvolver estratégias e a proteção do conhecimento diz respeito às abordagens que tratam de proteger o conhecimento obtido da disseminação externa. A reunião desses aspectos permite a estruturação da capacidade de gestão do conhecimento em uma cadeia de suprimentos (*ibid*). O modelo de criação do conhecimento é construído sobre três principais elementos: o processo de conversão do conhecimento, os recursos de conhecimento e o ambiente (PRADO *et al*, 2013).

O conhecimento explícito, na forma de manuais, planos, procedimentos, políticas, previsões, níveis de inventário, horários de produção, dados de inteligência de mercado, etc, é codificado e pode ser facilmente comunicado e transferido; é articulado, codificado, armazenado e compartilhado (ANAND *et al*, 2010; PRADO *et al*, 2013).

Em contraste, o conhecimento tácito é implícito, difícil de conceituar e subjetivo e

é parte das experiências de um indivíduo; esse conhecimento é detido pelo indivíduo e que decorre da sua experiência (PRADO *et al*, 2013; SCHOENHERR; GRIFFITH; CHANDRA, 2014).

Os conhecimentos explícito e tácito encontram-se presentes na GC e estabelecem uma relação com a GCS. O conhecimento explícito é caracterizado como o conhecimento dentro da cadeia de suprimentos e que pode ser facilmente disseminado e articulado. O intercâmbio efetivo e o uso deste conhecimento explícito, disponível de forma imediata, pode aumentar a eficiência da cadeia de suprimentos, já que o conhecimento codificado em uma entidade de cadeia de suprimentos pode ser facilmente compartilhado com os demais membros da cadeia. O conhecimento tácito não é apenas difícil de transferir entre os membros da cadeia de suprimentos, mas pode ser exclusivo da cadeia de abastecimento específica e difícil para outros replicar, devido à sua propensão para se desenvolver em interações relacionais (*ibid*).

Nas pesquisas desenvolvidas por Schoenherr, Griffith, Chandra (2014), foram obtidas algumas conclusões importantes a respeito do conhecimento explícito e tácito em relação a GCS, a saber: a capacidade de gerenciamento de conhecimento da cadeia de suprimentos está positivamente associada ao conhecimento explícito em uma cadeia de suprimentos e o conhecimento explícito e tácito na cadeia de suprimentos está positivamente associado ao desempenho da cadeia de suprimentos, com o impacto do conhecimento tácito sobre o desempenho da cadeia de suprimento maior que o impacto do conhecimento explícito sobre o desempenho da cadeia de suprimentos.

O conhecimento tácito é socialmente complexo, geralmente exigindo uma aprendizagem organizacional significativa, pode-se esperar que a base de conhecimento tácito desenvolvida sirva de fonte de vantagem competitiva sustentável, levando a um melhor desempenho da cadeia de suprimentos (avaliado em relação à concorrência). Devendo-se destacar que o conhecimento tácito, é difícil de imitar pelos concorrentes, que produz diferenciação competitiva (SCHOENHERR; GRIFFITH; CHANDRA, 2014).

O efetivo compartilhamento do conhecimento pressupõe a existência de um ambiente e de artefatos propícios à sua disseminação e que sejam capazes de mobilizar indivíduos de maneira a que ativem seus excedentes cognitivos e proporcionem diferenciais para as organizações (REZENDE; PEREIRA; OLIVEIRA, 2016)

Os artigos selecionados no processo de filtragem descrito na metodologia foram analisados e permitiram o levantamento de seis fatores que relacionam a gestão do conhecimento com a logística no contexto anterior ao surgimento da indústria 4.0, tais fatores encontram-se descritos na tabela 2.

Fatores	Descrição dos fatores
Transferência e utilização do conhecimento	Spring (2003) destacou a importância da transferência e utilização de conhecimento explícito e tácito envolvendo toda a cadeia de suprimentos.
Gestão do conhecimento e cultura de aprendizagem	Cooper <i>et al</i> (2016) estabelece hipóteses importantes a saber: a GC está positivamente relacionada à cultura de aprendizagem e a GC está positivamente relacionada ao desempenho organizacional.
Desempenho enxuto	A pesquisa de Chen, Liu, Oderanti (2017), também explorou o compartilhamento de conhecimento e, por conseguinte a gestão do conhecimento como ferramenta para uma melhoria no desempenho da cadeia de suprimentos.
Objetivo precípua da cadeia de suprimentos	Nesse caso foi identificado que a GC exerce um papel de mediador entre o desempenho da cadeia de suprimentos e a satisfação dos interessados por meio da criação de valor (BHOSALE; KANT, 2016).
Visão baseada em conhecimento	A visão baseada no conhecimento propõe que o conhecimento também pode contribuir significativamente para um recurso estratégico intangível nas cadeias de suprimentos (vantagem competitiva) (SANGARI; HOSNAVI; ZAHEDI, 2015).
Gestão do conhecimento integrada à logística reversa	O desenvolvimento de uma cadeia sustentável depende da transferência de conhecimento (LIM; <i>et al</i> , 2017).

Tabela 2 – Fatores que relacionam a gestão do conhecimento com a logística no contexto anterior ao surgimento da indústria 4.0

Fonte: Elaboração própria.

3.1 Tecnologias aplicadas na logística 4.0 E as relações com a gestão do conhecimento

As tendências do século XXI, como os ciclos de vida curtos dos produtos e consumidores exigindo produtos mais complexos e únicos em maiores quantidades, impõe uma diversidade de desafios para a produção. O setor industrial está passando por uma mudança de paradigma. Os processos tradicionais controlados centralmente serão substituídos pelo controle descentralizado, que é construído sobre a capacidade de auto regulação de produtos e peças de trabalho que se comunicam entre si (KOVACS; KOT, 2016).

Nesse processo de transformação surge o conceito da indústria 4.0, que apresenta uma série de denominações, a saber: “quarta revolução industrial”, “fabricação inteligente”, “internet industrial” ou “indústria integrada” (HOFMANN; RÜSCH, 2017).

A essência da Indústria 4.0 é a introdução de sistemas inteligentes ligados à rede, que realizam produção auto reguladora: pessoas, máquinas, equipamentos e produtos se comunicarão mutuamente. Essa mudança de paradigma inclui a concepção de Indústria 4.0, que é amplamente utilizada na Europa, especialmente na Alemanha. A denominação de 4ª revolução industrial se dá porque de acordo com a teoria da concepção, a 1ª revolução industrial introduziu automação, a 2ª produção em massa, a 3ª é a utilização de robôs, e a indústria 4.0 trará robôs de produção inteligentes. O objetivo da concepção é tornar flexível, produção personalizada, econômica e uso eficiente dos recursos. Exige que cada equipamento que participe da produção se

comunique entre si. A organização do fluxo de informação é executada por um controle central de produção sistema. Os produtos controlam sua própria produção, já que para se comunicar com códigos de produto com as máquinas e equipamentos, o que significa virtual e real A realidade se funde durante a produção (KOVACS; KOT, 2016).

As oportunidades e os benefícios que se preveem virão junto com a Indústria 4.0 parecem ser múltiplos, resultando em produção em massa altamente flexível, coordenação em tempo real e otimização de cadeias de valor, redução de custos de complexidade ou o surgimento de serviços e modelos de negócios totalmente novos (HOFMANN; RÜSCH, 2017).

Diante desse quadro de profunda transformação, as cadeias de suprimentos deverão apresentar redução de todo e qualquer erro na cadeia e agilidade para responder as demandas do mercado. Nesse contexto surgem as cadeias de suprimentos híbridas, que correspondem a uma combinação de técnicas relacionadas a *lean* (redução de erros no processo logístico) e cadeias ágeis (respondem de forma rápida as demandas do mercado) (KOVACS; KOT, 2016).

Hermann, Pentek e Otto(2016) identificou, com base em uma revisão da literatura, os componentes chave da indústria 4.0, apresentados na tabela 3.

Componente Chave	Característica
Sistemas <i>Cyber</i> Físicos	Os sistemas ciberfísicos são integrações de computação com processos físicos através de uma rede integrada de computadores que monitoram e controlam os processos físicos, estabelecendo uma sincronia entre as informações do “chão de fábrica” com o espaço computacional virtual.
Internet das Coisas	É uma rede de objetos físicos que possuem tecnologia embarcada, sensores e conexão com rede capaz de coletar e transmitir dados.
Internet dos Serviços	Baseado na ideia que os serviços são facilmente disponibilizados em plataforma <i>Web</i> , permitindo que empresas e usuários privados combinem, criem e oferecem novos tipos de serviços de valor agregado.
Fábrica Inteligente	Todos os demais componentes chave propiciam o surgimento da fábrica inteligente, que tem como base um sistema de produção descentralizado, no qual as pessoas, máquinas e recursos se comunicam entre si.

Tabela 3 – Componentes chave da Indústria 4.0

Fonte: Hermann, Pentek e Otto (2016)

As tecnologias presentes na indústria 4.0 e relacionadas aos componentes chaves são apresentadas na figura 1:



FIGURA 1: As principais tecnologias da indústria 4.0

Fonte: Elaboração própria adaptado de Kovacs e Kot (2016, p.124).

- **Internet das Coisas**

A *Internet* das coisas pode trazer benefícios que permitem os profissionais da cadeia de suprimentos a automatizar envio e entrega prevendo exatamente o tempo de chegada; como também monitorar detalhes importantes como controle de temperatura, que pode impactar a qualidade do produto em trânsito (*ibid*). Além de tais benefícios, colocando-se, por exemplo, o *chip* de RFID em um *pallet*, por exemplo, com um dispositivo integrado no veículo de remessa onde os dados são transferidos para as nuvens e os dispositivos conseguem identificar o *pallet* não apenas compartilhando a posição com coordenadas do GPS, como também traz outros dados como condições adversas de tempo, congestionamento e os dados específicos do *driver* (ou seja, padrão de condução, velocidade média etc.) (*ibid*).

Para visualização do material *in-transit* são utilizadas as nuvens baseadas em GPS (*Global Positioning System*) e a tecnologia dos identificadores de rádio frequência (RFID) que fornecem identidade, localização e rastreamento. Essas são as “espinhas dorsais” da logística 4.0 e estão relacionadas à cadeia de suprimentos. Os dados recolhidos a partir de tecnologias GPS e RFID não só permitem os profissionais da cadeia de suprimentos a automatizar envio e entrega prevendo exatamente o tempo de chegada; como eles também podem monitorar detalhes importantes como controle de temperatura, que pode impactar a qualidade do produto em trânsito (*ibid*).

O RFID também pode propiciar o gerenciamento de inventário orientado por IoT. A capacidade de ter visibilidade em tempo real sobre o inventário e o status do pedido acabará por levar a menores níveis de estoque de segurança. Conforme destacado no parágrafo anterior o chip de RFID seria fixado no pallet, permitindo o monitoramento do mesmo. Outro ponto importante é que o uso das tecnologias IoT permitirá o monitoramento e coleta mais fácil de dados vinculados a parâmetros críticos, como temperatura, umidade e data de validade, o que, por sua vez, resultaria em menos desperdícios de produtos perecíveis (PAPAKOSTAS; O’CONNOR; BYRNE, 2016).

A profusão de informações sendo compartilhada por meio dessas novas tecnologias, exigirá uma alta capacidade de processamento e análise.

- **Big Data**

Diante desse desafio surge o conceito de *Big Data*, que permite gerenciar e usar rapidamente e de forma eficiente esse banco de dados em constante crescimento (graças à colheita de informações de diversas fontes). A tecnologia discutida permite a análise e separação do importante e o menos importante - ajudando a tirar conclusões e apoiar a transferência efetiva de conhecimento para a consecução de objetivos de negócios (WITKOWSKI, 2017).

Nesse caso o *Big Data* desenvolverá suas funções com base em quatro dimensões: volume ou quantidade de dados (conjuntos de dados cujo tamanho excede a capacidade de ferramentas comuns), variedade de dados (variedade de fontes, que são: sistemas transacionais, sites de redes sociais ou a internet), velocidade de geração de novos dados e análise (a análise de dados é realizada em *Big Data* em tempo quase real), valor (o objetivo geral é isolar toda a massa de informações ao que é mais importante para nós) (*ibid*).

- **Computação em Nuvem**

Outra tecnologia relevante nesse contexto refere-se à “computação em nuvem” ou “*cloud computing*”. O termo “computação em nuvem” é usado em círculos de TI há alguns anos. Computação em nuvem descreve uma solução tecnológica que acaba com a necessidade de uma empresa ter um servidor de TI em suas próprias instalações em favor de um serviço remoto fornecido e administrado por terceiros, acessível por meio de uma conexão de rede de alta velocidade. (GRANT, 2013).

- **Robôs autônomos**

Fabricantes em muitos setores usam robôs há muito tempo para lidar com tarefas complexas, mas os robôs estão evoluindo para uma utilidade ainda maior. Eles estão se tornando mais autônomos, flexíveis e cooperativos. Eventualmente, eles vão interagir uns com os outros e trabalhar em segurança lado a lado com os humanos e aprender com eles (RÜßMANN et. al, 2015).

Por exemplo, a Kuka, fabricante europeia de equipamentos robóticos, oferece robôs autônomos que interagem entre si. Esses robôs são interconectados para que possam trabalhar em conjunto e ajustar automaticamente suas ações para adequar o próximo produto inacabado na fila. Sensores de ponta e unidades de controle permitem uma colaboração próxima com humanos (*ibid*).

- **Integração de sistemas**

Conforme destacado na tabela 3, os sistemas Cyber Físicos (SCF) necessitam

de uma integração entre o mundo real e virtual, possibilitando com isso uma forte interação entre o mundo físico (real, por exemplo: o “chão” de fábrica, as operações nos armazéns) e o mundo virtual constituído dos sistemas.

- **Simulações**

Na etapa de engenharia já são utilizadas simulações tridimensionais de produtos, materiais e processos de produção. Contudo, destaca-se que, no futuro, as simulações serão usadas mais extensivamente nas operações da fábrica. Essas simulações alavancarão dados em tempo real para espelhar o mundo físico em um modelo virtual, que pode incluir máquinas, produtos e seres humanos. Desta forma, os operadores terão a possibilidade de testar e otimizar as configurações da máquina para o próximo produto em linha no mundo virtual antes da troca física, reduzindo assim os tempos de configuração da máquina e aumentando a qualidade (RÜBMANN et. al, 2015).

- **Impressora 3D e manufatura aditiva**

As empresas começaram a adotar a manufatura aditiva, como a impressão 3D, que usam principalmente para prototipar e produzir componentes individuais. Com a Indústria 4.0, estes métodos de fabricação de aditivos serão amplamente utilizados para produzir pequenos lotes de produtos que oferecem vantagens de construção, como *designs* complexos e leves. Sistemas de manufatura aditiva descentralizada de alto desempenho reduzirão as distâncias de transporte e o estoque disponível (*ibid*).

A utilização dessa tecnologia também muda uma antiga tendência de produção. As vantagens elevadas de se produzir em países com mão de obra barata diminuem o que favorece a localização da produção, tornando mais rentável produzir bens em instalações mais perto de casa (SANTOS *et al*, 2018).

- **Realidade aumentada**

Os sistemas baseados em realidade aumentada suportam uma variedade de serviços (seleção de peças em um armazém e o envio de instruções de reparo em dispositivos móveis). Esses sistemas estão atualmente em uma fase inicial, mas, no futuro, as empresas usarão muito mais a realidade aumentada para fornecer aos funcionários informações em tempo real para melhorar a tomada de decisões e os procedimentos de trabalho (*ibid*). Assim, informações de manutenção em campo que muitas vezes são de difícil interpretação e requerem a experiência do operador podem ser simuladas nos celulares ou *tablets*, reduzindo os custos de deslocamentos e, com isso a possibilidade de interpretações errôneas e retrabalhos nas ações de manutenção (*ibid*).

- **Cibesegurança**

Com o aumento da conectividade e o uso de protocolos de comunicação padrão

que vêm com a indústria 4.0, a necessidade de proteger sistemas industriais críticos e linhas de fabricação de ameaças de segurança cibernética aumenta dramaticamente. Como resultado, comunicações seguras e confiáveis, bem como gerenciamento sofisticado de identidade e acesso de máquinas e usuários são essenciais (RÜßMANN; et. al, 2015).

Os conceitos da Logística 4.0 podem ajudar profissionais da cadeia de suprimentos na(o): (FRAGA; FREITAS; SOUZA, 2016): redução da perda de ativos (conhecendo os problemas dos produtos em tempo para encontrar uma solução); economia com combustível (otimizando rotas de frota, monitorando as condições de tráfego); garantia da estabilidade de temperatura (monitorando resfriamento e minimizando a perecibilidade); gerenciamento do estoque do armazém (monitorando inventários); e identificação da visão do usuário (através de sensores incorporados fornecem visibilidade sobre o comportamento do cliente e uso do produto).

3.2 Gestão do conhecimento (GC)

Após a contextualização das tecnologias que são aplicadas na logística 4.0, faz-se necessária a compreensão da relação da GC com a logística 4.0 no contexto da indústria 4.0.

Para iniciar a discussão proposta anteriormente, deve-se apresentar a definição de *crowdsourcing*, que corresponde a união de duas palavras em inglês, a saber: *crowd* que significa multidão e *source* que significa origem, manancial, raiz, e a melhor tradução para o termo seria fonte de informações. Os conceitos de *crowdsourcing* são um desenvolvimento importante no contexto das mídias sociais e da Indústria 4.0, bem como um possível facilitador de processos e conceitos de logística dinâmica (KLUMPP, 2017).

Para assimilar muitas pequenas contribuições, denominadas *crowdsourcing*, - devem ser abordados dois aspectos: GC e plataformas de aprendizagem aberta. Nesse caso o *crowdsourcing* é descrito pela teoria colaborativa de GC no “contexto compartilhado em movimento”, chamado *basho* em japonês, formalmente conhecido como “*ba*” (*ibid*). Nonaka e Toyama (2003) desenvolveram a teoria da GC. Eles sugerem que o conhecimento é criado à medida que as pessoas interajam em um contexto compartilhado. A figura 2 descreve fases repetidas de socialização, externalização, combinação e internalização (SECI) (NONAKA *et al*, 2000).



FIGURA 2: Representação do modelo SECI

Fonte: Nonaka e Takeuchi (2008).

A socialização refere-se a compartilhar e criar conhecimento tácito por intermédio de modelos mentais e experiências diretas entre indivíduos, constrói-se a relação conhecimento tácito para tácito. Um exemplo está na relação de um prestador de serviço logístico e um cliente, que podem gerar um processo infinito de criação de ideias e compartilhamento de conhecimento (NONAKA; TAKEUCHI, 2008).

Na externalização o conhecimento tácito é vinculado por meio de conversação e reflexão (indivíduo para o grupo). Nesse caso a externalização ocorrerá quando o conhecimento tácito do indivíduo se converte, em parte, para um conhecimento explícito (*ibid*).

A combinação é o conhecimento explícito para explícito. Ao contrário da situação anterior, o conhecimento explícito e a informação serão estruturados e aplicados (grupo para organização) (*ibid*).

Já a internalização, ocorre a incorporação do conhecimento explícito em conhecimento tácito (organização para indivíduo). Esse processo ocorre quando as experiências de socialização, externalização e combinação são internalizadas nas bases de conhecimento tácito do indivíduo, na forma de modelos mentais compartilhados, ou *Know-how*. Para que a criação de conhecimento organizacional ocorra, é necessário que o conhecimento tácito acumulado pelos indivíduos da organização necessite ser socializado com outros membros da empresa, concluindo e gerando uma nova espiral de criação do conhecimento (*ibid*).

Salienta-se a importância do *Know-why* (“saber porquê”), conceito desenvolvido na mesma linha do *know-how*. Enquanto o *know-how* é o conhecimento de como fazer alguma coisa, o *know-why* está relacionado com o conhecimento do propósito de um negócio; saber a importância e o valor do trabalho desenvolvido.

Tendo em vista o rápido progresso tecnológico, a importância da aprendizagem aumentará consideravelmente no futuro. Em combinação com a iminente mudança demográfica, a transferência de conhecimento será uma parte fundamental; para ganhar conhecimento e expandir-se. Para acomodar conhecimentos específicos de logística, a forma mencionada acima será muito útil (KLUMPP, 2017).

4 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Conclui-se que a logística apresenta interface com a GC, sob a ótica dos seguintes fatores: GC explícito e tácito ao longo da cadeia de suprimentos; logística reversa; cadeias de suprimentos sustentáveis; e a GC como agente propulsor do desempenho e geração da vantagem competitiva nas cadeias de suprimentos.

Ao analisar a logística 4.0, constata-se que as tecnologias inseridas nesse contexto permitem um compartilhamento ágil da informação, facilitando a criação do conhecimento pelo uso do modelo proposto por Nonaka e Takeuchi (2008).

Como proposta para estudos futuros, o modelo SECI poderia ser aprofundado com o objetivo de compreender o impacto de outras tecnologias da logística 4.0 sob a GC.

REFERÊNCIAS

- BALLOU, R.H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- BARROS, A. P.; ISHIKIRIYAMA, C. S.; PERES, R. C.; GOMES, C. F. S. Processes and benefits of the application of information technology in supply chain management: An analysis of the literature. **Procedia Computer Science**, v. 55, p. 698-705, 2015.
- BHOSALE, V. A.; KANT, R. Metadata analysis of knowledge management in supply chain: investigating the past and predicting the future. **Business Process Management Journal**, v. 22, n. 1, p. 140-172, 2016.
- CAI, S.; GOH, M.; SOUZA, R.; LI, G. Knowledge sharing in collaborative supply chains: twin effects of trust and power. **International Journal of Production Research**, v. 51, n. 7, p. 2060-2076, 2013.
- CHEN, H.; LIU, S.; ODERANTI, F. A Knowledge Network and Mobilisation Framework for Lean Supply Chain Decisions in Agri-Food Industry. **International Journal of Decision Support System Technology (IJDSST)**, v. 9, n. 4, p. 37-48, 2017.
- COSTA, H. G. Modelo para webibliomining: proposta e caso de aplicação. **Revista da FAE**, v. 13, n. 1, p. 115-126, 2010.
- FRAGA, M. A. F.; FREITAS, M. M. B. C.; SOUZA, G. P. L. Logística 4.0: conceitos e aplicabilidade – uma pesquisa-ação em uma empresa de tecnologia para o mercado automobilístico. **Caderno PAIC**, v. 17, n. 1, p. 111-117, 2016.
- COOPER, A. L.; HUSCROFT, J. R.; OVERSTREET, R. E.; HAZEN, B. T. Knowledge management for logistics service providers: the role of learning culture. **Industrial Management & Data Systems**, v. 116, n. 3, p. 584-602, 2016.
- DAGHFOUS, A.; ZOUBI, T. An Auditing Framework for Knowledge-Enabled Supply Chain Management: **Implications for Sustainability**. **Sustainability**, v. 9, n. 5, p. 791, 2017.
- GOLD, A. H.; MALHOTRA, A.; SEGARS, A. H. Knowledge management: An organizational capabilities perspective. **Journal of management information systems**, v. 18, n. 1, p. 185-214, 2001.
- GRANT, D.B. **Gestão de logística e cadeia de suprimentos**. São Paulo: Saraiva, 2013.

- HÄNEL, D. W. T.; FELDEN, C. Operational business intelligence im zukunftsszenario der industrie 4.0. In: **Analytische Informationssysteme**. Springer Berlin Heidelberg, 2016. p. 259-281.
- HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design principles for industrie 4.0 scenarios. In: **System Sciences (HICSS)**, 2016 49th Hawaii International Conference on. IEEE, 2016. p. 3928-3937.
- KLUMPP, M. Crowdsourcing in Logistics: An Evaluation Scheme. In: **Dynamics in Logistics**. Springer International Publishing, 2017. p. 401-411.
- KOVACS, G.; KOT, S. New logistics and production trends as the effect of global economy changes. **Polish Journal of Management Studies**, v. 14, n. 2, 2016.
- LAMBERT, D. M.; STOCK, J. R.; VANTINE, J. G. Administração estratégica da logística. **Vantine Consultoria**, 1999.
- LIM, M. K., TSENG, M. L., TAN, K. H., BUI, T. D. Knowledge management in sustainable supply chain management: improving performance through an interpretive structural modelling approach. **Journal of Cleaner Production**, 2017.
- LIS, T.; BAJDOR, P. Knowledge as a subject of logistics management. In: **Scientific Conference on Informatics**, 2015 IEEE 13th International. IEEE, 2015. p. 171-177.
- NONAKA, I.; TOYAMA, R. The knowledge-creating theory revisited: knowledge creation as a synthesizing process. **Knowledge management research & practice**, v. 1, n. 1, p. 2-10, 2003.
- NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Teoria da criação do conhecimento organizacional**. Gestão do conhecimento. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- PAPAKOSTAS, N.; O'CONNOR, J.; BYRNE, G. Internet of things technologies in manufacturing: Application areas, challenges and outlook. In: **Information Society (i-Society)**, 2016 International Conference on. IEEE, 2016. p. 126-131.
- PRADO, H. A. *et al.* Sinergias entre Gestão do Conhecimento e Planejamento Tecnológico: um estudo de caso. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, v. 3, n. 2, p. 92-111, 2013.
- REZENDE, J. F.; PEREIRA, R. D.; OLIVEIRA, D. A. Plataformas para gestão do conhecimento: estudo de caso sobre a ativação do valor de excedentes cognitivos por meio do desenvolvimento de um contexto capacitante virtual. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, v. 6, n. 1, p. 72-88, 2016.
- RÜBMAN, M. *et al.* **Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries**. Boston Consulting Group, v. 9, 2015.
- SANGARI, M. S.; HOSNAVI, R.; ZAHEDI, M. R. The impact of knowledge management processes on supply chain performance: An empirical study. **The International Journal of Logistics Management**, v. 26, n. 3, p. 603-626, 2015.
- SANTOS, B. P.; ALBERTO, A.; LIMA, T. D. F. M.; CHARRUA-SANTOS, F. M. B. INDÚSTRIA 4.0: Desafios e Oportunidades. **Revista Produção e Desenvolvimento**, v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018.
- SCHOENHERR, T.; GRIFFITH, D. A.; CHANDRA, A. Knowledge management in supply chains: The role of explicit and tacit knowledge. **Journal of Business Logistics**, v. 35, n. 2, p. 121-135, 2014.
- SPRING, M. Knowledge management in extended operations networks. **Journal of knowledge management**, v. 7, n. 4, p. 29-37, 2003.
- WITKOWSKI, K. Internet of Things, Big Data, Industry 4.0—Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management. **Procedia Engineering**, v. 182, p. 763-769, 2017.

ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS COM ESPECIFICIDADES DE TEMPERATURA E UMIDADE: UM ESTUDO DE CASO

Clayton Gerber Mangini

Centro Paula Souza

São Paulo - SP

Claudio Melim Doná

Centro Paula Souza

São Paulo - SP

Julio Cesar Aparecido da Cruz

Centro Paula Souza

São Paulo - SP

Wagner Delmo Abreu Croce

Centro Paula Souza

São Paulo - SP

RESUMO: Esta pesquisa tem como objetivo demonstrar fatores que influenciam negativamente na manutenção de bens de consumo alimentícios, como café solúvel e derivados de leite enlatados. Para isso, faz-se necessário um estudo de caso através de equipamentos de monitoramento de temperatura e umidade, onde foram analisadas as necessidades dos produtos e qual sistema de armazenagem deve ser adotado. Os problemas centrais são os casos de oxidação das embalagens e a compactação de produto causado pela umidade e temperatura elevada. No Recinto Especial para Despacho Aduaneiro (REDEX), localizado na cidade de Cubatão, onde encontra-se a empresa estudada, onde o

problema é agravado pelo índice de umidade relativa do ar observado no município. Propõe-se como solução para manter a integridade deste tipo de carga, a disponibilização de uma área com temperatura controlada proporcionando um acondicionamento adequado para os produtos, o que está em acordo com soluções tecnológicas utilizadas na logística, havendo desta forma uma contribuição para a academia, uma vez que esta pesquisa poderá ser utilizada por empresas que possuem a mesma dificuldade na armazenagem de seus produtos ou de terceiros.

PALAVRAS-CHAVE: Armazenagem. Cadeia do frio. REDEX

ABSTRACT: The case study aims to demonstrate factors that negatively influence the maintenance of food consumer goods, such as soluble coffee and canned milk products. For this, a case study is necessary through temperature and humidity monitoring equipment, used in the cold chain, in which the needs of the products will be analyzed and which storage system should be adopted. The central problems are the oxidation of packaging and the product compaction caused by humidity and high temperature. In the Special Enclosure for Customs Clearance (REDEX), located in the city of Cubatão, which will be the target of our work, the problem is aggravated by the

index of relative humidity observed in the municipality. It is proposed as a solution to maintain the integrity of this type of cargo, the creation of an area with controlled temperature providing an adequate packaging for the products, which is in agreement with the technological solution stimulated during the course of Logistics, in which our contribution can be taken advantage of by any company that has the same difficulty in storing its products or third parties.

KEYWORDS: Storage. Cold chain. REDEX

INTRODUÇÃO

No mundo competitivo atual as empresas buscam novas tecnologias para melhorarem suas operações, pois todo tempo gasto com as operações logísticas geram custos e acabam sendo repassados para o produto final. E para ganhar a concorrência o produto precisa ser entregue com bom preço e com o menor tempo possível para satisfazer o cliente.

No caso da exportação de mercadorias, além dos tramites legais que envolvem o desembarço da carga, tem mais um fator que interfere no tempo, a falta de espaço físico nos portos, dificultando o trânsito dentro do mesmo.

Para melhorar o fluxo de cargas na área portuária, que na maioria dos casos não tem mais para expandir, foram criadas alternativas para os exportadores despacharem suas cargas. Dentre elas está o Recinto Especial para Despacho Aduaneiro (REDEX) um local onde a carga é estufada em contêiner e inspecionada mesmo antes de chegar ao porto. A proximidade da instalação do mesmo com o local de exportação é um diferencial que faz com que as empresas escolham um em especial.

Cubatão é um ponto estratégico para a instalação, tanto pela proximidade com o Porto de Santos, quanto pelo fácil acesso pelas rodovias. No entanto, para estes produtos específicos, o clima do município não favorece sua utilização, pois os altos índices de umidade podem danificar a embalagem dos produtos, prejudicando sua qualidade e impossibilitando a exportação dos mesmos.

Para que o exportador possa utilizar essa armazenagem, fazem-se necessárias algumas modificações no local físico onde as mercadorias ficarão armazenadas até sua estufagem.

A busca deste estudo é destacar as alternativas para operações de exportação de *Bens de Consumo* com necessidades específicas de conservação; com a finalidade de entender como funciona a operação e relacionar as medidas de controle de umidade e temperatura para manter a integridade do produto e/ou embalagem, durante o processo de armazenagem e transporte até sua chegada em seu destino final. Com os resultados, a proposta é promover soluções para empresas que atuam na logística deste tipo de carga.

A questão a ser analisada é evidenciar a maneira encontrada para armazenar produtos alimentícios que sofrem alterações tanto na sua qualidade quanto na

embalagem com umidade acima de 60% no Município de Cubatão onde a média anual está em torno de 80%, local onde está instalando o REDEX no qual a empresa estudada em questão quer armazenar esses produtos que são exportados pelo Porto de Santos. A localização do armazém é estratégica, pois sua proximidade com porto facilita os trâmites legais e agiliza o tempo gasto entre estufagem, inspeção e despacho para a exportação da carga.

Desse modo a pesquisa quer responder: Como armazenar de forma adequada produtos que sofrem alterações no seu conteúdo e ou suas embalagens (lata) por causa de altos índices de umidade relativa do ar e de temperatura?

Esta pesquisa tem como objetivo geral verificar as variações de temperatura e umidade que impactam em alguns produtos armazenados em um REDEX no Município de Cubatão. Desta forma, os objetivos específicos são: Identificar os produtos que serão armazenados e quais são suas necessidades específicas de acondicionamento, monitorar a temperatura e umidade do armazém e analisar os dados obtidos e sugerir uma solução a ser adotada.

Para a fundamentação foi utilizado o método de estudo de caso, onde os dados foram analisados de forma qualitativa, coletando informações obtidas através de equipamentos que monitoram a temperatura e umidade de ambientes, que neste caso resultou em um mapeamento em um armazém voltado à exportação.

Segundo Yin (2015), o estudo de caso tem sido utilizado amplamente nas pesquisas, sempre em casos orientados pela prática e de forma estratégica nas pesquisas de teses e dissertações.

Para escolher a estratégia de pesquisa, são consideradas três condições:

- Quais as questões básicas da pesquisa;
- Quanto o pesquisador tem de controle sobre os eventos comportamentais reais;
- Quanto de destaque será dado aos eventos contemporâneos em contraposição aos eventos históricos.

Estas três condições estão relacionados com os cinco principais métodos de pesquisa: estudo de caso, pesquisas históricas, análises de arquivos, levantamentos e experimentos (YIN, 2015).

EMBASAMENTO TEÓRICO OU REVISÃO DA LITERATURA

Armazenagem

A armazenagem é constituída por um conjunto de funções de recepção, descarga, carregamento, arrumação e conservação de matérias-primas, produtos acabados ou semiacabados. Uma vez que este processo envolve mercadorias, será possível produzir resultados quando é realizada uma operação, nas existências em trânsito, com

o objetivo de lhes acrescentar valor. Pode-se definir a missão da armazenagem como o compromisso entre os custos e a melhor solução para as empresas. Na prática isto só é possível se levar em consideração todos os fatores que influenciam os custos de armazenagem, bem como a importância relativa dos mesmos.

Na prática, muitas vezes, a armazenagem é confundida com *estocagem*, o que não pode acontecer, porque cada uma tem funções diferentes, conforme definição de Moura (2005, p.20):

Armazenagem é a denominação genérica e ampla que inclui todas as atividades de um ponto destinado à guarda temporária e à distribuição de materiais (depósitos, almoxarifados, centros de distribuição, etc.) e estocagem é uma das atividades do fluxo de materiais no armazém e o ponto destinado à locação estática dos materiais. Dentro de um armazém podem existir vários pontos de estocagem. A estocagem é uma parte da armazenagem.

A armazenagem é a guarda temporária de produtos para posterior distribuição. Os estoques são necessários para o equilíbrio entre a demanda e a oferta. No entanto, as empresas visam manter níveis de estoques baixos, pois estes geram custos elevados: custos de ‘pedir’ – custos administrativos associados ao processo de aquisição das mercadorias; custos de ‘manutenção’ – referentes a instalações, mão-de-obra e equipamentos; custos de ‘oportunidade’ – associado ao emprego do capital em estoque (HONG, 1999).

Recinto Especial para Despacho Aduaneiro (REDEX)

Os regimes aduaneiros especiais são importantes, pois estimulam a economia com a desoneração de impostos, com o ritmo intenso do comércio exterior. O governo criou esse mecanismo para dinamizar o processo de saída e entrada de produtos no território aduaneiro com suspensão ou isenção de tributos, trazendo assim vantagens para os exportadores e importadores. Dentro dos quais destacamos o que é utilizado nesta pesquisa.

O Recinto Especial para Despacho Aduaneiro de Exportação (REDEX) é usado em alguns casos para melhorar o fluxo nos Portos, tendo em vista que a maioria dos portos do país não tem mais para onde expandir territorialmente, necessitando de alternativas para exportadores que querem movimentar suas mercadorias em menor tempo possível. Além de servir como armazém em um primeiro momento, o REDEX é utilizado para *estufagem* do produto em contêiner, local que é inspecionado pelos órgãos competentes do governo, diminuindo assim o tempo que o produto fica na área portuária e agilizando o processo de exportação. A Instrução Normativa da Secretaria da Receita Federal, nº114, de 31 de dezembro de 2001, dispõe sobre a fiscalização no REDEX.

Segundo Rocha (2013), o uso do REDEX permite que cargas destinadas para exportação sejam despachadas no próprio recinto e sigam em trânsito aduaneiro, ou seja, as mercadorias estão sobre controle aduaneiro até sua chegada ao ponto em que

os produtos embarquem sem a necessidade de sofrerem novamente os procedimentos aduaneiros. Para Martinez (2010), a utilização do REDEX, reduz sensivelmente os custos operacionais e administrativos, além da segurança e agilidade nos contratos internacionais.

Produtos Alimentícios

Produtos alimentícios pedem uma atenção especial no seu confinamento, não podendo ser misturados com outros produtos, inclusive com outros alimentos, pois cada um possui características diferentes um do outro. Alguns necessitam de refrigeração para manterem-se frescos e com qualidade, como as carnes e alguns produtos derivados do leite.

Segundo PINTO, J & NEVES, R. (2010), a armazenagem de alimentos deve ser em locais que possuam condições que visam inibir a velocidade de decomposição dos alimentos, sendo que essas condições passam a ser asseguradas por aplicação de temperatura e umidade adequadas a cada tipo específico de alimento. Outro cuidado importante é utilizar sempre o FIFO (First In First Out), de modo a não existir um elevado risco de degradação, da embalagem ou do produto.

Ainda segundo os autores citados no parágrafo anterior, existem princípios básicos de armazenagem que devem ser cumpridos e que são comuns a todos os alimentos, ou seja, princípios como as boas práticas de higiene na área de armazenagem dos alimentos, e utilização de material adequado que em contato direto ou indireto com os alimentos, não proporcionem perigo para a segurança dos mesmos.

Cadeia do Frio aplicada na alimentação

A cadeia de frio surgiu como uma necessidade para a manutenção da qualidade dos produtos exportados. Eles não dependem propriamente da temperatura, mas sim de um controle de umidade para conservação das embalagens. Para isso a temperatura precisa ser controlada para determinar os níveis adequados de umidade ao qual o produto necessita.

Segundo Jorge N. (2013) o processo de oxidação superficial das embalagens metálicas é frequente, depende das condições de umidade relativa e temperatura ambiente e se inicia nas bordas da bobina ou das folhas cortadas.

Se a cadeia do frio receber um aumento de temperatura, independentemente do ponto que ocorrer, as características dos alimentos poderão ser afetadas, sem possibilidade de recuperação. Ou seja, caso o produto esteja deteriorado, o processo de refrigeração não reverte a situação. Para que os alimentos cheguem à etapa de conservação com boa qualidade, é necessário que o transporte seja feito de forma adequada.

Segurança é dotar a área de armazenagem de sistemas que garantam a integridade física da mercadoria armazenada, mão-de-obra, segurança das instalações

e equipamentos, e a saúde financeira da empresa, mantendo as equipes de trabalho devidamente treinadas para eventuais emergências (RODRIGUES, 2013).

Temperatura e umidade

A temperatura é uma grandeza física utilizada para medir o grau de agitação ou a energia cinética das moléculas de uma determinada quantidade de matéria. Quanto mais agitadas essas moléculas estiverem, maior será sua temperatura. O aparelho utilizado para fazer medidas de temperatura é o termômetro, que pode ser encontrado em três escalas: Celsius, Kelvin e Fahrenheit.

A menor temperatura a que os corpos podem chegar é chamada Zero absoluto, que corresponde a um ponto onde a agitação molecular é zero, ou seja, as moléculas ficam completamente em repouso. Essa temperatura foi definida no século XIX pelo cientista inglês Willian Thompson, mais conhecido como Lord Kelvin. O zero absoluto tem os seguintes valores: 0K – escala Kelvin e $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ – na escala Celsius.

Segundo Guedes (2008), a medição e o controle da temperatura são dois parâmetros muito importantes na plena manutenção e eficácia da cadeia do frio e para a segurança alimentar, no entanto, o parâmetro ou fator tempo também é muito importante para que um produto alimentício mantenha-se seguro. O período de tempo a que um alimento poderá estar sujeito a temperaturas anômalas é decisivo para a segurança dos produtos alimentícios ou gêneros alimentícios refrigerados e/ou ultracongelados.

A umidade do ar diz respeito à quantidade de vapor de água presente na atmosfera, o que caracteriza se o ar é seco ou úmido, e varia de um dia para o outro. A alta quantidade de vapor de água na atmosfera favorece a ocorrência de chuvas. Já com a umidade do ar baixa, é difícil chover.

Quando se fala de umidade relativa, compara-se a umidade real, que é verificada por aparelhos como o higrômetro; e o valor teórico, estimado para aquelas condições. A umidade relativa pode variar de 0% (ausência de vapor de água no ar) a 100% (quantidade máxima de vapor de água que o ar pode dissolver, indicando que o ar está saturado).

Em regiões onde a umidade relativa do ar se mantém muito baixa por longos períodos, as chuvas são escassas. Isso caracteriza uma região de clima seco.

Datalogger

Equipamento utilizado para auxiliar na coleta de dados de outros instrumentos, através da contagem de pulsos eletrônicos, emitidos pelo aparelho ao qual o *datalogger* foi adaptado para registrar a medição sempre que um evento acontece ou se repete.

Possui uma unidade de memória para guardar as informações e que pode transmiti-las para um computador, notebook ou tablet que esteja conectado com software adequado para essa recepção. Ele gera e analisa os dados, produz gráficos,

compara parâmetro com outros aparelhos de mesma função e associa dados de observação contínua. Eles podem ser utilizados para aferição de temperatura e umidade em diferentes locais.

DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA

O trabalho buscou fundamentar o assunto abordado de forma a representar o cenário atual. Entre elas, a questão do clima predominante em municípios como Cubatão, onde particularidades na temperatura e umidade são observadas nos dados apresentados.

O levantamento histórico de 30 anos da temperatura e índices pluviométricos de Cubatão mostra que os primeiros e últimos trimestres são os mais quentes, úmidos e chuvosos do ano (Gráfico 1). Por este motivo a pesquisa foi realizada entre os dias 16/09/2014 e 24/04/2015.

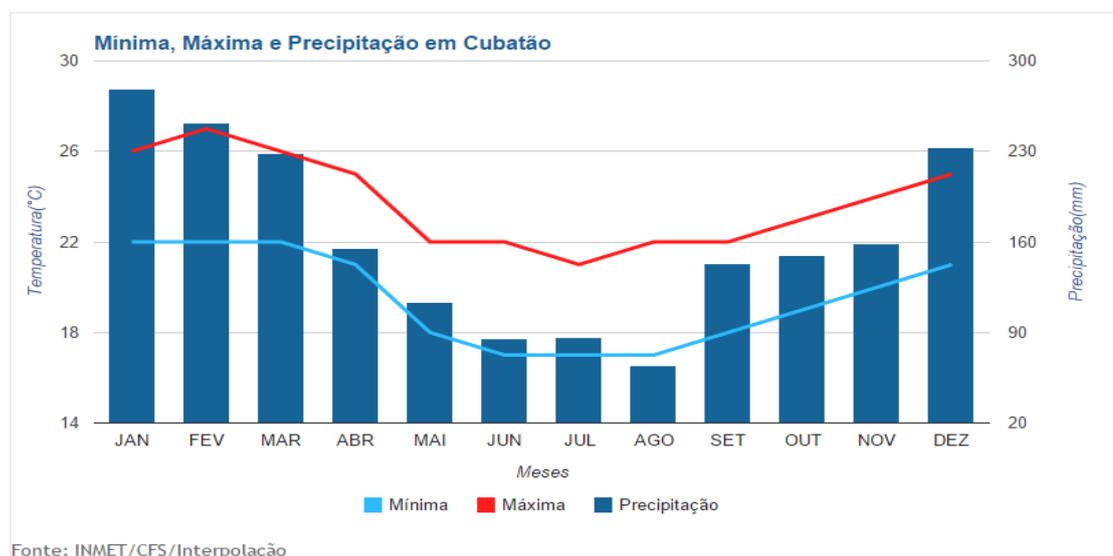


Gráfico 1 – Mínima, Máxima e Precipitação em Cubatão

Fonte: INMET/CFS/Interpolação

Para que os resultados obtidos tivessem uma confiabilidade representativa, foram utilizados 9 (nove) equipamentos de monitoramento de temperatura e umidade chamados de Datalogger . Os modelos utilizados são os Turbo Tags H8000 (TBT), de uma empresa especializada em fornecer soluções para a cadeia do frio em diferentes segmentos, sendo os principais o alimentício, produtos farmacêuticos, médicos e produtos químicos. (Figura 2).



Figura 2 – Imagem de Turbo Tag

Fonte: Site Mecalux Logismarket

As características abaixo fazem parte do modelo TBT H8000:

- Indicador de alerta - indica se as leituras estão fora dos limites pré-definidos.
- Marcas de inspeção podem ser feitas durante o monitoramento, pressionando o botão “START MARK”.
- Botão para iniciar registro com opção de atraso ou início em Data e Hora específicas.
- Alto desempenho a um baixo custo.
- Download Rápido. Leva alguns segundos para baixar os registros e gerar gráficos e relatórios.
- Ótima resolução - 0,1%RH & 0,1°C/°F.
- Alto desempenho a um baixo custo.
- Do tamanho de um cartão de crédito - pode ser facilmente enviado pelo correio.

O software é fácil de usar e roda em qualquer computador. Permite ajustar o TBT e baixar os dados para análise. Os dados também podem ser exportados para formatos compatíveis com outros aplicativos, como o Excel.

- Custos de TI inexistentes, fácil integração com os sistemas de dados da empresa.
- Calibrados e certificados gerando resultados precisos e confiáveis.
- Reutilizável
- Substitui o termo higrômetro de maneira eficiente - permite redução de custos de mão de obra, ao mesmo tempo em que aumenta a confiança nos dados coletados.

O monitoramento do armazém REDEX baseou-se em configurar os TBT conforme especificação dos produtos analisados, ou seja, com parâmetros de temperatura de 15 a 25°C e umidade de 40 a 60%, com leituras realizadas de hora em hora (Figuras 3 e 4).

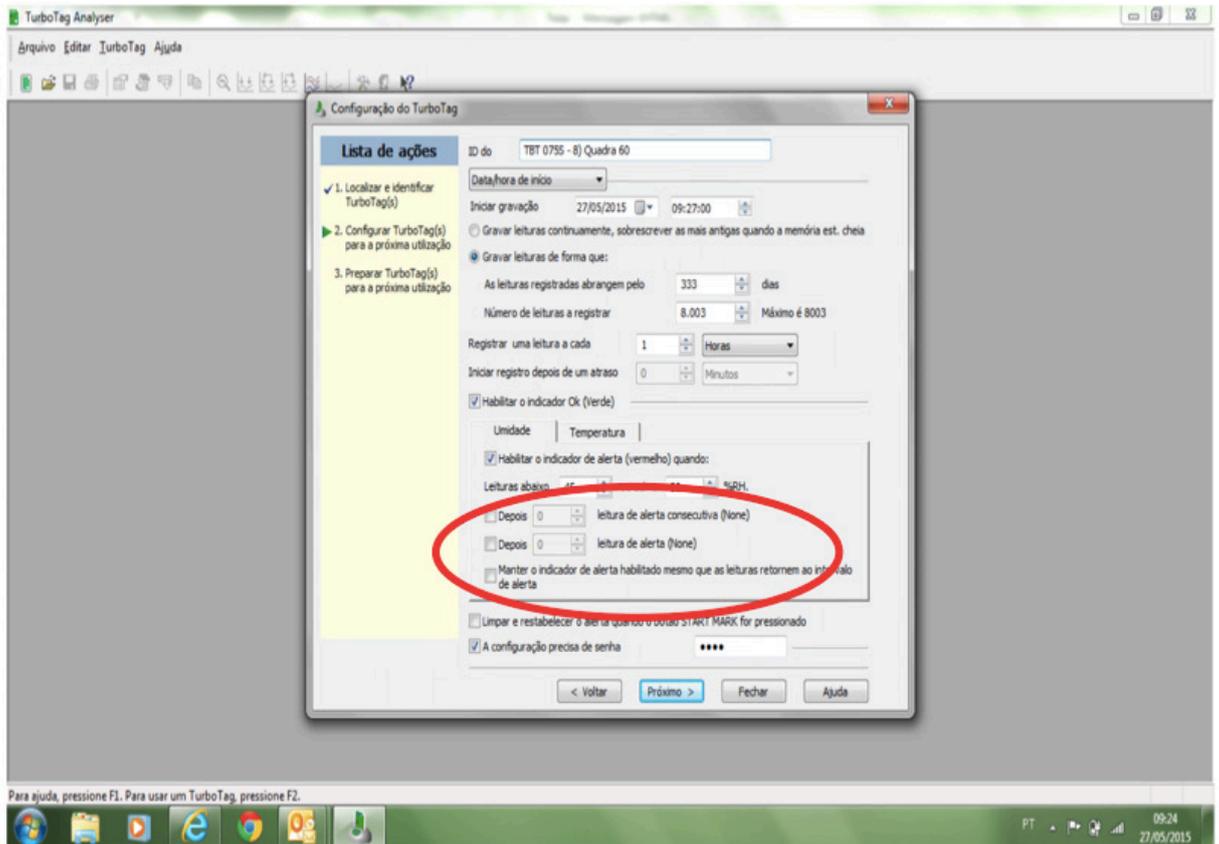


Figura 3 – Configuração do parâmetro de umidade relativa
Fonte: Tela do Software Turbo Tag

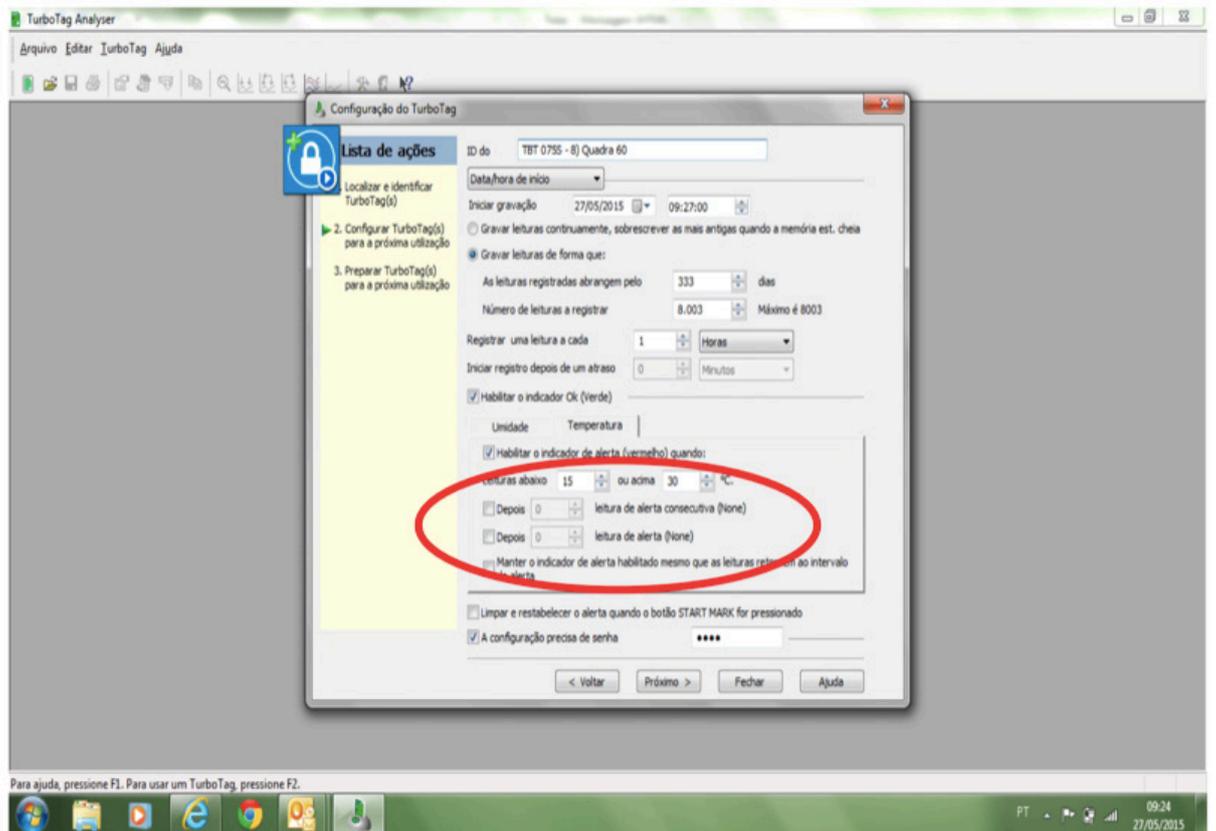


Figura 4 – Configuração do parâmetro de temperatura
Fonte: Tela do Software Turbo Tag

Os TBT foram acondicionados durante o tempo do monitoramento em caixas de acrílico vazadas para manter sua integridade sem comprometer os resultados. (Figura 5).



Figura 5 – Foto de TBT em ponto de monitoramento

Fonte: Acervo do autor

Todos os TBT foram calibrados, de forma rastreável à Rede Brasileira de Calibração (RBC), em laboratórios devidamente credenciados ao INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia Qualidade e Tecnologia), garantindo com que todos os resultados apresentados estivessem dentro dos critérios de aceitação, que no caso foi utilizado para temperatura o de “Erro Máximo + Incerteza” de 1,2°C; e para umidade o de “Erro Máximo + Incerteza” de 10%.

A localização dos TBT foi decidida de forma estratégica, considerando que os 9 pontos mapeassem a totalidade do armazém. Foram 7 pontos (TBT002E, TBT003E, TBT004E, TBT005E, TBT006E, TBT007E e TBT008E) posicionados a uma altura de 2 metros do piso, representando a grande maioria das cargas armazenadas (bloco) e 2 pontos (TBT001E e TBT009E) posicionados a 10 metros do piso, representando a minoria das cargas armazenadas (porta pallets), onde esta última medição foi de grande importância pois existia a possibilidade da temperatura e umidade serem maiores nestes pontos por estarem mais próximos ao teto do armazém.

Para que as informações fossem disponibilizadas de forma eletrônica, foi utilizada uma base coletora, onde os TBT, um a um, foram acoplados e tiveram seus dados transferidos ao computador.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após ter transcorrido o tempo de testes e estudos, que foram de 219 dias, os 9 TBT foram retirados de seus pontos para que os resultados das suas 5277 leituras fossem coletados e analisados de forma independente.

Foi evidenciado que a temperatura média em todos os pontos estudados obtiveram resultados muito próximos, sendo que mesmo o armazém possuindo uma manta térmica no interior do teto, a média nos 9 pontos estiveram acima dos 25°C.

Em relação a umidade relativa, temos uma condição diferenciada entre os 9 pontos, chegando até 8,9% entre a média mínima (TBT001E) e média máxima (TBT005E). O armazém como um todo, tem uma condição de umidade mais acentuada na posição dos TBT005E, TBT006E e TBT007E, que representa o lado direito ao fundo. Foi observado que a posição da construção do imóvel em relação ao sol pode ser um fator que influencia negativamente no acondicionamento de cargas que requerem um cuidado diferenciado em determinados locais do Redex.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho vem de encontro com uma necessidade específica de armazenamento de cargas com a finalidade de exportação, onde a qualidade do produto e da embalagem que o protege tem que embarcar íntegros. São poucos os casos em que o exportador tem o cuidado em garantir tais condições, sendo que geralmente o custo deste acondicionamento torna-se mais elevado que o habitual.

Trabalhamos com uma hipótese de melhoria deste processo de armazenagem, utilizando uma área, dentro do armazém já existente, para segregar as cargas que necessitam deste controle de temperatura e principalmente umidade. A proposta trata-se de um vinigalpão com as seguintes especificações:

1 – Cargas Térmicas (sem painéis frigoríficos)

- Temperatura interna: 24°C + ou – 2°C
- Umidade interna: 50% + ou – 10%
- Nesta área haverá a necessidade de utilizar 195 kW ou 170.000 kcal/h (57 TR's)
- Controle de temperatura e umidade se faz através de comando digital, ou seja, podem-se alterar os valores caso seja necessário.

2 - Equipamentos de climatização e controle de umidade (sem painéis frigoríficos)

- Quantidade requerida de 3 equipamentos + 1 em stand by
- Tipo Spity System
- BBT 200 (Heatcraft) c/ controle de umidade
- Capacidade de 50 kW ou 42.000 kcal/h (14 TR's)
- Carga requerida/consumo médio: 16 kW / 11,5 kWh

- Tensão disponível: 220/380/440 Volts.
- Valor estimado do equipamento de R\$ 75.000,00 por unidade (sem instalação).
- Instalação com valor estimado de R\$ 50.000,00
- Valor considerado para equipamentos de R\$ 350.000,00
- Sistema de exaustão mecânica (dutos, grelhas, difusores, *dumpers* corta fogo).
- Ventilador (utilizando a própria maquina) e exaustor se necessário pelo calculo das necessidades do Corpo de Bombeiros.
- Valor estimado, sem conhecimento dos itens, de R\$ 200.000,00
- Valor total do aproximado do investimento de R\$ 550.000,00 (quinhentos e cinquenta mil reais).

Nota: Para os valores dos equipamentos temos orçamento, entretanto os demais orçamentos são baseados em valores apresentados na internet e estimativas relativas a quantidade de trabalho das montagens

3 - Prazos:

- Equipamentos: 15 dias depois do pedido colocado (Heatcraft);
- 45 dias (Termoprol)
- Lona: Não conseguimos a informação;
- Portas: 25 dias depois do pedido colocado;
- Para a execução dos trabalhos pode ser feito cronograma a partir da data da colocação dos pedidos, como exemplo:

Fazendo-se a compra dos itens na mesma época inicia-se a montagem das lonas e quando prontos instala-se os equipamentos, portas e cortina de ar. A sequencia de montagem é bem favorável ao trabalho.

Após colocação dos pedidos precisará de aproximadamente 45 dias para iniciar o funcionamento.

NOTA: Os valores referentes ao lonado, portas, estruturas não estão inclusos nesta estimativa, bem como necessidade de Inter travamentos com o sistema de incêndio existente.

4 – Custos com energia elétrica:

- 4 equipamentos em funcionamento: $16 \text{ kWh} \times 4 = 64 \text{ kWh}$
- Consumo de $64 \text{ kWh} \times 24 \text{ horas/dia} \times 30 \text{ dias/mês} \times 0,75$ (fator de funcionamento)
- - Consumo (mês) de 34.560 kWh/mês.

Custo mensal com energia:

$34.560 \text{ kWh/mês} \times \text{R\$}0,3276 \text{ kWh} = \text{R\$} 11.321,85/\text{mês}$ (valor estimado).

A localização ideal deste vinigalpão, segundo nossos estudos com os TBT, seria o mais próximo possível dos TBT001E, TBT002E e TBT003E, ou seja, no lado esquerdo do armazém, próximo as docas. Desta forma estaríamos localizando o acondicionamento destas cargas na região mais favorável no ponto de vista de

temperatura e umidade, porém, devido à disposição da construção e cumprindo as normas do Corpo de Bombeiros, o local proposto limitou-se no centro do armazém.

O Local destinado a este tipo de carga deverão ter sua temperatura e umidade, além de monitorada (TBT010E, TBT011E, TBT012E e TBT013E), controlada por equipamentos específicos para manter e garantir estas condições para que a qualidade do produto armazenado seja mantida.

A pesquisa se baseou em dados reais, coletados em operações reais, onde as cargas de bens de consumo alimentícias sofrem problemas de qualidade em processos de exportação. Não podemos alterar o clima no município de Cubatão, porém podemos modificar uma área determinada para atender uma demanda específica de produtos.

A sugestão apresentada abrange empresas que tem o mesmo perfil apresentado, e que podem utilizar este estudo como parte de seus processos relacionados ao comércio exterior. Muitos exportadores não têm o conhecimento que suas cargas podem apresentar estes problemas relacionados a qualidade. Não é só um problema de aparência da carga ou da embalagem, mas pode chegar ao ponto de degradação do produto que poderá acarretar a perda de mercado, exposição negativa da marca, e um sério problema de saúde pública, tanto no Brasil quanto nos países de destino.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Instrução Normativa da Secretaria da Receita Federal, nº114, de 31 de dezembro de 2001. **Dispõe sobre a fiscalização aduaneira em Recinto Especial para Despacho Aduaneiro de Exportação (Redex)**. Publicada no DOU de 04/01/2002, seção , pág. 25.

GUEDES, R. **Manutenção da cadeia de frio nos produtos ultracongelados. Segurança e qualidade alimentar – Segurança na logística**, p. 54 2008. <http://www.infoqualidade.net/SEQUALI/PDF-SEQUALI-05/Page%2054.pdf> . Acesso em: 20 Mai 2015.

HONG, Yuh C. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada: supply chain**. 1a ed. São Paulo: Atlas, 1999.

JORGE, N. **Embalagens para alimentos** – São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, 2013. Disponível em: <http://www.santoandre.sp.gov.br/pesquisa/ebooks/360234.PDF>. Acesso em 31 Mar.2015.

MARTINEZ, E. **Os caminhos já estão prontos, só falta usá-los**. São Paulo, 08 ago.2010. Disponível em: <http://ogerente.com.br/rede/logistica/exportacao-de-mercadorias>. Acesso em 31 Mar.2015.

MOURA, R, A. **Sistema e Técnicas de Movimentação e Armazenagem de Materiais**, Volume1, São Paulo: IMAM, 2005.

PINTO, J., & NEVES, R. **Análise de riscos no processamento alimentar**. Porto: Publindústria, Edições técnicas, 2010.

ROCHA, P. C. **Logística e Aduana**. São Paulo: Aduaneiras, 2013.

RODRIGUES, P. R. A. **Gestão estratégica da armazenagem**. São Paulo: Aduaneiras, 2013.

YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos**. Porto Alegre, 5ª Edição – Bookman Editora, 2015.

ESTUDO DO PROCESSO PRODUTIVO E COMERCIAL DO QUEIJO MINAS ARTESANAL CANASTRA DE UMA FAZENDA EM MEDEIROS-MG

Rafael Izidoro Martins Neto

Instituto Federal De Minas Gerais – Campus
BambuÍ
BambuÍ - MG

Humberto Elias Giannecchini Fernandes Rocha Souto

Instituto Federal De Minas Gerais – Campus
BambuÍ
BambuÍ - MG

Bárbara Andrino Campos Silva

Instituto Federal De Minas Gerais – Campus
BambuÍ
BambuÍ - MG

Marcelo Teotônio Nametala

Instituto Federal De Minas Gerais – Campus
BambuÍ
BambuÍ - MG

RESUMO: No ramo da produção de queijo, a Serra da Canastra em Minas Gerais se destaca sendo uma das principais regiões. Esse trabalho tem como objetivo estudar o sistema produtivo, logístico e mercadológico em uma fazenda que produz e comercializa o Queijo Canastra. Sendo um estudo de caso de abordagem qualitativa, a pesquisa foi realizada com coleta e análise de dados através de pesquisas documentais, entrevistas com o proprietário e visitas ao local. Com os dados coletados pôde-se estudar as normas que regem a produção do

queijo, Layout da quejaria, Logística, Estoque, Marketing. Foi feito também o fluxograma do processo produtivo, bem como um estudo de tempos salientando os possíveis gargalos. A partir do levantamento e análise dos dados pode-se constatar que a unidade produtiva da fazenda trabalha com baixo tempo de produção em relação à legislação, sendo possível um aumento na produção. O marketing do produto é eficaz, sendo reconhecido no mercado por suas premiações e pela qualidade, porém poderia atuar nos meios em que as premiações não possuem abrangência. Relacionado à logística, foi sugerido ao produtor utilizar um método de controle de estoque a fim de evitar desperdícios e alguma possível interrupção da produção pela ausência de suprimentos.

PALAVRAS-CHAVE: Processo Produtivo; Queijo Canastra; Estudo de Caso.

ABSTRACT: In the field of cheese production, Serra da Canastra in Minas Gerais stands out as one of the main regions. This work aims to study the productive, logistic and market system in a farm that produces and markets the Canastra Cheese. As a case study of a qualitative approach, the research was conducted with data collection and analysis through documentary research, interviews with the owner and site visits. With the collected data it was possible to study the norms that

govern the cheese production, Layout of the quejaria, Logistics, Inventory, Marketing. The flowchart of the production process was also made, as well as a study of times, highlighting the possible bottlenecks. From the data collection and analysis it can be seen that the productive unit of the farm works with a low production time in relation to the legislation, being possible an increase in production. The marketing of the product is effective, being recognized in the market for its awards and quality, but could act in the means in which the awards do not have scope. Related to logistics, it was suggested to the producer to use a method of inventory control in order to avoid waste and some possible interruption of production due to lack of supplies.

KEYWORDS: Productive Process; Canastra cheese; Case study.

1 | INTRODUÇÃO

O surgimento do queijo foi há mais de 8.000 anos nos vales entre os rios Tigres e Eufrates, atualmente Iraque (FOX, 1993). A transformação do leite em queijo surgiu como uma forma de conservação do leite, além de propiciar facilidade para mobilidade do produto.

O queijo contribuiu de forma significativa para o desenvolvimento de diversas civilizações, tendo sido citado inúmeras vezes na Bíblia e sendo na Grécia reverenciado como um alimento dos deuses (EPAMIG, 1989).

No Brasil, o queijo chegou com os portugueses, que foram os responsáveis por trazerem o gado bovino, que era muito usado como animal de tração e alimentação para os garimpeiros, os quais destinavam parte do leite produzido para o preparo do queijo (RIBEIRO, 1959).

Existem cerca de 27 mil produtores de queijo artesanal no estado de Minas Gerais, com uma produção anual de 70 mil toneladas por ano. As principais regiões mineiras produtoras do Queijo Minas Artesanal são localizadas na Serra da Canastra, Serro, Alto Paranaíba e Araxá (EMATER-MG, 2004b).

Este estudo, que foca o sistema de produção e comercialização de queijo, tem como referência a região da Canastra, que se localiza no Sudoeste do Estado de Minas Gerais, sendo composta pelos municípios de: Bambuí, Delfinópolis, Tapiraí, Medeiros, São Roque de Minas, Vargem Bonita e Piumhi (EMATER-MG, 2003a).

Os fatores edafoclimáticos da região da Canastra são favoráveis para a produção do queijo, concedendo um ambiente propício para o desenvolvimento de bactérias endógenas que se fazem presentes no “pingo”, que é o soro que escorre de um dia para o outro durante a salga do queijo, e trazendo o sabor característico do queijo desta região (EMATER-MG, 2004a).

São diversos os fatores responsáveis por caracterizar tal região como ícone da produção do queijo, somados a séculos de prática que passa de geração a geração, garantindo sustentabilidade da agricultura familiar.

Assim, tem-se como objetivo do trabalho estudar uma fazenda de agronegócio

que produz e comercializa o queijo Canastra. O trabalho teve como foco o sistema produtivo, logístico e mercadológico da fazenda.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Administração da produção

Segundo Moreira (2006), a administração da produção diz respeito às atividades voltadas para a produção de bens ou prestação de serviços. Em sua forma mais característica, a atividade industrial implica na fabricação de um produto físico, tangível. Neste sentido, Corrêa e Corrêa (2011, p. 24) a caracterizam como sendo a “atividade de gerenciamento estratégico dos recursos escassos (humanos, tecnológicos, informacionais e outros), de sua interação e dos processos que produzem e entregam bens e serviços, visando atender necessidades e/ou desejos de qualidade, tempo e custo de seus clientes”.

2.2 Layout

Para Slack, Chambers e Johnston (2009), *layout* é como recursos transformadores são dispostos em relação aos outros e a forma com que as tarefas serão destinadas a eles. A decisão do *layout* é de grande valia pois, se constar erroneamente, ocasionará em fluxos extensos e/ou confusos, tempos de processo retardados, operações rígidas, filas de consumidores e custos elevados.

2.3 Logística

A logística nasceu com as mudanças organizacionais, principalmente com a preocupação em atender seus clientes com eficiência, referenciando qualidade e desenvolvimento, reduzindo prazos e custos. Segundo Ballou (2001, p. 21), “a missão da logística é dispor a mercadoria ou o serviço certo, no lugar certo, no tempo certo e nas condições desejadas, ao mesmo tempo em que fornece a maior contribuição à empresa”, se responsabilizando pelo planejamento, operação e controle do fluxo de mercadorias.

Segundo Christopher (2007, p. 03):

“Logística é o processo de gerenciamento estratégico da compra, do transporte e da armazenagem de matérias-primas, partes e produtos acabados (além dos fluxos de informação relacionados) por parte da organização e de seus canais de marketing, de tal modo que a lucratividade atual e futura sejam maximizadas mediante a entrega de encomendas com o menor custo associado”.

Sendo assim, a logística empresarial pode ser entendida como o processo de gerenciar de forma estratégica a movimentação e armazenagem do produto. Sendo um conjunto de operações que se associam ao fluxo de materiais e informações para o processo.

2.4 Estoque

Moreira (2006) conceitua estoque como quaisquer bens físicos que sejam armazenados, por algum intervalo de tempo até que alguém os use. Os estoques podem ser produtos acabados, como matérias-primas e componentes para a produção.

Neste mesmo conceito, Slack *et. al.* (1997) completam dizendo que não importa o que o estoque armazena ou qual sua posição na operação. Sua existência se dá por haver uma diferença na taxa de fornecimento e demanda.

2.5 Fluxograma

De acordo com Prêve (2012), o fluxograma é uma ferramenta que faz uma representação gráfica passo a passo de um caminho a ser percorrido por um processo até atingir seu objetivo final.

De forma mais simplificada, fluxogramas são explicações de sequências de trabalho em formas de símbolos e desenhos para facilitar a análise. É um recurso visual utilizado pelos gestores para analisar o sistema produtivo, buscando, por meio deste, descobrir oportunidades de melhorias e evitar gargalos (PEINADO; GRAEML, 2007).

2.6 Estudo de tempos

O estudo de tempos é estabelecido por Slack, Chambers e Johnston (2002), sendo uma técnica de medida do trabalho para registrar os tempos e o ritmo de trabalho para os elementos de uma tarefa e analisar os dados a fim de obter o tempo necessário para a realização deste.

Moreira (2009) afirma que há três tipos diferentes de tempo neste estudo: Tempo Real, que é o que realmente decorre durante a operação; Tempo Normal, que é o tempo gasto pelo operador realizar sua operação em velocidade normal; e Tempo Padrão, que pode ser identificada de quatro formas: Estudo de Tempos com Cronômetros, Tempos Históricos, Dados Padrão Pré-determinados e Amostragem do Trabalho.

Estudar tempos e movimentos tem como objetivo o desenvolver um sistema visando minimizar custos de produção, fazendo uma otimização do tempo dos processos para serem realizados em seu melhor tempo possível (VELOSO, *et. al.* 2012).

2.7 Gráfico de Gantt

Para o bom planejamento e controle de uma produção, foram criadas ferramentas para auxiliar nesse processo. Segundo Pavan (2002), Henry Laurence Gantt dedicou seus estudos a organizações industriais e percebeu a necessidade da existência de um planejamento dos tempos para cada operação, criando então um gráfico para tal. O gráfico de Gantt é uma ferramenta simples e visual, que utiliza de barras horizontais,

de forma a cada barra indicar o tempo de execução de uma tarefa de um processo.

2.8 Gargalo

Para Goldratt e Cox (2002, p. 152), “gargalo é qualquer recurso cuja capacidade é igual ou menor que a demanda de mercado imposta sobre ele”. Conforme dita o autor, o gargalo tem sua existência pelo mercado exigir uma demanda maior que a capacidade de atendimento.

Almeida e Medeiros (2009) dizem que, atualmente, os principais focos da gestão são evitar gargalos que causem a perda de vendas, detectar as restrições das operações e otimizar os processos a fim de obter uma melhor performance para a empresa.

2.9 Marketing

Para Kotler e Armstrong (2012, p. 4), “definido de maneira geral, o Marketing é um processo administrativo e social pelo qual os indivíduos e organizações obtêm o que necessitam e desejam por meio da criação e troca de valor com os outros”. Pode-se definir o Marketing como uma construção de relacionamento com o cliente, que se dá por meio da criação de valor para o mesmo.

Os principais canais de comunicação atribuídos no Marketing são: propagandas, que são técnicas para exibição de produtos, serviços e conceitos ligados a conteúdos impressos ou eletrônicos; promoção de vendas: incitação de curto prazo com a finalidade de proporcionar a compra de um produto ou serviço; eventos e experiências: são ações financiadas com intuito da aproximação dos consumidores à marca; relações públicas e publicidades: métodos de proteção a marca e a organização e seus serviços; marketing direto: são interações diretas com os clientes pelos veículos de comunicação; marketing interativo: interações com os consumidores de forma a buscar uma experiência de melhoramento da imagem da marca; vendas pessoais: são ações pessoais e diretas visando clientes potenciais (KOTLER; KELLER, 2007).

Além dos canais apresentados acima, Kotler e Armstrong (2012) ainda consideram que a comunicação boca a boca é um dos canais que geram mais influência para o *mix* de marketing.

3 | METODOLOGIA

O presente trabalho é caracterizado como um estudo de caso de abordagem qualitativa. O estudo de caso, de acordo com Nisbett e Watt (1978, p. 5), é uma “investigação sistemática de uma instância específica” e, ainda segundo Yin (2001), tem caráter prático, permitindo conhecimento aperfeiçoado dentro das metas estabelecidas em um objeto de estudo.

Para coleta e análise dos dados foram realizadas pesquisas documentais, entrevista com o proprietário, assim como visitas para o processo de observação e o

registro de imagens do processo produtivo.

Segundo Cervo *et. al.* (2007, p. 31), “observar é aplicar atentamente os sentidos físicos a um objeto para dele obter um conhecimento claro e preciso. (...) É disso que depende o valor de todos os outros processos”.

Entretanto, a observação, por si só, não se configura suficiente para a construção dos conhecimentos de que a ciência necessita. Portanto, faz-se necessário registrar os objetos obtidos no processo de observação, pois, segundo Cervo *et. al.* (2007), é esse processo que configura a técnica da descrição. Ainda dizem que a descrição tem por finalidade descrever, metodologicamente, os passos dados na aplicação de técnicas e efetivação da pesquisa; com isso, qualquer outro pesquisador, utilizando as mesmas técnicas de tal pesquisa, sendo orientado por iguais métodos e nas mesmas circunstâncias, tem a possibilidade de obter os mesmos resultados.

O objeto de pesquisa deste trabalho foi a instalação produtora do Queijo Minas Artesanal Canastra de uma Fazenda, localizada no município de Medeiros, no Centro-Oeste de Minas Gerais.

Na pesquisa documental, foram utilizados periódicos relacionados à Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER-MG) e ao Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA). A entrevista com o proprietário foi realizada em uma das visitas, no dia 21/04/2017, quando a mesma foi gravada. Juntamente com o processo de observação, foi realizada a medição, por meio de um cronômetro, dos tempos e movimentos dos processos produtivos. Também se utilizou do recurso da câmera de um *smartphone* para captura de imagens e filmagens dos processos produtivos, das instalações e da fazenda em geral.

Para a análise dos dados e transcrição da entrevista, utilizou-se o pacote Microsoft Office 2013.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 A empresa

A Fazenda referida produz o Queijo Minas Artesanal canastra desde 1995, sua extensão territorial é de 98 hectares. A mesma é uma fazenda familiar, onde o proprietário reside com sua família composta por quatro membros e todos trabalham nas atividades diárias do agronegócio. A produção de leite é a principal atividade desenvolvida diariamente, acrescida da produção de Queijo Minas Artesanal Canastra.

4.2 Normatização

A Lei nº 14.185, de 31 de janeiro de 2002, é a lei que dispõe sobre o processo de produção do Queijo Minas Artesanal. Para enquadrar-se na categoria denominada “Queijo Minas Artesanal Canastra”, é necessário, ao produtor, atender à legislação cadastrando-se no Instituto Mineiro de Agropecuária - IMA, o que é previsto em tal lei:

Art. 3º(...).§ 1º - O cadastramento no IMA para os fins deste artigo será feito em escritório local do órgão, individualmente ou por meio de entidade representativa, mediante preenchimento de formulário específico, em que o produtor assuma a responsabilidade pela qualidade dos queijos produzidos, e apresentação de laudo técnico-sanitário da queijaria, emitido por médico veterinário.

Adjunto à essa certificação, também considerado pré-requisito, o produtor deve, juntamente da EMATER-MG do seu município, fazer um curso com carga horária de 40 horas, promovido pela mesma, onde é ensinado práticas de fabricação, instalação, manuseio dos animais geradores de matéria prima, entre outros assuntos, os quais fazem parte do Programa de Melhoria do Queijo Minas Artesanal. Todos os passos que o produtor cadastrado deve seguir estão registrados, com riqueza de detalhes, no Manual de Boas Práticas de Fabricação do Queijo Minas Artesanal, assim como também no Memorial Descritivo do IMA, onde discorre sobre o projeto de criação da unidade de processamento da queijaria, o espaço físico, dentro do qual será de fato a produção.

Toda essa normatização está em conformidade com a Lei Estadual 19.476 – conhecida como Lei da Agroindústria Familiar.

Na visita realizada à Fazenda, constatou-se, por meio de relatos do produtor, que ele possui o cadastro no IMA, em nome do mesmo. Foi averiguado junto aos registros do IMA e verificou-se que o registro foi feito dia 10/11/2011, e o número do cadastro é 31413060***.

4.3 Layout

A construção do espaço físico da queijaria segue o padrão descrito nas normas já citadas acima. Estão contidas nelas informações como: o teto, que deve ser revestido com forro PVC branco; O piso, branco e acondicionado em todo espaço físico da queijaria sendo, no chão de característica antiderrapante; O rejunte que segue igualmente na cor branca; Os portais, assim como as portas e janelas, são de madeira, na cor branca, com revestimento em telas para evitar a entrada de insetos ou pragas; E o declive, que deve ser de 3,00% para escoar toda água e componentes para o esgoto. O layout do espaço físico do local de produção pode ser visto no anexo A.

4.4 Logística e Estoque

4.4.1 Suprimentos

Todo o processo logístico do agronegócio estudado é organizado em etapas de acordo com as necessidades de demanda. Para a produção do Queijo Minas Artesanal Canastra, utiliza-se como matéria prima o leite cru, coalho, pingo, sal, embalagem e rótulo.

A propriedade realiza a produção de leite, que, também de acordo com a normatização, o mesmo deve ser produzido na própria fazenda (e não é permitido a

mistura de leite de outras unidades produtivas). O leite na fazenda é ordenhado duas vezes ao dia: manhã e tarde. Todo o leite produzido no período da manhã é destinado à produção de queijo, e, o produzido à tarde, é vendido a um laticínio da região, o qual o próprio laticínio realiza o recolhimento do mesmo na propriedade.

Para a produção diária do queijo é utilizada uma média de 400 litros de leite cru recém-ordenhado onde, para cada 550 litros, são adicionados 30 ml de coalho e 500 ml de pingo, bem como uma unidade de embalagem e rótulo para cada queijo totalizando 35 a 40 por dia. O sal é disposto sobre cada peça de queijo à gosto do produtor. O pingo, assim como o leite, é um suprimento produzido na própria fazenda; as demais matérias primas são compradas de fornecedores externos.

4.4.2 Estoque

De acordo com as observações feitas na fazenda e também relatos do produtor, não é utilizado um método específico para o controle de estoque dos suprimentos. Eles são comprados de acordo com a demanda, sempre que necessário nos dias em que o produtor vai à cidade ou são adquiridos com vizinhos em casos de maior urgência. Todos os suprimentos são acondicionados em um armário de alumínio, o qual fica na sala de fabricação do queijo (o que também é descrito no Memorial Descritivo do IMA).

O estoque mais perceptível nesta unidade produtora foi o estoque de produto em elaboração. Durante a etapa de Descanso 24 horas e a etapa de Maturação de no Mínimo 22 dias do processo de produção, os queijos ficam em estoque, armazenados nas bancas e nas prateleiras de maturação, respectivamente, aguardando a finalização do processo.

No que diz respeito ao estoque de produto acabado, observou-se que não há a existência dele pois, acordando com as regulamentações, o tempo mínimo previsto para a maturação é de 22 dias, não sendo estipulado um tempo máximo para ser transposto para o estoque. Assim, logo após a maturação desejada, os queijos já são embalados, rotulados e, em sequência, são distribuídos aos clientes, no mesmo dia.

4.4.3 Distribuição física

A distribuição do Queijo Minas Artesanal Canastra produzido no empreendimento é realizada pelo próprio produtor utilizando uma caminhonete. O produto é distribuído nos municípios de Araxá, Ibiá e Bambuí. No município de Medeiros (onde a fazenda produtora é localizada), não existe nenhum ponto de distribuição física, porém o queijo é comercializado na própria fazenda quando há encomendas por clientes interessados. A armazenagem do produto é feita em caixas de papelão, com 16 queijos em cada caixa.

A entrega nos municípios de Araxá e Bambuí ocorre quatro vezes ao mês, especificamente aos sábados em Araxá e segundas-feiras em Bambuí. No município

de Ibiá são distribuídos duas vezes ao mês de acordo com a demanda dos clientes.

4.5 Processo de produção

O processo produtivo se inicia com a obtenção do leite onde, primeiramente, é feita a limpeza do aparelho de ordenha. A preparação do gado tem início com o teste de caneca telada: é usada uma caneca com o bocal envolto por uma tela e feito o recolhimento de uma amostra do leite. O intuito é verificar se a vaca contraiu alguma doença nas tetas, pois o leite infectado muda a sua textura, deixando um pouco de resíduos na tela.

Antes do recolhimento do leite é realizada a higienização e secagem das tetas; esta última deve ser feita com papel toalha, que é descartado logo após o uso. A extração da matéria-prima é feita via ordenha. A fazenda estudada conta com a presença de três canos de ordenha. Enquanto as três primeiras vacas que foram preparadas estão sendo ordenhadas, mais três estão iniciando o processo de preparação; este ciclo (Apêndice A) se repete até que se conclua a ordenha das 51 vacas da fazenda produtora. Após a ordenha, o leite é imediatamente transportado para a queijeira por meio de dutos que o conduzirão até os tanques dispostos no local.

Estando o leite ordenhado armazenado no tanque, é feita a adição do pingo e do coalho. O pingo se trata do soro que escorre do queijo quando ele está no processo de Segunda Salga, ocorrendo de um dia para o outro. O coalho funciona como fator coagulante que divide o leite entre soro e massa, enquanto a mesma fica em repouso no processo de coagulação. Tendo passado o período de repouso é feito o corte da massa, com o intuito de evitar a perda das propriedades que acontece na coagulação. O corte da massa é realizado manualmente com uma peça de madeira, tendo que ser feito com movimentos suaves para a mistura se tornar homogênea. Em seguida, acontece o processo de dessoragem, que consiste na separação do soro da massa que é gerada na coagulação. Enquanto o soro é aproveitado na alimentação de animais, a massa passa para o processo de prensagem manual, onde é pressionada com o intuito de retirar o excesso do soro ainda restante.

Logo após a dessoragem, a massa é disposta em formas e, nesse momento, o produtor desenha as iniciais de seu nome e de sua esposa no produto, o que se tornará uma marca gravada no queijo. Posteriormente à enformagem, é efetuada a primeira salga na superfície do queijo; há, então, um tempo de descanso para, em seguida, virar o queijo de lado e suceder a segunda salga.

O queijo descansa em uma banca por um período de vinte e quatro horas e, ao término deste ciclo, é transferido para o processo de maturação onde será lavado, retirado o excesso de sal, virado e repousará sobre uma prateleira de madeira por, no mínimo, vinte e dois dias. Ao término do prazo de Maturação é feita a Toaleta, onde se dará o acabamento do queijo para, em seguida, passar pelo processo de embalagem, pesagem e por fim, a comercialização. A Figura 2 concede a visualização do processo.



Figura 2: Vídeo do Processo Produtivo Queijo Canastra

Fonte: Os Autores (2017)

Para que seja possível a visualização do vídeo, abra a loja de seu *Smartphone* e baixe algum aplicativo leitor de código QR, execute-o, posicione a câmera sobre o código e abra a URL contida.

4.6 Fluxograma

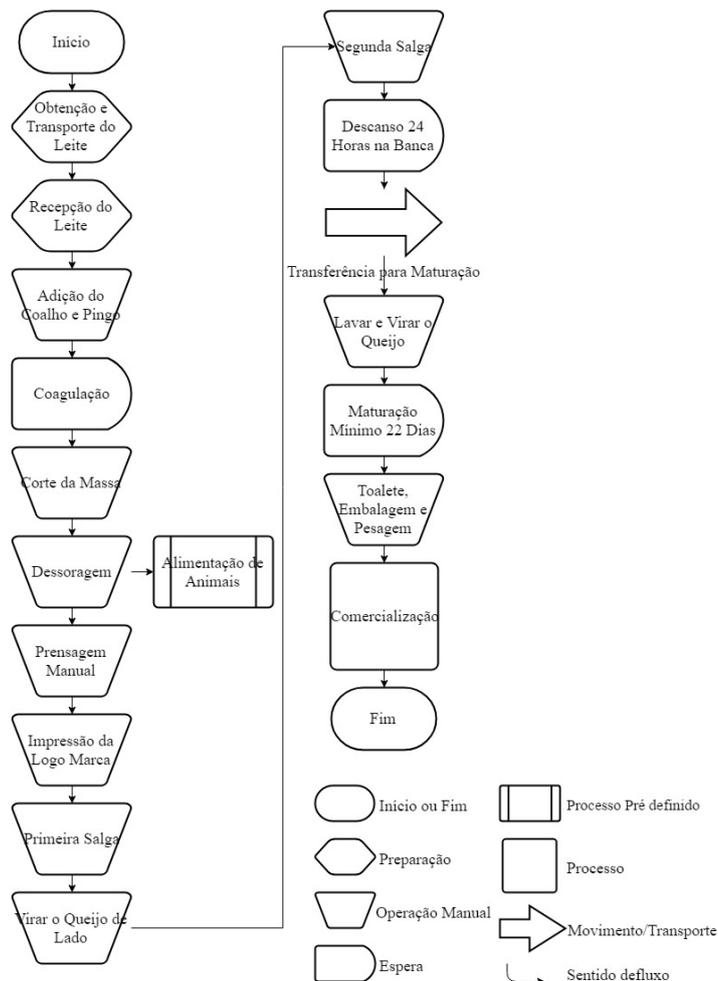


Figura 3: Fluxograma do processo produtivo do queijo

Fonte: Os Autores (2017)

Para que seja possível a visualização do vídeo, abra a loja de seu *Smartphone* e baixe algum aplicativo leitor de código QR, execute-o, posicione a câmera sobre o

código e abra a URL contida.

Código QR (sigla do inglês *Quick Response*) é um código de barras bidimensional que pode ser facilmente escaneado usando a maioria dos telefones celulares equipados com câmera. No caso deste artigo o código é convertido em um endereço URL que irá direcionar o usuário ao *site*.

4.7 Estudo de Tempos

Os Gráficos de Gantt no Apêndice A, B, C e D demonstram os tempos necessários para a realização de cada processo. Foram divididos entre quatro segmentos, sendo eles: obtenção da matéria prima (Apêndice A), produção do queijo até a segunda salga (Apêndice B), produção do queijo até a maturação (Apêndice C) e acabamento (Apêndice D).

Foi feito o acompanhamento da produção de 23 queijos, totalizando um tempo total de 2 horas, 30 minutos e 16 segundos na somatória do tempo dos processos.

No decorrer do dia, o produtor opera em três diferentes lotes de produção sendo: a produção que se inicia no dia até ir para o descanso de 24 horas, a produção do dia anterior que já passou pelo referido descanso e a produção que já passou pelo processo de Maturação e precisa passar pelo Toalete, Embalagem e Pesagem para então ser comercializada.

Todo o segmento de Acabamento, acontece simultaneamente com o processo de coagulação (3ª etapa do Apêndice B), sendo este o único momento em ocorre operações nos lotes simultaneamente.

4.8 Gargalos

Após a realização do estudo, feito o levantamento de todos dados e fontes trabalhadas, foram detectados modelos de processos que impediam o progresso ou desenvolvimento da produção e venda do Queijo Minas Artesanal Canastra.

No aspecto produção, o grande gargalo encontrado, é simplesmente a restrição imposta pela normativa do IMA, onde o produtor deve confeccionar no máximo quarenta e cinco unidades de queijo por dia com padrão de tamanho e peso. Assim, mesmo tendo grande volume de leite ou capacidade produtiva fica impossibilitado de aumentar a produção de queijo.

Outro gargalo encontrado diz respeito ao que o mercado demanda de Queijo Minas Artesanal Canastra, tendo em vista que a queijaria deve seguir o que é imposto pelas normativas vigentes de regulamentação. Segundo relatos do produtor, o grande interesse dos clientes e das fatias de mercado está na compra de queijo fresco, justificado por fatores culturais na região assim como a economia e instabilidade financeira do país, (visto que o queijo maturado tem um valor mais alto que o queijo fresco) e, com a adoção das normas, o produtor poderá somente vender seu produto passados vinte e dois dias de maturação de cada peça de queijo. Com isso, o cliente

vem demonstrando menos interesse e receio em efetuar a compra desse produto, causando assim uma redução nas vendas.

Quanto ao gargalo encontrado no processo produtivo, notou-se que o processo em determinado momento, especificamente após a Prensagem Manual possui uma pausa na continuidade da produção para que se transfira a produção do dia anterior, que se encontra disposta sobre a banca tendo seu prazo de Descanso de 24 horas para as prateleiras de maturação. Sendo assim pode-se haver uma otimização de 18 minutos e 06 segundos no processo, se for realizado a Transferência para Maturação e Lavar e Virar o Queijo dessa produção do dia anterior em simultaneidade com a Coagulação.

4.9 Marketing

Os tipos de queijo que são feitos na presente unidade produtiva estudada são: Queijo Canastra Merendeiro (600 a 700 gramas) R\$20,00/kg, Queijo Canastra Tradicional (1,0kg a 1,3kg) R\$30,00/kg e Queijo Canastra Real (6 a 7kg) R\$50,00/kg.

Segundo relatos do produtor, a partir da regulamentação da produção do Queijo Minas Artesanal Canastra a demanda cresceu. A embalagem e o rótulo também seguem as regras da normatização, sendo a embalagem de plástico e embalada a vácuo pelo próprio produtor. O rótulo na embalagem é personalizado, o qual se identifica como Queijo Minas Artesanal da região da Canastra, assim como dispõe o nome do produtor como marca, de forma a gerar sua identidade. Ele também possui uma marcação feita no próprio queijo durante o processo de produção, o que também permite identificar a marca do mesmo. Todo esse processo traz uma personalidade única ao produto e o torna diferente quando exposto para reconhecimento dos clientes.

A EMATER também promove periodicamente concursos do Queijo Minas Artesanal Canastra, onde participam os produtores cadastrados. O produtor da fazenda possui participação nestes concursos e feiras de queijos, o qual já foi ganhador de títulos, troféus e medalhas, adquirindo boas colocações. Tais participações e premiações, são utilizadas como marketing de propaganda do queijo, tendo em vista que em tais concursos há a presença de mídias, autoridades de vários órgãos, empresários, comerciantes e clientes, o que se torna oportunidade para expandir a fatia do mercado já alcançado pelo produtor.

Outra maneira de divulgação do queijo, relatada pelo produtor, foi o boca a boca feito por meio de seus próprios clientes, assim como dos pontos de vendas onde ele realiza a distribuição dos seus queijos.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante o levantamento de todos os dados apresentados, da observação realizada no local de produção, relatos do produtor e de sua família (a qual tem

participação nos processos de produção) e relatos do técnico da EMATER-MG, pode-se considerar que a unidade produtiva da Fazenda é eficaz quanto ao padrão de qualidade instituído pela normatização e alcança também eficiência em seu processo de produção e logística, pois consegue atender a demanda.

Destaca-se o fato da importância das normas e leis que regulamentam o Queijo Minas Artesanal pois elas proporcionam um padrão de qualidade e também um suporte de assistência técnica ao produtor, onde o mesmo pode contar com instruções, participação em cursos e nos concursos, e também os manuais de Boas Práticas de fabricação para auxiliá-lo nas melhorias e manejo da produção. Porém, também percebe-se que tais normas destoam-se da realidade do mercado ao que diz respeito ao tempo de maturação do queijo e sugere-se que elas sejam revistas pelo Estado e pelos órgãos competentes, com intuito de evolução das mesmas normas, a fim de beneficiar o produtor, do mercado, da economia brasileira e também do consumidor.

A parte do processo produtivo flui bem, notou-se que há uma capacidade instalada suficiente para possíveis aumentos na quantidade produzida, assim como percebeu-se com o estudo de tempos que o tempo de produção é baixo levando em consideração a jornada de trabalho diária máxima imposta pela Consolidação das Leis Trabalhistas.

Em relação à logística, sugere-se ao produtor, a fim de melhorias, a utilização de um método diferente de controle de estoque, para armazenar e organizar melhor suas compras de insumos. A eficiência de um estoque bem organizado pode evitar desperdícios e/ou alguma possível interrupção da produção pela ausência de suprimentos. Assim, a produção do queijo tem melhor desempenho no processo como um todo e conseqüentemente melhor resultado.

Nota-se que o marketing do produto é bem trabalhado, sendo reconhecido no mercado por suas premiações em concursos e pela qualidade. Por outro lado, não há uma preocupação em fidelizar e divulgar a marca além da forma citada, ficando o produtor preso à atuação da EMATER de promover os concursos. Sugere-se então ao produtor desenvolver uma divulgação da marca que atue também nos meios em que os congressos não possuem abrangência. Sugere-se ainda a tentativa, dentro das possibilidades de produção, do alcance de novos clientes nas cidades onde já é feita a venda, para que seja aproveitada o deslocamento e custo com o transporte já realizados.

No mais, percebeu-se uma harmonia entre os processos realizados para a produção do Queijo Minas Artesanal Canastra da Fazenda e também notou-se que não só o produtor, assim como sua família, estão satisfeitos e motivados com a realização de tal atividade.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. F. de; MEDEIROS, K. F. de. **Análise do processo produtivo e a identificação de**

gargalos na produção do caulim. Salvador, 2009.

BALLOU, R. H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BRASIL. **Lei Nº 14.185, de 31 de Janeiro de 2002.** Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?num=14185&ano=2002&tipo=LEI>>. Acesso em: 8 mai. 2017.

BRASIL. **Lei Nº 19.476, de 11 de Janeiro de 2011.** Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LEI&num=19476&ano=2011>>. Acesso em: 8 mai. 2017.

CERVO, L.; BERVIAN P. A.; SILVA, R. da. **Metodologia Científica.** 6.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall. 2007.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos.** São Paulo: Thomson, 2007.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DE MNAS GERAIS - EMATER-MG. **Caracterização da microrregião da Canastra como produtora de queijo Minas artesanal.** São Roque de Minas, 2004a.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DE MNAS GERAIS - EMATER-MG. **Caracterização da microrregião de Araxá com produtora de queijo Minas artesanal.** Araxá, 2003a.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DE MNAS GERAIS - EMATER-MG. Queijos tradicionais de Minas com mais qualidade. **Revista da Emater-MG**, Muzambinho v. 22, n. 80, p.8-9, ago. 2004b

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DE MNAS GERAIS - EPAMIG. **Os queijos na fazenda.** 3. ed. São Paulo: Globo, 1989. 219 p.

FOX, P. F. **Cheese:** Chemistry, physics and microbiology. London: General aspects, 1993. v. 1.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. **A Meta: um processo de melhoria contínua.** 2. ed. São Paulo: Nobel, 2002

KOTLER, P.; KELLER. K. L. **Administração de marketing.** 12 edição. São Paulo: Ed. 2007.

KOTLER, P.; ARMSTRONG, G. **Princípios de marketing.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações.** 2. ed rev. e ampl. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações.** 8. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2006.

NISBETT, J. e WATT, J. **Case Study.** Redguide 26: Guides in Education Research. University of Nottingham Scholl of Education, 1978.

PAVAN, P. A. R. **Gerenciamento de projeto de expansão de instituições hospitalares: estudo de caso. Monografia de Conclusão de Curso de Especialização em Gerência Empresarial e Negócios – Universidade de Taubaté, Taubaté, 2002.**

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

PRÉVE, A. D. **Organização, Sistemas e Métodos**. Santa Catarina: UFSC, 2012.

RIBEIRO, J.A. **Queijos do Brasil**. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes (Ex-Felctiano)*, Juiz de Fora, v.14, n. 86, p. 33-34, set./out. 1959.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo, SP: Editora Atlas S.A., 1997.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. Tradução Maria Teresa Corrêa de Oliveira. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

VELOSO, R.; NAZARÉ, D. B.; CASTRO, F. P.; NEGRÃO, L. L. L.; CARNEIRO, M. P. **Estudo de tempos aplicado a um serviço de revisão geral de motocicletas na cidade de Redenção – PA**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Bento Gonçalves, 2012. Anais... Bento Gonçalves, 2012.

YIN, R. Estudo de caso. **Planejamento e métodos**. 2a edição, Porto Alegre/RS: Bookman, 2001.

APÊNDICES E ANEXO

Apêndices A,B,C e D e Anexo A, disponíveis no código QR.



Fonte: Os Autores (2017)

GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS EM SERVIÇOS POR MEIO DO FLUXO DE INFORMAÇÕES: CASO DO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO GETÚLIO VARGAS

Manoel Carlos de Oliveira Junior
Sandro Breval Santiago
Saariane Arruda Bastos

1 | INTRODUÇÃO

A logística tem papel relevante na execução das atividades institucionais, sejam elas públicas ou não. Conseqüentemente, só é desenvolvida por meio da constante troca de informações entre os participantes deste processo. Assim, é necessário o gerenciamento destas informações para que se propiciem resultados adequados, no menor tempo possível entre a solicitação do serviço e seu atendimento.

De acordo com o CSCMP (2013) as atividades logísticas incluem a gestão *inbound* e *outbound* do transporte, de frota, armazenagem, movimentação e manipulação interna de materiais (insumos e produtos acabados), envio das ordens de serviços, redes logísticas, inventário/estoque, PCP e gestão de fornecedores logísticos.

Quando se trata da esfera pública, como no caso de hospitais universitários, as cadeias de suprimentos de prestação de serviços são mais complexas do que seriam se fossem de ordem privada, fazendo-se necessário estudos

acerca do funcionamento das mesmas para maior entendimento do assunto. Assim, o local escolhido para realização do presente estudo foi o Hospital Universitário Getúlio Vargas - HUGV, caracterizado posteriormente neste artigo.

Partindo desse pressuposto, levantou-se a seguinte problemática: O fluxo de informações da Cadeia de Suprimentos da Instituição fornece o suporte necessário ao desenvolvimento de suas atividades?

Desta forma, o presente estudo teve o objetivo geral de identificar o gerenciamento da cadeia de suprimentos por meio do fluxo de informações no Hospital Universitário Getúlio Vargas, no município de Manaus, tendo como objetivos específicos descrever a gestão integrada da cadeia de suprimentos, descrever o nível de interação entre os setores responsáveis pela execução das atividades correlatas ao funcionamento da instituição e analisar as etapas do fluxo de informações e seu desenvolvimento entre os diversos setores da instituição.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos inerentes à Logística

No conceito organizacional contemporâneo, a logística aparece como um

conceito estratégico, não só por causa da gestão de materiais e distribuição física, mas também por fornecer valores de tempo e lugar para os clientes, por tornar-se um elemento que se distingue para as organizações, com agilidade, flexibilidade e integração de seus canais internos e externos. (BALLOU, 2007a; SLACK; CHAMBERS et al., 2009; BOWERSOX; CLOSS et al., 2013), descrevem que o conceito de logística pode ser separado em três pontos básicos: alimentação (fornecedores), plantas (interno) e distribuição (clientes), com agregação de outras subatividades, que representam um grupo que é definido como altamente empírico, o que resulta em efeitos negativos que influenciam diretamente o desempenho final das organizações.

Da literatura e considerando a abordagem de todos os conceitos, pode-se afirmar que logística é o processo de planejamento, implementação e monitoramento de fluxo econômico e eficiente de matérias-primas, inventários em processo, produtos acabados e todas as informações a partir do ponto de origem ao ponto de consumo, a fim de atender os requisitos do cliente (BOWERSOX, CLOSS et al., 2013; CHRISTOPHER, 2016; SCHÖNSLEBEN, 2016).

A cadeia logística do setor público de saúde abrange fluxos de pacientes, produtos médico-hospitalares, medicamentos e informações relacionadas. A gestão desta cadeia, por sua vez, envolve o gerenciamento de todos os recursos, meios, métodos, ferramentas e técnicas destinadas para conduzir com eficiência a entrega de um produto ou serviço ao consumidor final (BEAULIEU *et al*, 2014).

A logística hospitalar é também definida como um conjunto de atividades de concepção, planejamento e execução para compra, gerenciamento de estoque e reabastecimento de bens e serviços que cercam a prestação de serviços médicos. Os fluxos físicos a considerar, pelo fato de que são importantes em função da frequência, do seu volume e do comprimento do circuito, são os seguintes: o fluxo de produtos farmacêuticos, resíduos, lavanderia, alimentação, manutenção, esterilização, pacientes e o sangue (HASSAN, 2006).

Diante dos desafios que as organizações de saúde enfrentam, a melhoria contínua da logística é essencial para suas estratégias. A adoção de boas práticas logísticas e a adaptabilidade para as restrições econômicas, sociais, ambientais e legais são essenciais para assegurar um processo de aperfeiçoamento da cadeia logística de medicamentos e de produtos para saúde. O desenvolvimento e práticas logísticas nas organizações são diversas e variam de um estabelecimento para outro (SAMPIERITEISSIER, 2004) e muitas instituições não tomaram as medidas para ter uma cadeia logística bem-sucedida (ROY et al, 2015).

Na visão de Carvalho e Ramos (2016), a gestão logística em saúde consiste no gerenciamento dos fluxos físicos e informacionais, por meio do planejamento, implementação e controle dos fluxos de materiais, pessoas e serviços considerando os *trade-off*, a qualidade e o tempo. Vale salientar que o enfoque dado pelos autores para logística na saúde abrange a gestão dos fluxos de materiais e informações, desde os fornecedores até o beneficiário final. Ou seja, ela objetiva otimizar processos

de abastecimentos, transformar processos produtivos em processos eficientes, e alcançar elevada qualidade de serviço, com menores custos possíveis.

Estudos mais recentes apontam que a logística interna vem sendo o elo de tentativa para organização para otimizar atividades internas com o objetivo de reduzir custos para organizações em diferentes segmentos. No entanto, questões organizacionais como falta de conhecimento de uma visão estratégica se tornam dificuldades e precisam ser tratadas. Os autores concluem que a transferência de conhecimento e a tecnologia utilizada na indústria de fabricação poderiam ser de grande benefício. (GRANLUND e WIKTORSSON 2013).

No estabelecimento de saúde ocorre uma variedade de fluxos físicos: produtos servindo como suporte para a recepção de pacientes (refeições, roupa de cama e camas, macas...), produtos utilizados diretamente na assistência médica (medicamentos, próteses, equipamentos esterilizados...) e um fluxo mais ou menos visível para os pacientes como fluidos (eletricidade, água, oxigênio...) ou os prontuários médicos e de enfermagem. Em paralelo a esses fluxos de produtos, move-se um fluxo contínuo de pessoas: pessoal do hospital (administrativo e logístico, cuidadores e equipe médica), mas também pacientes acompanhados de suas famílias (SAMPIERI, TEISSIER e ROLLIN, 2015).

2.2 Caracterização da organização objeto de estudo

O HUGV é uma instituição pública federal, subordinado ao Gabinete do Reitor da Universidade Federal do Amazonas. O departamento estudado classifica-se como administrativo, por não se tratar de área fim. A Unidade de Apoio Operacional (UAO) sendo ramificação da Gerência Administrativa, é responsável por parte da rotina administrativa e da cadeia de suprimentos da Instituição. Tem como atividade-meio e apoio: fiscalizar contratos administrativos no âmbito da Divisão Administrativa e Financeira, monitorando a qualidade, a efetividade, e agilidade dos serviços comuns de atividade meio essenciais ao funcionamento do hospital; orientar fiscais de contratos administrativos quanto as boas práticas da fiscalização contratual; gerir atividades de emissão de passagens e concessão de diárias; elaborar projetos básicos /termos de referência para a aquisição de bens ou serviços relacionados a sua área de atuação; conduzir procedimentos para apuração de irregularidades na execução contratual, sob demanda dos fiscais de contratos firmados pelo hospital.

Como se trata, em parte, de prestação de serviço, a cadeia de suprimentos necessita que sua gestão utilize recursos humanos baseado em seu capital intelectual, além dos seus processos básicos como prestação de serviços de qualidade e satisfação dos pacientes, mas também enxergue a organização como empresa, considerando que um hospital de grande porte tem a administrar não só a prestação de serviços médicos, mas também atividades correlatas a esses atendimentos como: serviços de hotelaria e lavanderia, serviços de limpeza, vigilância, restaurante, recursos humanos e afins utilizando como meio de controle os sistemas de informação e suporte.

Devido à complexidade por trás do gerenciamento dessas atividades, a gestão encontra dificuldade em planejar e supervisionar suas operações, tendo em vista que todas elas geram alta quantidade de informações a serem compiladas e avaliadas para que o planejamento proporcione o produto/serviço no local certo, em quantidade suficiente e do modo solicitado.

3 | METODOLOGIA DE PESQUISA

Este artigo consiste em uma pesquisa de campo exploratório-descritiva que, segundo Gil (2002), tem sua formação por meio de observação direta das atividades do grupo estudado e de entrevistas com informantes para captar explicações e interpretações do que ocorre naquela realidade, tendo “por objetivo descrever completamente determinado fenômeno” (LAKATOS, 2003). Sua realização se dá em dados primários que, segundo Gil (2002), são os que ainda não sofreram estudo e análise, classificando-se também como de natureza básica considerando que irá promover abordagens novas [...] “propiciando o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem chegando a conclusões inovadoras” (LAKATOS, 2003).

Com objetivo exploratório, a pesquisa de campo realizada forma um estudo prático possibilitando definição e delineamento sobre determinado assunto. O delineamento deu-se por meio de entrevistas com o supervisor e a Chefia da UAO do hospital universitário, responsáveis diretos pela gestão de todos os processos do cotidiano institucional, avaliando a interação dos gestores quanto ao conhecimento teórico das atividades inerentes à cadeia de suprimentos a fim de traçar seu perfil de chefia e sua congruência com a área em questão, analisar as perspectivas institucionais dos gestores para compará-las com medidas adotadas, relacionar atividades desenvolvidas ao seu propósito e retratar seu fluxo de informações.

Quanto ao instrumento de pesquisa, foi utilizada entrevista semiestruturada, que é definida por Cassel e Simon (1997) como entrevista baseada em roteiro pré-definido, porém não é estruturada suficientemente a ponto de permitir análise estatística. Realizada em várias etapas, as entrevistas ocorreram em dias alternados de acordo com disponibilidade dos entrevistados que também foram definidos conforme o nível de hierarquia da Unidade estudada.

4 | ANÁLISE DE DADOS

A entrevista foi estruturada em quatro partes a fim de avaliar variáveis influenciadoras do gerenciamento da cadeia de suprimentos hospitalar. Na primeira etapa, o tema central foi a visão geral da cadeia de suprimentos. Avaliou-se a interação do gestor quanto ao conhecimento teórico das atividades logísticas inerentes à cadeia de suprimentos a fim de traçar o perfil de chefia e congruência com a área em questão.

Inicialmente foi perguntado aos gestores sobre as perspectivas da utilização de gestão integrada, no qual a resposta foi criar *links* entre setores envolvidos na atribuição da Unidade, tendo como exemplo o trabalho com matrizes de responsabilidades.

Quanto a implementação de métodos de gestão, afirmou-se que tais métodos, uma vez definidos, tem como função essencial medir apenas controles finalísticos (de resultados). Sobre a relação dos métodos definidos e suas aplicações com o resultado dos mesmos, citaram que controles finalísticos refletirão nos passos seguintes de implantação dos métodos, considerando que, sendo um processo contínuo, procura-se proporcionar efetividade.

Foi posto em questão a ciência dos diversos tipos de cadeias de suprimentos, os quais responderam que o conhecimento que possuem sobre o assunto é o de que na cadeia de manufatura há planejamento das necessidades para atingir a meta, obtém-se recursos e posteriormente adquirem-se insumos, mão de obra e terceirizados. Na cadeia de prestação de serviços planeja-se a necessidade de terceirização para atender seus resultados. O principal fator externo influenciador do fluxo de informações da cadeia de suprimentos foi citado pelos entrevistados como a ausência de recursos financeiros, além de mudanças governamentais.

Quanto aos componentes de uma cadeia de prestação de serviço foi descrito que o ciclo se inicia com o recebimento da demanda, desenvolvimento de um cronograma e na definição de seus executores e, conseqüentemente, sua execução. Como método viabilizador da informação entre estes componentes, os gestores sugeriram a criação de um canal único de comunicação, documental e eletrônico. A chefia recebe a demanda e a distribui para os setores, que por meio da matriz de responsabilidades desenvolverão atividades integradamente de acordo com o controle finalístico.

Na segunda etapa foram analisadas as perspectivas institucionais dos gestores a fim de relacioná-las com a visão da instituição descrita nos documentos oficiais do nosocômio, identificando possíveis desalinhamentos de gestão, considerando que estes influenciam negativamente na definição de métodos de gerenciamento.

Os gestores foram questionados sobre as atividades administrativas inerentes as necessidades da instituição ao que responderam, por se tratar de um hospital universitário federal, a Administração Pública exige que sejam seguidas leis e normas referentes às diversas atividades administrativas tendo como principais setores a Licitação, a Controladoria, que é responsável pela contabilidade da instituição, bem como seus gastos realizados, aval de pagamento e afins, o Setor Financeiro, que analisa e executa pagamentos, responsabiliza-se pelos empenhos e dotação orçamentária, e o Apoio Administrativo que desenvolve atribuições operacionais e auxilia na execução das Unidades, Setores e Divisões etc.

Em relação a relevância da UAO, os gestores mensuraram-na como de importância média, pois exerce função de apoio às atividades dos demais setores, ou seja, não influencia diretamente os demais resultados, porém sua ausência os sobrecarregaria. No entanto, na visão dos gestores, apesar de a Unidade ter sido

criada com o intuito de dar suporte aos setores administrativos e áreas/serviços afins do HUGV e fornecer apoio administrativo na fiscalização de contratos, cumpre atribuições além das propostas inicialmente.

Na terceira etapa, procurou-se relacionar as atividades desenvolvidas ao seu propósito de criação comparando-as com o que fora descrito anteriormente, buscando coerência na gestão. Em um primeiro momento, foram questionadas as atribuições desenvolvidas na Unidade, dada a resposta de que, como atribuição principal, o apoio possui a fiscalização de contratos administrativos do hospital tanto de empresas prestadoras de serviços, quanto de fornecedores de material de consumo, bem como a elaboração de projetos básicos e termos de referências inerentes a suas atribuições, além do controle de diárias e passagens utilizadas pelos gestores. Também é responsável pelo controle da vigilância, recepção, elevadores, salas de reunião, garagens e apoio a eventos internos. Sendo definidas pela Gerência Administrativa do hospital por meio de regulamento interno sem descartar a participação da Fundação Universitária do Amazonas, entidade a qual o HUGV ainda é subordinado por não possuir gestão plena (totalitária).

Todas as atribuições foram detalhadas nos seguintes termos:

- Fiscalização de contratos: Os fiscais de contratos monitoram a execução dos serviços das empresas contratadas, o funcionamento de máquinas alugadas e material de consumo hospitalar. Se encontrada alguma irregularidade, é obrigação do fiscal entrar em contato com a empresa para esclarecimentos e providências. Quando houve tentativas sem sucesso, o fiscal encaminha memorando protocolado no SGI da EBSEH para a UAO contendo relatório da irregularidade para que a Unidade notifique a empresa oficialmente e, em casos extremos, elaborar sanções administrativas com aval da Chefia de Setor e Divisão Administrativa Financeira.
- Elaboração de Projetos Básicos e Termos de Referência: Para todo e qualquer processo licitatório deve existir um objeto para a aquisição ou contratação. Diante deste fato, é necessária justificativa para tal, baseada em estudos, análises e demonstrações da referida necessidade. A UAO é responsável pela elaboração dos TR'S e PB'S das suas atribuições sempre que se fizer necessário para início de processo licitatório. Depois de elaborado é necessário assinatura e aprovação das Chefias de Setor, Divisão, Gerência e Superintendência.
- Controles de diárias e passagens: Mensalmente, as Chefias de Unidades, Setores, Divisões, Gerências ou Superintendência necessitam viajar para Congressos e Eventos para representar o HUGV, portanto solicitam a emissão das passagens e diárias por meio do e-mail institucional com dados do solicitante e justificativas para que a UAO possa inserir o pedido no Sistema de Concessão de Diárias e Passagens.
- Vigilância: O HUGV não possui vigilância orgânica (servidores contratados), portanto existem contratos com empresas responsáveis por tal atribuição e a UAO fica encarregada de gerenciá-las. Quando há situações atípicas ou que necessitem de fiscalização ou intervenção da Instituição, a UAO é acionada para devidas providências.

- **Recepção:** É encarregada de dispor informações aos usuários do hospital e fazer o controle de entrada e saída de acompanhantes e visitantes, além do controle de visitantes externos que precisem acessar os demais setores do hospital, esses controles são feitos por meio de planilhas. A UAO é responsável pelo gerenciamento da equipe de recepção e suas escalas, frequências, materiais de expediente, suporte administrativo e arquivamento das planilhas de controles.
- **Salas de reunião:** São utilizadas salas de reunião para reuniões de seminários médicos, apresentações de trabalhos de conclusão de curso e demais atividades tanto institucionais quanto administrativas. Para tanto, a UAO é responsável pelas salas (espaço físico) e gerenciamento das mesmas através de agendamento. Os agendamentos são feitos através de telefone e para agendamentos que ocorrerão durante todo o decorrer do ano é solicitado requerimento através de memorando contendo cronograma das reuniões.
- **Estacionamento/Garagens:** o HUGV possui dois andares de utilização de garagem sendo o primeiro destinado o uso de vagas pelos servidores da instituição, funerária e ambulância. Foi desenvolvido um sistema de registro de vagas onde os Chefes de Unidade têm direito a uma credencial de utilização relacionada a sua Unidade, conseqüentemente o mesmo processo acontece com os demais setores. A credencial é entregue mediante termo de responsabilidade e de recebimento e, caso o solicitante deseje, também se registram os possíveis substitutos daquela vaga preenchendo o formulário de Substituto com as devidas informações do concedente e substituto.

Na quarta e última etapa da entrevista, procurou-se retratar o funcionamento da Unidade e seu fluxo de informações para descrever o nível de interação entre os setores responsáveis pela execução das atividades, analisando as etapas do fluxo de informações e seu desenvolvimento entre os diversos setores da instituição.

Foi pedido aos gestores um breve relato de ocorrência de demanda do hospital, ao que foi escolhida a notificação de contrato, que como já foi citado anteriormente, é atribuição principal da Unidade.

Uma vez que um fiscal de Contrato identifica uma irregularidade, entra em contato com a empresa e não obtém resposta, ele mesmo encaminha relatório com as anotações da ocorrência à Unidade por meio de memorando protocolado fisicamente e eletronicamente. Quando a irregularidade é sobre a falta de entrega de materiais, acompanha a nota de empenho junto com solicitação da Unidade de Contratos (Unidade responsável pela elaboração de Contratos). Quando é sobre o não-cumprimento de cláusulas contratuais, acompanha o termo de contrato como referência. Sendo assim, a UAO elabora a primeira notificação informando a empresa do ocorrido citando dados referentes a motivação de tal contato e abre-se o prazo de dez dias de resposta a partir do recebimento do Ofício. Não obtendo êxito, a segunda notificação é enviada reiterando o assunto para a empresa e os mesmos termos de prazo de resposta são aplicados. Não havendo resposta, a Chefia elabora Minuta de Penalidade embasada nos itens constantes no Contrato e esta mesma minuta recebe o aval do Chefe de

Setor/Divisão/Gerência para encaminhamento à Ufam e possível cálculo. O controle de vencimentos de datas de todas as notificações é feito a partir de planilha elaborada internamente e disponível na Intranet do HUGV.

Geralmente, as notificações não são feitas por email pelo fato de que as empresas não visualizam a caixa de entrada constantemente, sendo mais viável notificação física. Quanto aos canais de informação utilizados nessas demandas, foi respondido que as solicitações são recebidas por meio de memorando (nos casos de fiscalização de contratos, estacionamento/garagem), e-mail (concessão de diárias e passagens), vias telefônicas, no qual se incluem telefonemas e aplicativos de troca de mensagens como o whatsapp (salas de reunião, vigilância e recepção), e encaminhadas para devidas providências solicitadas a chefia.

A UAO pretende criar um único canal de informação, pois os diversos meios de coleta de dados acabam provocando ruídos de comunicação, interferindo diretamente nas medidas adotadas e decisões tomadas. Quanto à supervisão das atividades desenvolvidas, foi exposto que cada atividade passa pela supervisão de um servidor lotado na UAO, que fará sua análise e repassará os dados para a Chefia, que determinará as ações a serem iniciadas com o aval da Chefia de Setor. A partir daí, é montado um cronograma de serviços pela Chefia de Setor com prioridades na execução de acordo com o nível de importância. Ao ser perguntado sobre a necessidade de *feedback*, foi respondido que esse cronograma é acompanhado diariamente conforme a execução das atividades. Entretanto, a Chefia de Setor solicita semanalmente entrega de atividades afim de checar o cumprimento dos prazos e finalização de processos. Frequentemente, alguns prazos são alterados por dependerem do parecer de outros setores.

Como exemplo, os gestores citaram notificação elaborada acerca do não-cumprimento de cláusulas contratuais de determinada empresa e que precisou do aval de outras Chefias, de acordo com a hierarquia do Setor, havendo certa demora nas respostas por conta da “ordem de prioridades”. Foi proposto aos gestores a elaboração de mapeamento do processo de delegação de atividades, ao que estes responderam que a delegação de atividades é feita pela Chefia da Unidade mas, inicialmente, a demanda (memorando, e-mail e afins) é recebida pela bolsista que data o documento, rubrica e insere na planilha de acompanhamento de processos para registro de dados, somente depois a informação/documento é passada para a Chefia de Unidade ter ciência do mesmo e determine o servidor apto a realizar a atividade baseando-se no seu plano de trabalho. Portanto, o servidor desenvolve a atividade conforme as especificações e orientações da Chefia e, ao final, a análise elaborada retorna para a aprovação da mesma Chefia de Unidade e, posteriormente, da Chefia de Setor. Questionados acerca de um planejamento estratégico especificamente sobre os canais de distribuição de informações, os mesmos afirmaram não possuir nada definido somente para o canal de informações, considerando que as Chefias afirmam como válidas todo e qualquer modo de transmissão de dados, porém há um consenso

de que o Sistema Integrado de Gerenciamento EBSERH deve ser utilizado para registro de todo e qualquer documento a fim de facilitar a localização de processos e gerí-los de maneira eficiente.

Por fim, quando perguntados sobre a interação de outros setores com a UAO, os gestores responderam que os demais setores têm participação ativa no desempenho da UAO, descrevendo-as da seguinte maneira:

- Fiscalização de Contratos quanto à notificação: para notificar uma empresa acerca da falta de cumprimento de cláusulas contratuais necessitamos do acesso ao Termo de Contrato assinado pela empresa que fica na Unidade de Contratos. Além do Termo, também é necessário o Edital do Pregão Eletrônico ao qual a empresa concorreu para que sejam comparados os itens propostos a ela e os que realmente foram acordados. Para isso, é necessário a participação da Unidade de Licitações para disponibilização de tal documento.
- Quanto à recepção, como há acompanhamento da entrada e saída de visitantes e acompanhantes dos pacientes, se faz necessária certa interação com setores assistenciais como a Divisão Médica, Divisão de Enfermagem, Centro de Terapia Intensiva, Centro Cirúrgico e as demais Unidades, Setores e Divisões para melhor gestão dessa atividade evitando assim acúmulo de pessoas nas dependências do hospital.
- Quanto à vigilância, qualquer movimentação de equipamentos, máquinas entre outros objetos necessita passar pela conferência, portando cautela de responsabilidade que geralmente são cedidas pela Unidade de Patrimônio, indicando o setor emitente, o destinatário e descrevendo o objeto a ser removido ou recebido nas características específicas, estado e quantidade exata.
- Quanto às salas de reunião, por se tratarem de salas de uso contínuo, constantemente há manutenção da iluminação das salas, do sistema de refrigeração, assentos e mesas. Essa manutenção é prestada pelo Setor de Infraestrutura Física e a habilitação de pontos de rede para realização de conferências e outros procedimentos envolvendo internet, há a participação do Setor de Gestão dos Processos de Tecnologia da Informação.
- Quanto ao Sistema de Diárias e Passagens: o HUGV dispõe de um orçamento definido para a utilização em viagens institucionais. Uma vez que o procedimento é iniciado e a viagem é solicitada, o Superintendente, na sua atribuição de ordenador de despesas, autoriza ou não a concessão, e juntamente com a UAO analisa prioridades e deduz o valor já utilizado do orçamento, o quanto falta utilizar e o quanto deve ser utilizado durante cada mês.
- Quanto ao Estacionamento/Garagem: a empresa de vigilância tem estabelecida em seu termo de referência a atribuição de prestar auxílio nas garagens controlando entrada e saída do fluxo de servidores, fornecedores e demais utilizadores dos pavimentos de estacionamento, sendo imprescindível sua participação no desenvolvimento desta atividade.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a análise de dados, identificou-se que a cadeia de suprimentos do HUGV é importante para o funcionamento da instituição e seu gerenciamento eficiente influencia todos os setores, tanto do âmbito administrativo quanto assistencial.

Considerando que o gestor deve possuir a percepção teórica e prática de seu funcionamento para que tenha embasamento nas atividades logísticas da UAO, a gestão mostrou possuir bastante domínio operacional, entretanto este domínio não provém, em parte, de conhecimento técnico-científico, e sim de experiências das rotinas diárias e tempo de serviço operacional na instituição, necessitando de capacitação.

Os componentes de gestão, que correspondem à ligação entre os processos de negócios, são apresentados como integrantes dos componentes de gestão físicos e técnicos. Os métodos de planejamento e controle estão presentes nas atividades em paralelo com a estrutura organizacional presente na divisão tática, estratégica e operacional do HUGV e da cadeia e sua comunicação. A estrutura de trabalho, citada na análise é definida conforme o fluxo de informações exige, entretanto é deficiente ainda na Instituição.

A primeira parte focou-se na visão geral da cadeia de suprimentos, a fim de avaliar o nível de interação do gestor com o conhecimento teórico sobre as atividades desenvolvidas na Unidade. Neste quesito, os gestores demonstraram conhecimento operacional apurado, advindo de experiência em outras organizações, entretanto, por não possuírem total domínio do conhecimento teórico, comprometem o planejamento estratégico da Unidade, tendo em vista que por meio dele torna-se possível utilizar ferramentas adequadas ao fazer a avaliação real das atividades e, conseqüentemente, acompanhar suas execuções.

Na segunda parte, a entrevista focou na perspectiva dos gestores com relação à visão da Instituição buscando comparar os conceitos reais descritos pelo hospital com os conceitos presumidos dos gestores. Neste quesito, identificou-se que os gestores estão alinhados similarmente com o proposto pela instituição, cumprindo com as atribuições que lhe foram designadas e cientes dos processos administrativos.

Na terceira parte, focou-se na relação das atividades desenvolvidas com o seu propósito de criação buscando identificar atividades paralelas que implicam no desempenho da atribuição-essencial da Unidade. Identificou-se que existem funções paralelas que são interligadas a função essencial como a função de elaboração de projetos básicos, termos de referência e fiscalização de contratos com pontos em comuns onde as informações podem ser utilizadas de maneira cruzada, não demandando muito tempo. Porém, as demais atividades também demandam certo período e devidas análises, acabando por despender tempo que poderia ser utilizado em análises aprofundadas na fiscalização de contratos. Desta forma, as atribuições são cumpridas de acordo com o proposto pelo regulamento EBSERH/HUGV-Ufam.

Na quarta parte, analisou-se a descrição do desempenho da Unidade a

fim de retratar o funcionamento da Unidade e o fluxo de informações ali existente identificando gargalos de informações que dificultam o gerenciamento de toda a cadeia. As demandas possuem participação tanto do nível gerencial, quanto do nível operacional do hospital. Seus canais de comunicação são variados, supervisionados pelos diversos níveis de chefia e acontece o acompanhamento de processos a fim de evitar informações desencontradas.

O presente artigo atingiu os objetivos propostos e espera contribuir para o adensamento do tema, bem como fomentar o interesse pelas questões logísticas em serviços e especificamente no trato das informações como suprimento para a realização das atividades organizacionais.

REFERÊNCIAS

BOWERSOX, D.; CLOSS, D. J.; HELFERICH, O. *Logistical Management: A Systems Integration of Physical Distribution, Manufacturing, Support and Materials Procurement*. 3. ed. New York: Macmillan, 2013.

BOWERSOX, D. et al. *Gestão logística da cadeia de suprimentos*. AMGH Editora, 2013.

BEAULIEU, Martin et al. La logistique hospitalière au Québec: passé, présent et futur. *Gestion*, v. 39, n. 3, p. 56-62, 2014.

CARVALHO, J. C.; RAMOS, T. *Logística na saúde*. 3. ed. Lisboa: Edições Silabo, 2016.

CASSEL, C.; SYMON, G. *Qualitative Methods in Organizational Research: a practical guide*. 3. ed. Sage Publications Inc, 1997.

CHRISTOPHER, M. *Logistics & supply chain management*. Pearson UK, 2016.

CSCMP. *CSCMP Supply Chain Management Definitions and Glossary*, 2013.

GRANLUND, A.; WIKTORSSON, M. Automation in healthcare internal logistics: a case study on practice and potential. *International Journal of Innovation and Technology Management*, v. 10, n. 03, p. 1340012, 2013.

HASSAN, T. *Logistique hospitalière: organisation de la chaîne logistique pharmaceutique aval et optimisation des flux de consommables et des matériels à usage unique*. Tese de Doutorado. INSA de Lyon, 2006.

LAKATOS, E. M. *Fundamentos de metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LAMBERT, D. M.; STOCK, J. R. *Strategic logistics management*. 3 ed. Chicago: Irwin/McGraw-Hill, 2001.

ROY, J.; BEAULIEU, M.; VÉRONNEAU, S. Stratégie logistique: aller au-delà des pratiques exemplaires. *Gestion*, v. 39, n. 4, p. 11-20, 2014.

SAMPIERI-TEISSIER, N. Enjeux et limites d'une amélioration des pratiques logistiques dans les hôpitaux publics français. *Logistique & Management*, v. 12, n. sup1, p. 31-39, 2004.

SAMPIERI-TEISSIER, N.; ROLLIN, F. Pour une meilleure intégration des services logistiques.

Gestions Hospitalieres, n. 542, 01, p. 16, 2015.

SCHÖNSLEBEN, P. Integral logistics management: operations and supply chain management within and across companies. CRC Press, 2016.

GESTÃO DE RISCOS DE RUPTURAS E ESTRATÉGIAS DE RESILIÊNCIA EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS

Márcio Gonçalves dos Santos

*Instituto Federal do Paraná – Campus Pitanga
(IFPR). Pitanga, PR.*

Rosane Lúcia Chicarelli Alcântara

*Universidade Federal de São Carlos (UFSCar),
Departamento de Engenharia de Produção. São
Carlos, SP.*

RESUMO: O objetivo deste trabalho é identificar os principais tipos de riscos que causam rupturas, no fornecimento e na demanda, e as estratégias desenvolvidas pela cadeia de suprimentos para alcançar a resiliência. Realizou-se a revisão sistemática de literatura em 42 artigos científicos publicados, entre 2000 a 2016, em periódicos nacionais, classificados pelo Qualis/Capes superior ou igual a B3 na área de engenharias III, e internacionais, classificados pelo Journal Quality List (2015) superior a C. Os principais riscos que causam rupturas no fornecimento estão relacionados à estrutura da base de fornecedores, falhas na comunicação com fornecedores, não conformidade na qualidade dos produtos e dependência de fornecedores. Como estratégias de resiliência têm-se ampliar a base de fornecedores, certificação e avaliação de fornecedores e manter estoques de segurança. Em relação aos riscos de rupturas na demanda verificam-se mudanças nas preferências dos clientes, falhas

no planejamento colaborativo e previsão de demanda, assimetria de informações por parte da indústria e dependência de modal logístico e/ou canal de distribuição. Como estratégias têm-se melhorar o compartilhamento de informações de demanda, planejar canais alternativos de distribuição e flexibilizar quantidades e prazos de entregas.

PALAVRAS-CHAVE: Cadeia de suprimento. Resiliência. Rupturas. Revisão Sistemática de Literatura.

ABSTRACT: The purpose of this paper is to identify the main types of risks that cause disruption, both in supply and demand, and the strategies developed by the supply chain to achieve resilience. A systematic literature review was carried out in 42 scientific articles published between 2000 and 2016 in national journals, classified by Qualis / Capes higher than or equal to B3 in the area of engineering III, and international, classified by the Journal Quality List (2015) higher than C. The main risks that cause supply disruptions are related to the structure of the supplier base, failures in communication with suppliers, nonconformity in the quality of products and dependence on suppliers. Resiliency strategies include expanding supplier base, supplier certification and valuation, and maintaining safety stocks. Regarding the risks of demand disruptions, there

are changes in customer preferences, failures in collaborative planning and demand forecasting, information asymmetry by industry and dependence on logistics modal and / or distribution channel. Strategies have been to improve the sharing of demand information, to plan alternative distribution channels, and to flex delivery quantities and deadlines.

KEYWORDS: Supply Chain. Resilience. Disruption. Systematic Literature Review.

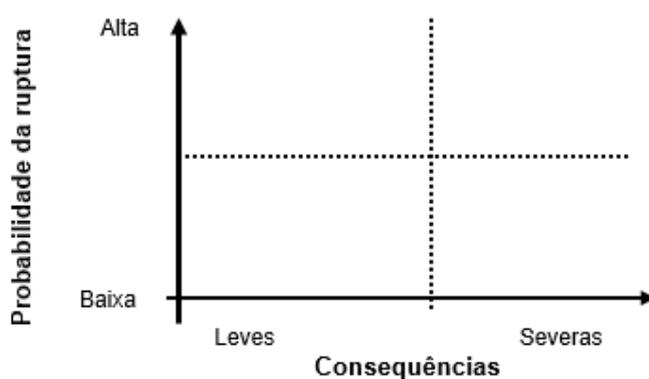
1 | INTRODUÇÃO

O termo “risco” tem significados diferentes, bem como interpretações distintas, dependendo da área e do contexto no qual é empregado (WAGNER; BODE, 2008). No contexto de cadeias de suprimentos, o termo risco diz respeito à potencial ocorrência de eventos que possam dificultar ou impossibilitar os fluxos de produtos, serviços e informações, desde o primeiro fornecedor até o consumidor final, afetando negativamente o desempenho das empresas (JÜTTNER; PECK; CHRISTOPHER, 2003; ZSIDISIN, 2003; PECK, 2005).

Matematicamente falando, o “risco”, representa uma combinação da probabilidade de ocorrência de um evento e de sua gravidade potencial (CRAIGHEAD et al, 2007; SHEFFI, 2005). Essa ideia realça as duas dimensões que caracterizam o risco: impacto e probabilidade de ocorrência (FAISAL; BANWET; SHANKAR, 2006).

Assim, poderão existir riscos de alto impacto, mas com baixa probabilidade de ocorrência, entretanto, se ocorrerem poderão ocasionar rupturas e perdas significativas. Por outro lado, a cadeia de suprimentos poderá estar sujeita a riscos com alta probabilidade de ocorrência, mas os impactos decorrentes são baixos.

Nesse sentido, Sheffi (2005) classifica os riscos de acordo com a probabilidade de ocorrência (alta ou baixa) e suas consequências (leves ou severas), conforme figura 1. Assim, determinar os principais tipos de riscos de rupturas bem como a probabilidade de ocorrência desses riscos é vital para a gestão da resiliência da cadeia de suprimentos.



Quais são os principais riscos de rupturas, a frequência de ocorrência e o nível de consequência dessas rupturas em cadeias de suprimentos brasileiras?

Figura 1 - Esquema de classificação dos tipos de riscos

Fonte: Baseado em Sheffi, 2005.

Os riscos que causam rupturas podem se materializar a partir de várias áreas, internas e externas, na cadeia de suprimentos. Consequentemente, sua natureza pode ser altamente divergente (WAGNER; BODE, 2006). Para lidar com rupturas as cadeias de suprimentos precisam tornar-se resilientes (CHRISTOPHER; PECK, 2004; PONOMAROV; HOLCOMB, 2009; SHEFFI; RICE, 2005).

Resiliência é a capacidade adaptativa de uma cadeia de suprimentos para reduzir a probabilidade de enfrentar rupturas violentas, resistir à propagação da ruptura mantendo o controle sobre sua estrutura e funcionamento, e recuperar-se e responder por meio de planos reativos imediatos eficazes para transcender a ruptura e restaurar a cadeia de suprimentos a um estado robusto de operações (KAMALAHMADI; PARAST, 2016).

Nesse contexto, o propósito deste trabalho é identificar os principais tipos de riscos que causam rupturas no fornecimento e na demanda e as estratégias desenvolvidas pela cadeia de suprimentos para alcançar a resiliência.

2 I REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

A revisão sistemática de literatura é uma metodologia para identificar, selecionar e analisar dados secundários (DENYER; TRANFIELD, 2009). Neste trabalho, baseou-se nos três estágios sugeridos por Tranfield; Denyer e Smart (2003) e Tranfield et al. (2004), mostrado na figura 2.

2.1 Planejamento da revisão

A proposta da Revisão Sistemática da Literatura deste artigo consiste em identificar os riscos que causam rupturas, do lado da demanda e do fornecimento, em cadeias de suprimentos e identificar as principais estratégias que permitem à resiliência da cadeia.

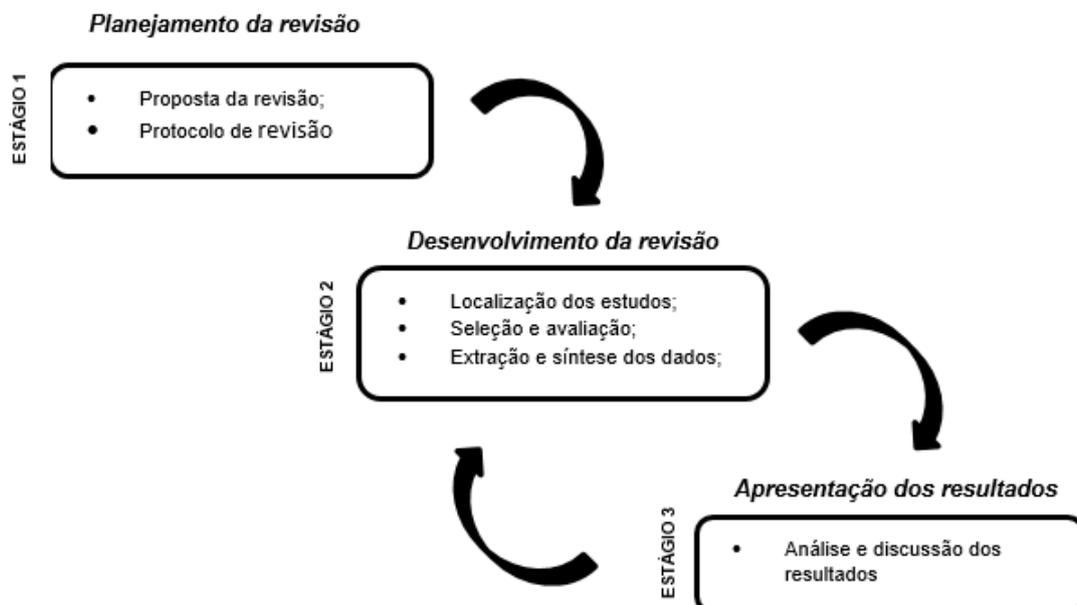


Figura 2 - Estágios para a Revisão Sistemática da literatura

Fonte: adaptado de Tranfield, Denyer e Smart (2003, p.214) e Tranfield et al. (2004, p.380).

Optou-se por coletar os dados a partir de artigos científicos publicados, no período de 2000 a 2016, nos periódicos de maior relevância para a área de Gestão de Operações, especialmente para a gestão da cadeia de suprimentos, disponíveis nas bases de dados internacionais Web of Science e Scopus e nacionais SciElo e SPELL. As buscas delimitaram-se em documentos que continham as palavras-chave “supply chain resilience”, “resilient supply chain”, “supply chain disruptions”, “supply chain disruption risk” no título e/ou resumo, para o caso de artigos redigidos em língua inglesa, e “resiliência em cadeias de suprimentos” no título, para artigos redigidos em língua portuguesa.

2.2 Desenvolvimento da revisão

O quadro 01 apresenta o protocolo utilizado para definir o processo de desenvolvimento da revisão.

- *Localização dos estudos*

Realizou-se buscas avançadas nas bases de dados utilizando-se os *strings* (“supply chain*”) AND (*resilien**) OR (*disrupt**), para as bases de dados que indexam periódicos internacionais, e (“cadeia de suprimentos”) AND (“resiliência”) para as bases de dados nacionais. As buscas limitaram-se a artigos e revisões publicados até o ano de 2016.

Estágios		Detalhamento
Planejamento da revisão	Estratégia para identificar estudos	<ul style="list-style-type: none"> - Buscas nas bases de dados: <i>Web of science; Scopus; SciElo e Spell;</i> - Período de buscas: 2000 a 2016 - Definição de palavras chaves: “<i>supply chain resilience</i>”; “<i>resilient supply chain</i>”, “<i>supply chain disruption</i>”, “<i>supply chain risk</i>; - Definição de <i>strings</i> de busca: “<i>supply chain*</i>” AND “<i>resilien*</i>” OR “<i>disrupt*</i>” / “cadeia de suprimentos” E “resiliência” OU “rupturas”. - Estudos publicados nas línguas portuguesa e inglesa.
	Seleção dos estudos	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação de filtros nas bases de dados: Limitar às áreas de engenharias (<i>engineering</i>), engenharia industrial (<i>industrial engineering</i>), negócios, gestão e contabilidade (<i>business, management and accounting</i>) e pesquisas em ciências e gestão de operações (<i>operations research management science</i>). - Periódicos nacionais das áreas de gestão e negócios classificados pela avaliação da capes, quadriênio 2013 - 2016, com conceito igual ou superior a B3 na área de engenharias III. - Periódicos classificados pelo <i>Journal Quality List</i> (2015) nas áreas <i>Operations Research, Management Science, Production & Operations Management</i>.
Desenvolvimento da revisão	Avaliação dos estudos	<ul style="list-style-type: none"> - Leitura prévia de título, resumo e palavras-chave; - Leitura da Introdução, conclusão e leitura dos subtítulos; - Avaliação sobre três pontos principais: qualidade da execução do estudo, adequação à questão de revisão e, adequação ao foco da revisão.
	Extração e síntese dos dados	<ul style="list-style-type: none"> - Leitura completa dos artigos; - Uso do software “<i>Mendeley Desktop</i>” para gerenciar o material de revisão.
Resultados	Análise e discussão dos resultados	<ul style="list-style-type: none"> - Uso do método de análise de conteúdo por meio da síntese e discussão dos diferentes conceitos, mecanismos apresentados e autores analisados; - Síntese dos tipos de riscos de rupturas no fornecimento, demanda e externos à cadeia de suprimentos e principais estratégias para a resiliência.

Quadro 1 - Protocolo de pesquisa para a revisão sistemática de literatura

Fonte: Elaborado pelos autores

A busca nas bases *SciElo* e *SPELL* foi realizada em junho de 2016, resultando em 02 artigos publicados em periódicos nacionais (GRAEML; PEINADO, 2014; SCAVARDA et. al., 2015). Nas bases de dados internacionais *scopus*, e *web of science* as buscas ocorreram em maio de 2016. Para a base de dados *scopus* utilizou-se os seguintes limitadores de buscas: áreas de engenharias (*engineering*), negócios, gestão e contabilidade (*business, management and accounting*), artigos publicados nas línguas inglesa e portuguesa, finalizando a busca com 594 artigos. Na base de dados *Web of Science* as buscas limitaram-se nas áreas de engenharia industrial (*industrial engineering*), negócios (*business*), pesquisas em ciências e gestão de operações (*operations research management science*), somente ao idioma da língua inglesa, resultando em 495 artigos.

- Seleção dos estudos

Para reduzir o, possível, viés do processo de revisão sistemática definiram-se os critérios de inclusão e exclusão dos estudos, apresentado no quadro 02.

Dimensões	Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Aspectos gerais do artigo	Artigos que tratam de Resiliência em Cadeia de suprimentos ou de Rupturas no fornecimento e na demanda em cadeias de suprimentos.	Artigos que tratam de resiliência em outros contextos, como cidades, organizacional etc... Ou rupturas sem considerar os elos fornecimento ou demanda na cadeia de suprimentos.
Qualidade do periódico	Artigos publicados em periódicos científicos das áreas de gestão e negócios classificados pelo <i>Journal Quality List</i> (2015) superior a C, ou classificados pela CAPES, quadriênio 2013-2016, com classificação superior a B3 na área de engenharias III. Artigos identificados pelo cruzamento de referências.	Periódicos científicos fora da área de gestão e negócios, ou não classificados pelo <i>Journal Quality List</i> (2015), publicações comerciais, conferências ou sites; ou periódicos nacionais com classificação inferior a B3 na área de engenharias III. Artigos de congresso.
Acessibilidade	Artigos disponíveis na íntegra nas línguas portuguesa e inglesa.	Artigos que não estiverem disponíveis na íntegra ou escritos em outras línguas;

Quadro 2 - Critérios de inclusão e exclusão dos artigos

Fonte: Elaborado pelos autores

Ao final, restaram 174 artigos para serem lidos na íntegra e submetidos ao processo de avaliação.

- Avaliação dos estudos

Para a avaliação considerou-se os critérios de qualidade, alto e médio, empregados nas dimensões alinhamento do estudo à proposta de revisão e a adequação do estudo para o foco da revisão (HARDEN; GOUGH, 2012). Ao final do processo de avaliação, resultaram 42 (quarenta e dois) trabalhos científicos para a fase de extração e síntese dos dados.

- Extração e síntese dos dados

A partir da análise qualitativa do material selecionado, utilizou-se o método de análise de conteúdo (BARDIN, 1977), para identificar a existência de padrões entre eles e atender o propósito da revisão.

3 | RISCOS DE RUPTURAS EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS

Vários pesquisadores propuseram classificações de riscos em forma de tipologias e/ ou taxonomias de riscos (CHOPRA; SODHI, 2004; CHRISTOPHER; PECK, 2004; JUTTNER; PECK, CHRISTOPHER, 2003; SVENSSON, 2002).

Contudo, existem duas grandes categorias de riscos que podem afetar o desempenho e o gerenciamento da cadeia de suprimentos (KLEINDORFER; SAAD, 2005): riscos provenientes de problemas na coordenação entre abastecimento e demanda; e riscos provenientes de rupturas das atividades normais das empresas (desastres naturais, greves, crise econômica, atos de sabotagem ou até ações terroristas).

Christopher e Peck (2004) propuseram uma categorização, facilmente compreensível, das origens dos riscos em cadeias de suprimentos, a saber: riscos internos à empresa focal (operações, processos e controle); riscos externos à empresa focal, mas internos à cadeia de suprimentos (fornecimento e demanda) e; riscos externos à cadeia de suprimentos (ambiente externo).

Estes três conjuntos de riscos, atuando juntos ou separadamente, podem gerar perdas financeiras, de recursos físicos e humanos, ou de imagem para a cadeia de suprimentos (CHRISTOPHER; PECK, 2004).

Contudo, de acordo como Dani (2009), os riscos que mais impactam as cadeias de suprimentos estão relacionados ao ambiente interno das mesmas, ou seja, riscos envolvendo o fornecimento e a demanda. Entretanto, no contexto de resiliência em cadeias de suprimentos os riscos provenientes do ambiente externo são extremamente relevantes.

No intuito de delimitar o escopo dos tipos de riscos de rupturas considerados nesta pesquisa, optou-se por categorizá-los em rupturas no fornecimento e rupturas na demanda, pois são os tipos mais comuns e prevalentes de rupturas em cadeias de suprimentos (FINCH, 2004; WAGNER; BODE, 2008), e abordá-los com base nas origens causais e principais fontes de rupturas (BLACKHURST et. al., 2005; WAGNER; BODE, 2006).

3.1 Fontes de rupturas no fornecimento e estratégias de resiliência

As rupturas no fornecimento são eventos inesperados que podem afetar o fluxo normal (planejado) de materiais e de componentes ao longo de uma cadeia de suprimentos (SVENSSON, 2002). Algumas pesquisas foram desenvolvidas considerando-se os riscos de rupturas no lado do fornecimento (CHOPRA; SODHI, 2004; TANG; TOMLIN, 2008; SON; ORCHARD, 2013.). Sob esta perspectiva, a literatura mostra que as principais fontes de rupturas no lado do fornecimento estão relacionadas à base de fornecimento, a carteira de fornecedor ou rede de fornecedores, incluindo, por exemplo, as relações com fornecedores, a complexidade da base de fornecimento, a estrutura da base de fornecimento (WAGNER; NESHAT, 2010).

Além disso, segundo Diabat; Govidan e Panicker (2012) algumas rupturas no fornecimento têm como origem a falência de fornecedores, as falhas na comunicação entre fornecedores e clientes, a má qualidade dos produtos fornecidos, além de atrasos na entrega.

Sob esta perspectiva, construir cadeias de suprimentos resilientes pode ajudar a

reduzir e superar a exposição (vulnerabilidade) aos riscos (PECK, 2005; SVENSSON, 2002; TANG, 2006; WAGNER; BODE, 2006) por meio do desenvolvimento de estratégias que permitam às cadeias de suprimentos recuperarem-se a seu estado original de funcionamento (ou melhorado) após sofrer uma interrupção (JUTTNER; MAKLAN, 2011).

Sendo assim, nota-se que alguns autores sugerem, como estratégia, manter reservas estratégicas de estoques (SHEFFI, 2005 E CHRISTOPHER; PECK, 2004), enquanto outros falam em manter estoques de segurança (PETTIT; FIKSEL; CROXTON, 2010; RICE; CANIATO, 2003) e buffers como medidas paliativas para proteger as empresas de possíveis efeitos oriundos das rupturas no fornecimento (BLACKHURST et. al., 2005).

Outro fator de risco considerado é a dependência de fornecedor único (RICE; CANIATO, 2003; SHEFFI, 2005; CHRISTOPHER; PECK, 2004). Assim, além de manter uma ampla base de fornecimento, Mascaritolo e Holcomb (2008) sugerem utilizar critérios para selecioná-los, tais como avaliar a estabilidade territorial dos fornecedores, qualidade do produto, estabilidade financeira dentre outros. Tais estratégias ajudam a minimizar os impactos de rupturas no fornecimento. Blackhurst et. al., (2005) também consideram as falhas na entrega do fornecedor, devido a greves de trabalho ou problemas de qualidade na matéria-prima, como situações de riscos de rupturas no fornecimento.

A figura 3 apresenta as principais fontes de rupturas no fornecimento e as estratégias de gestão da resiliência identificadas na literatura.

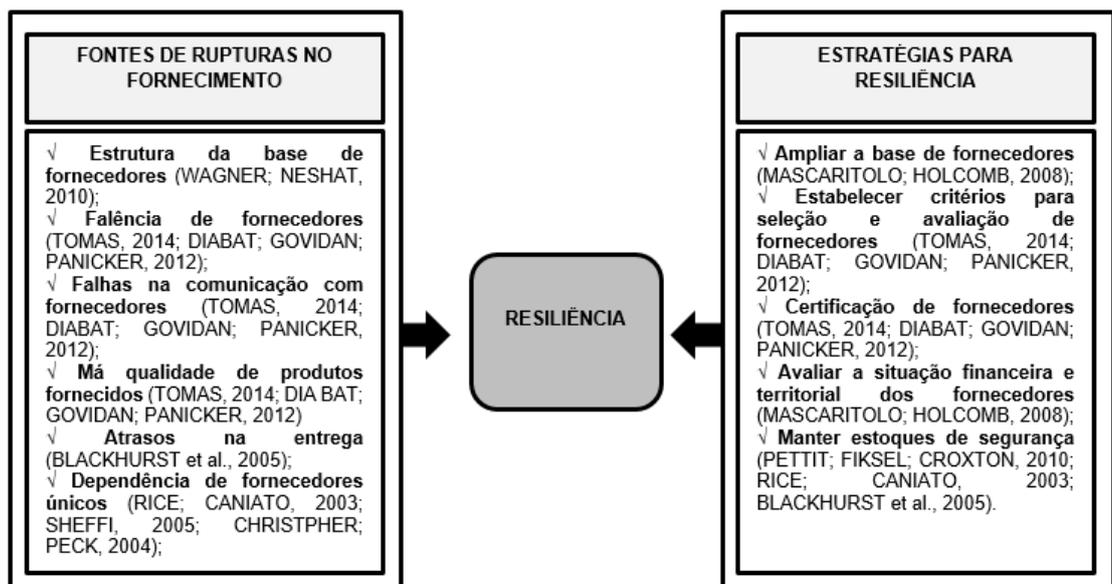


Figura 3 – Fontes de rupturas no fornecimento e estratégias de resiliência

Fonte: Elaborado pelos autores

No que diz respeito à má qualidade dos produtos fornecidos, estratégias como a

certificação de fornecedores, programas de gestão da qualidade e auditorias podem ajudar os gestores a selecionarem os fornecedores mais confiáveis e reduzir o risco de ruptura pela falta de qualidade (TOMAS, 2014; DIABAT; GOVIDAN; PANICKER, 2012).

3.2 Fontes de rupturas na demanda e estratégias de resiliência

Os riscos de rupturas do lado da demanda estão relacionados com o funcionamento da cadeia de suprimentos a jusante, ou seja, estão diretamente relacionados ao cliente (por exemplo, dependência de clientes, a situação financeira do cliente), ao produto e suas características (por exemplo, complexidade e ciclo de vida), ao fluxo da logística de saídas (*outbound*) da cadeia de suprimentos (por exemplo, a distribuição física dos produtos ao cliente final) e, as operações de distribuição e transporte necessárias para servir o cliente final (WAGNER; NESHTAT, 2010).

De maneira geral, os riscos de rupturas relacionados com a demanda ocorrem por vários motivos, como mudanças imprevisíveis nas preferências dos clientes (GOLGECI; PONOMAROV, 2013), falta de planejamento colaborativo com clientes (CHRISTOPHER e PECK, 2004), falta de acurácia nos métodos de previsão de demanda (MANUJ e MENTZER, 2008; LIU; LIN; HAYES, 2010), dependência de modal logístico único (SHEFFI, 2005; TANG, 2006), dependência de rota única de distribuição (CHRISTOPHER; PECK, 2004) ou do canal de distribuição (RICE; CANIATO, 2003), baixa visibilidade do fluxo de estoques da cadeia (BARRAT; OKE, 2007), ineficiência no compartilhamento de informações (BRANDON-JONES, et. al., 2014) ou baixa comunicação com os clientes (WIELAND; WALLENBURG, 2013).

Outro ponto a ser considerado é a assimetria de informações para gerenciar a demanda. Na maioria das situações, os membros da cadeia de suprimentos não obtêm informações precisas sobre a demanda a partir dos varejistas. Ou seja, as informações de demanda são muitas vezes conhecida pelos varejistas, mas não são pelos fabricantes ou atacadistas (LEI; LI; LIU, 2012). Apesar disso, na prática, a informação perfeita sobre a demanda do mercado pode ser difícil ou impossível de obter, no período de planejamento, para os produtos de ciclo de vida curto, e, portanto, rupturas na demanda são muito comuns (HUANG; YANG; ZHANG, 2012).

Apesar da maioria das estratégias de gestão de rupturas em cadeias de suprimentos ter como foco a gestão de rupturas no fornecimento, Shão (2012) argumenta que as estratégias de gestão de rupturas na demanda também podem ser uma maneira eficaz para reagir às rupturas quando a oferta de um determinado produto é interrompida. O autor sugere o uso de mecanismo de preços e promoções para atrair clientes para os produtos que estão disponíveis, quando a oferta de determinado produto é interrompido.

Sob esta perspectiva, cabe destacar que diferenças entre as projeções de demanda de uma empresa e sua demanda real também podem ocasionar interrupções ao longo de uma cadeia de suprimentos (WAGNER e BODE, 2008). Estratégias como

o compartilhamento de informações com os clientes (WIELLAND; WALLENBURG, 2013; SCHOLTEN; SCHILDER, 2015) e cooperação com os concorrentes (ZHANG; DADKHAH; EKWALL, 2011) são indicadas nessas situações.

A figura 4 apresenta a síntese das fontes de rupturas e das estratégias de resiliência no lado da demanda.

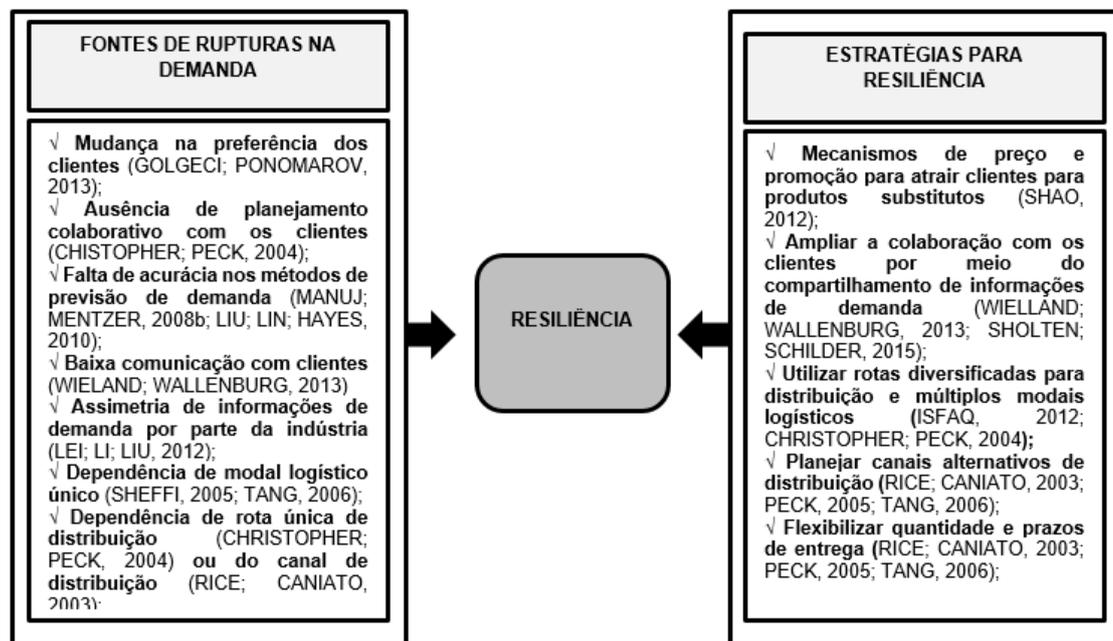


Figura 4 – Fontes de rupturas na demanda e estratégias de resiliência

Fonte: Elaborado pelos autores

Em se tratando de cadeias agroindustriais, Vlajic; van der Vorst e Haijema, (2012) chamam a atenção para o fato de que estas possuem determinadas características que podem gerar riscos envolvendo a demanda que não são comuns às demais cadeias industriais. Devido às características das cadeias agroindustriais, como a perecibilidade de produtos, variabilidade da produção, influência de fatores climáticos e biológicos, nota-se que muitas pesquisas ainda são necessárias para um entendimento sólido acerca de quais riscos impactam as cadeias agroindustriais, principalmente, no que diz respeito à demanda (SHAO, 2012), além da compreensão dos caminhos a serem percorridos para alcançar a resiliência da cadeia como um todo.

Além disso, as empresas estão sujeitas a riscos externos que podem afetar tanto o lado do fornecimento quanto o lado da demanda, e podem causar rupturas no fluxo de funcionamento da cadeia de suprimentos. A seguir descrevem-se algumas fontes de rupturas externas que devem ser consideradas à medida que elas impactam o fornecimento e a demanda das cadeias agroindustriais.

3.3 Fontes de rupturas externas à cadeia

Com relação à categoria de riscos externos à cadeia que podem levar à rupturas,

eles estão ligados aos riscos provenientes de desastres naturais (ABE; YE, 2013; BAKSHI; KLEINDORFER, 2009), ataques terroristas (BAKSHI; KLEINDORFER, 2009; SHEFFI, 2005; URCIUOLI et.al., 2014) ou crises financeiras mundiais (JÜTTNER; MAKLAN, 2011).

Quando a abordagem de análise é a resiliência da cadeia de suprimentos, essa categoria de riscos externos à cadeia tem sido o principal foco de análise dos estudos (URCIUOLI et. al., 2014), uma vez que esses eventos são mais difíceis de serem previstos e sua ocorrência têm impactado fortemente as cadeias de suprimentos nos últimos anos (JÜTTNER e MAKLAN, 2011).

As origens dos riscos de rupturas externos a cadeia de suprimento estão diretamente relacionados ao ambiente em que a cadeia opera. Vlajic; van der Vorst e Haijema (2012) categorizaram algumas fontes de riscos externos à cadeia agroalimentar (figura 5).

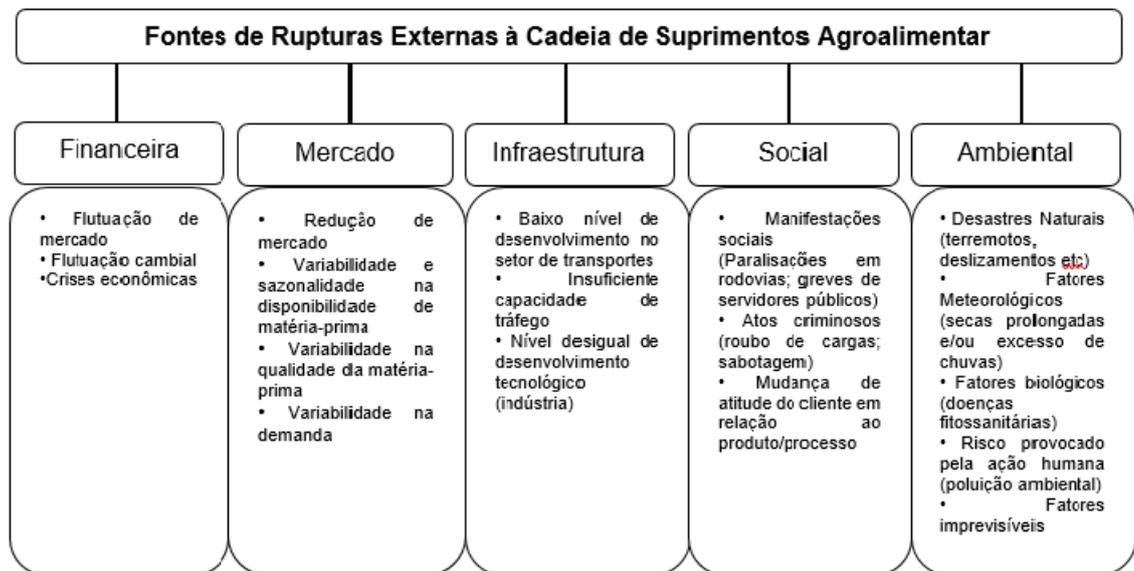


Figura 5 - Fontes de rupturas externas à cadeia agroalimentar

Fonte: Elaborado pelos autores baseado em Vlajic; van der Vorst; Haijema (2012)

Gerenciar essas fontes de rupturas externas à cadeia é de vital importância, entretanto são necessárias mais pesquisas direcionadas à resiliência de cadeias de suprimentos agroindustriais, para verificar como as empresas desenvolvem estratégias para alcançar a resiliência da cadeia em relação a essa categoria de riscos (VLAJIC; van der VORST; HAIJEMA, 2012).

Um evento casual pode ameaçar apenas um processo da cadeia, entretanto se não for gerenciado pode resultar num efeito dominó e afetar outros processos (WATERS, 2007) causando a amplificação do impacto (WU; BLACKHURST; O'GRADY, 2007).

4 | CONCLUSÃO

Os riscos que causam rupturas na cadeia de suprimentos podem ser de origem interna à cadeia, fornecimento/demanda, ou externos à cadeia. Os riscos que causam rupturas no lado do fornecimento estão relacionados à estrutura da base de fornecedores, falhas na comunicação com fornecedores, não conformidade na qualidade dos produtos e dependência de fornecedores. Como estratégias de resiliência têm-se ampliar a base de fornecedores, certificação e avaliação de fornecedores e manter estoques de segurança.

Em relação aos riscos de rupturas na demanda verificam-se mudanças nas preferências dos clientes, falhas no planejamento colaborativo e previsão de demanda, assimetria de informações por parte da indústria e dependência de modal logístico e/ou canal de distribuição. Como estratégias têm-se melhorar o compartilhamento de informações de demanda, planejar canais alternativos de distribuição e flexibilizar quantidades e prazos de entregas.

REFERÊNCIAS

ABE, M.; YE, L.: **Building Resilient Supply Chains against Natural Disasters: The Cases of Japan and Thailand**. *Global Business Review*. Vol. 14, nº 4, pp. 567–586, 2013.

BAKSHI, N.; KLEINDORFER, P.: **Co-opetition and Investment for Supply-Chain Resilience**. *Production and Operations Management*. Vol. 18, nº 6, pp. 583-603, 2009.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Edições 70, Lisboa (2008), tradução da versão original: Presses Universitaires de France, 1977.

BARRAT, M.; OKE, A.: **Antecedents of supply chain visibility in retail supply chains: A resource-based theory perspective**. *Journal of Operations Management*, Vol. 25, pp. 1217–1233, 2007.

BLACKHURST, C.; CRAIGHEAD, W.; ELKINS, D.; HANDFIELD, R. B.: **An empirically derived agenda of critical research issues for managing supply-chain disruptions**. *International Journal of Production Research*, Vol, 43, nº 19, pp. 4067-4081, 2005.

BODE, C.; WAGNER, S.M.: **Structural drivers of upstream supply chain complexity and the frequency of supply chain disruptions**. *Journal of Operations Management*. Vol, 36, pp. 215–228, 2015.

BRANDON-JONES, E.; SQUIRE, B.; AUTRY, C. W.; PETERSEN, K. J.: **A contingent resource-based perspective of supply chain resilience and robustness**. *Journal of Supply Chain Management*. Vol, 50, nº 3, pp. 55-73, 2014.

CHRISTOPHER, M.; PECK, M. **Building the Resilient Supply Chain**. *The International Journal of Logistics Management*. Vol, 15, nº 2, 2004.

CHOPRA, S.; SODHI, M. S. **Managing risk to avoid supply chain breakdown**. *MIT Sloan Management Review*, v. 46, n. 1, p. 53-61, 2004.

CRAIGHEAD, C. W.; BLACKHURST, J.; RUNGTUSANATHAM, M. J.; HANDFIELD, R. B. **The Severity of Supply Chain Disruptions: Design Characteristics and Mitigation Capabilities**.

Decision Sciences. Vol. 38, nº 1, 2007.

DANI, S. **Predicting and managing supply chain risk.** In: ZSIDISIN, G. A.; RITCHIE, B. (eds.). Supply Chain Risk: A handbook of assessment, management and performance. New York: Springer, p. 53-64, 2009.

DENYER, D.; TRANFIELD, D.: **Producing a systematic review.** In BUCHANAN, D.A; BRYMAN, A. (eds), The Sage Handbook of Organizational Research Methods, Sage Publications, London, pp. 671-89, 2009.

DIABAT, A.; GOVIDAN, K.; PANICKER, V.V. **Supply chain risk management and its mitigation in a food industry.** International Journal of Production Research, v. 50, n. 11, p. 3039-3050, 2012.

FAISAL, M.N., BANWET, D.K. AND SHANKAR, R. **Mapping supply chains on risk and customer sensitivity dimensions.** Industrial Management & Data Systems, v. 106, n. 6, p. 878-895, 2006.

FINCH, P. **Supply chain risk management.** Supply chain management: an International Journal, v.9, n. 2, p. 183-96, 2004.

GOLGECI, I.; PONOMAROV, S. Y. **Does firm innovativeness enable effective responses to supply chain disruptions?** An empirical study. Supply chain management: An International Journal. Vol. 18, nº 6, pp. 604 – 617, 2013.

GRAEML, A. R.; PEINADO, J.: **O efeito das capacidades logísticas na construção da resiliência da cadeia de suprimentos.** Revista de Administração. São Paulo, V. 49, pp. 642-655, 2014.

HARDEN, A.; GOUGH, D.: **Quality and relevance appraisal.** In: GOUGH, D.; OLIVER, S.; THOMAS, J. An introduction to systematic reviews. London: Sage, pp. 153-178, 2012.

HUANG, S.; YANG, C.; ZHANG, X.: **Pricing and production decisions in dual-channel supply chains with demand disruptions.** Computers & Industrial Engineering. Vol, 62, pp. 70–83, 2012.

JUTTNER, U.; MAKLAN, S. **Supply chain resilience in the global financial crisis: an empirical study.** Supply Chain Management: An International Journal. Vol. 16, nº 4, pp. 246-259, 2011.

JUTTNER, U.; PECK, H.; CHRISTOPHER, M.: **Supply chain risk management: outlining an agenda for future research.** International Journal of Logistics: Research and Applications. Vol. 6 No. 4, pp. 199-213, 2003.

KLEINDORFER, P. R.; SAAD, G. H. **Managing disruption risks in supply chains.** Production & Operations Management, v. 14, p. 53-68, 2005.

LEI, D.; LI, J.; LIU, Z.: **Supply chain contracts under demand and cost disruptions with asymmetric information.** International Journal of Production Economics. Vol, 139, nº 1, pp. 116-126, 2012.

LIU, S.; LIN, J.; HAYES, K. A. **An agile and diversified supply chain: reducing operational risks.** Competitiveness Review: An International Business Journal incorporating Journal of Global Competitiveness, v. 20, n. 3, p. 222-234, 2010.

MASCARITOLO, J.; HOLCOMB, C.: **Moving towards a Resilient Supply Chain.** Journal of Transportation Management. Vol. 19, nº 2, pp. 71–83, 2008.

PECK, H. **Drivers of supply chain vulnerability: an integrated framework.** International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, v. 36, n. 4, p. 210-32, 2005.

- PETTIT, T. J.; FIKSEL, J.; CROXTON, K. L.: **Ensuring Supply Chain Resilience: Development of a Conceptual Framework**. Journal of Business Logistics. Vol. 31, nº 1, 2010.
- RICE, J.; CANIATO, F. **Building a secure and resilient supply network**. Supply Chain Management Review. September/October, pp. 22-30, 2003.
- SCAVARDA, L. F.; CERYNO, P. S.; PIRES, S.; KLINGEBIEL, K.: **Supply Chain Resilience Analysis : a Brazilian Automotive Case**. RAE - Revista de Administração de Empresas. Vol. 55, nº 3, pp. 304-313, 2015.
- SHAO, X.: **Demand-side reactive strategies for supply disruptions in a multiple-product system**. International Journal of Production Economics. Vol. 136, nº 1, pp. 241-252, 2012.
- SHEFFI, Y.: **Building a culture of flexibility**. World Trade, v. 18 n. 12, p. 26-9, 2005.
- SVENSSON, G. **A conceptual framework of vulnerability in firm inbound and outbound logistics flows**. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, v. 32 n. 2, p. 110-34, 2002.
- SCHOLTEN, K.; SCHILDER, S.: **The role of collaboration in supply chain resilience**. Supply Chain Management: An International Journal. Vol. 20, Nº 4, pp. 471 – 484, 2015.
- SON, J. Y.; ORCHARD, R. K.: **Effectiveness of policies for mitigating supply disruptions**. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. Vol. 43. nº 8, pp. 684 – 706, 2013.
- TANG, C.; TOMLIN, B. **The power of flexibility for mitigating supply chain risks**. International Journal of Production Economics. Vol. 116, nº 1, pp. 12 – 27, 2008.
- TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P.: **Towards a methodology for developing evidence – informed management knowledge by means of systematic review**. British journal of Management, V. 14, 2003.
- TRANFIELD, D.; DENYER, D.; MARCOS, J.; BURR, M.: **Co-producing management knowledge**. Management Decision. Vol. 42, Nº 3/4, pp. 375-386, 2004.
- TOMAS, R. N.: **Mitigação de riscos e compartilhamento de informações na cadeia de suprimentos: efeitos na melhoria do desempenho de empresas agroindustriais**. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.
- URCIUOLI, L., MOHANTY, S., HINTSA, F. AND BOEKESTEIJN, E. G.: **The resilience of energy supply chains: a multiple case study approach on oil and gas supply chains to Europe**. Supply Chain Management: An International Journal. Vol.19, nº.1, pp. 46– 63, 2014.
- Waters, D.: **Supply Chain Risk Management: Vulnerability and Resilience in Logistics**. Kogan Page Limited, London, 2007.
- VLAJIC; J. V.; Van der VORST, J. G .A. J; HAIJEMA, R.: **A framework for designing robust food supply chains**. International. Journal of Production Economics. Vol. 137, pp. 176-189, 2012.
- WAGNER, S.M.; BODE, C.: **An empirical investigation into supply chain vulnerability**. Journal of Purchasing & Supply Management. Vol, 12, nº 6, pp. 301–312, 2006.
- WAGNER, S. M.; BODE, C. **An empirical examination of supply chain performance along several dimensions of risk**. Journal of Business Logistics, v. 29, n.1, p. 307-325, 2008.
- WAGNER, S. M.; NESHAAT, N.: **Assessing the vulnerability of supply chains using graph theory**. International Journal of Production Economics. Vol. 126, nº 1, pp. 121-129, 2010.

WIELAND, A.; WALLENBURG, C. M. **The influence of relational competencies on supply chain resilience: a relational view.** International Journal of Physical Distributions & Logistics Management. Vol, 4, n° 4, pp. 300 – 320, 2013.

WU, T; BLACKHURST, J.; O'GRADY, P.: **Methodology for supply chain disruption analysis.** International Journal of Production Research. Vol. 45, n° 7, pp. 1665-1682, 2007.

ZHANG, D. DADKHAH, P.; EKWALL, D.: **How robustness and resilience support security business against antagonistic threats in transport network.** Journal of Transportation Security. Vol. 4, pp. 201-219, 2011.

ZSIDISIN, G. A. **Managerial perceptions of supply risk.** Journal of Supply Chain Management, v. 39, n. 1, p. 14-25, 2003.

SELEÇÃO DE MODAL DE TRANSPORTE ATRAVÉS DE UM MÉTODO DE APOIO À DECISÃO MULTICRITÉRIO

Myllena de Jesus Fróz da Silva

Universidade Estadual do Maranhão

São Luís – Maranhão

Mônica Frank Marsaro

Universidade Estadual do Maranhão

São Luís – Maranhão

Mirian Batista de Oliveira Bortoluzzi

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Campo Grande – Mato Grosso do Sul

RESUMO: O estado do Maranhão tem se desenvolvido e delimitado seu espaço no mercado, com uma economia voltada para os setores de serviço, indústria e agropecuário em que muitos fatores relevantes para tomada de decisão em diferentes áreas têm surgido, tornando tal processo mais difícil e demorado. Desta forma o presente trabalho tem a finalidade de desenvolver um modelo de apoio à decisão multicritério para a seleção de um modal de transporte para cargas a granel de um produtor rural do estado do Maranhão. Para tanto, utilizou-se um processo de modelagem através do método PROMETHE II (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) com o auxílio do *software* Visual Promethee para aplicação da pesquisa. O método permitiu a organização das alternativas em ordem decrescente, e dessa maneira foi

possível ver que a alternativa que apresentou o melhor desempenho foi o modal Rodoviário após algumas análises de pós-otimização, enfatizando a possibilidade de aplicação de análise de decisão multicritério na área apresentada.

PALAVRAS-CHAVES: Modal de transporte; Método multicritério; PROMETHEE II; cargas a granel.

ABSTRACT: The state of Maranhão has developed and delimited its place in the market, with an economy focused on the service, industry and agricultural sectors where many factors relevant for decision making in different areas have emerged, making this process more difficult and time consuming. Thus the present paper has the purpose of developing a multi-criteria decision support model for the mode of transport selection for bulk cargoes of a rural producer in the state of Maranhão. For this, a modeling process was used through the Promethe II method (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) with the aid of Visual Promethee software for the application of the research. The method allowed the organization of the alternatives in descending order, and so it was possible to see that the alternative that presented the best performance was the Road mode after some post-optimization analysis, emphasizing the

possibility of applying multi-criteria decision analysis in the presented área.

KEYWORDS: Transportation modes; Multi-criteria method; PROMETHEE II; Bulk cargoes.

1 | INTRODUÇÃO

Sabe-se que por se tratar de um país com dimensões continentais, o Brasil possui a característica de que o local onde as matérias primas são produzidas ou extraídas, se distancia do local onde são processadas e consumidas, necessitando movimentação para transportar de um local para o outro dentro da cadeia de produção. Dessa maneira, o transporte representa o fator mais importante em termos de custos logísticos, em que um sistema eficaz pode intensificar a competitividade no mercado, aumentar as economias de escala na produção e reduzir os preços dos produtos em geral (BALLOU, 2006).

Dentre os componentes Logísticos o Sistema de Transporte é aquele responsável por realizar a movimentação de pessoas, cargas e serviços, visto que ele possui duas funções principais: movimentação e armazenagem de produtos. Como mencionado anteriormente, a movimentação pela necessidade de locomoção entre os elos da cadeia de agregação de valor, até chegar ao consumidor final utilizando recursos temporais, financeiros e ambientais. Enquanto que a estocagem refere-se à armazenagem de produtos em veículos temporariamente quando realizado o transbordo em locais de armazenagem podendo ser muito dispendioso (BOWERSOX & CLOSS, 2001).

A escolha do modal de transporte que melhor se encaixe nas especificações do produto tem se tornado desafiador para os empresários, em virtude que existem cinco modais de transportes (aeroviário, dutoviário, ferroviário, hidroviário ou aquaviário e o rodoviário) que apresentam características diferentes, assim como vários critérios que devem ser levados em consideração para essa escolha. No entanto, a seleção não se trata de escolher aquele que apresenta o menor custo ou melhor tempo de transporte, mas em relacionar os critérios para que a alternativa escolhida seja aquela que teve o melhor desempenho dentre as especificações levadas em consideração.

O estado do Maranhão está localizado na região Nordeste do Brasil, com área de extensão de 331.937.450 km², e possuindo como seus limites o Oceano Atlântico, Piauí, Tocantins e o Pará (IBGE, 2017). O Estado possui três aeroportos, Aeroporto de Alcântara, Aeroporto de Imperatriz e o Aeroporto Internacional Marechal Cunha Machado (INFRAERO, 2017); é cortado por três trechos ferroviários, a Estrada de Ferro Carajás, Ferrovia Norte Sul e a Transnordestina Logística; e possui três grandes portos que movimentam a economia do país, sendo o Porto do Itaqui, Ponta da Madeira e o Terminal privativo da Alumar.

Diante disso, vê-se a possibilidade de utilização de um Método de Apoio à Decisão Multicritério (MCDM – *Multi-criteria Decision Making*) que possibilita que seja realizada uma escolha, ordenação ou classificação de uma ação baseada na avaliação de mais

de um critério (fatores), que podem até ser conflitantes entre si, através da avaliação de suas consequências (ALMEIDA et al., 2015). O diferencial de se aplicar um modelo MCDM na área apresentada nesse artigo é justamente poder avaliar diferentes fatores ao mesmo tempo em um único problema, o que na maioria das vezes não é feito, dando prioridade àqueles que o decisor verificar ter maior importância.

Sendo assim, pode-se dizer que o objetivo deste artigo é elaborar um Modelo de Apoio à Decisão Multicritério para a seleção de um modal de transporte para cargas a granel no estado do Maranhão com auxílio de *software* de visualização de resultados.

Para tanto, o artigo está dividido em 04 seções: a primeira uma introdução; a segunda é feita uma revisão da literatura sobre os sistemas de transportes, problema de decisão e o Método PROMETHEE; a terceira é apresentado os resultados e discussões e a última seção tem as conclusões da pesquisa.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nessa etapa é feita uma breve fundamentação teórica sobre os sistemas de transportes, problema de decisão e o Método PROMETHEE.

a) Sistemas de transportes

Segundo Rodrigues (2007, p.1) “(...) o transporte é uma atividade indispensável ao funcionamento de qualquer economia”, é constituído pelo modo que esse transporte é feito, a forma que o mesmo se relaciona com os outros modais, os meios de transportes e os seus estabelecimentos. Alguns autores afirmam que a movimentação de cargas é uma das atividades logísticas que tem maior custo, de maneira que, necessitam de maior atenção para a sua escolha (FLEURY & WANKE, 2011; BOWERSOX & CLOSS, 2001).

Como citado anteriormente, existem cinco modais de transportes: rodoviário, transporte realizado em rodovias ou estradas; o aéreo, através de aeronaves; o ferroviário, realizado em ferrovias; o aquaviário ou hidroviário, realizado em oceanos, lagos e/ou mares; e o dutoviário cujo transporte é feito pelos dutos (ROJAS, 2014). Cada modal apresenta suas características específicas, e conseqüentemente vantagens e desvantagens, a seguir pode-se ter uma noção das especificações de cada modal:

- Rodoviário: Possui um baixo investimento para o transportador, grande competitividade e custos mais baixos de embalagem, porém os custos com o frete e os riscos com perdas são elevados (DIAS, 2012).
- Ferroviário: Tem uma grande capacidade de transporte de carga, mas os vagões são pouco flexíveis em relação ao transporte de outros produtos e dependem da existência de ferrovias para circular (NOVAES, 2007).
- Hidroviário (ou Aquaviário): É mais lento que o ferroviário, isso se deve as condições climáticas que influenciam no transporte dos produtos via marítimo, e as cargas transportadas são de grande volume, porém o custo para o transporte é diluído entre todas as cargas (BALLOU, 2006).

- **Aéreo:** É recomendado para mercadorias de grande valor agregado e longas distâncias, possuindo um elevado custo, e bastante restrito aos tipos de produtos a serem transportador (DIAS, 2012).
- **Dutoviário:** É o transporte feito por meio de dutos, como exemplo o petróleo e seus derivados, é um mercado muito limitado com alto investimento, mas necessita de pouca mão-de-obra, manutenção e tem uma longa vida útil (BALLOU, 2006).

Para a escolha do modal de transporte que melhor se encaixe com as especificações do produto transportado, segundo Ballou (2006) se faz necessário levar em consideração algumas características, sendo: preço, tempo médio de viagem, variabilidade do tempo de trânsito, e perdas e danos. Enquanto que Gonçalves (2013) indica que devem ser analisados: disponibilidade do meio de transporte, velocidade, confiabilidade e capacidade. De acordo com Rojas (2014), as características mais impactantes para essa escolha são velocidade, custo, perdas e danos, e a frequência.

Segundo o *Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste* (ETENE, 2010) o estado do Maranhão possui 55.683 km de malha rodoviária, sendo 7.306 km pavimentados; em relação ao modal ferroviário o Brasil possui 29.817 km. Em se tratando da malha aquaviária ou hidroviária o Terminal da Ponta da Madeira localizado em São Luís é um dos portos com maior fluxo anual de carga. Quanto ao transporte aéreo no Maranhão tem-se dois grandes aeroportos administrados pela INFRAERO (Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária), um na cidade de Imperatriz e o outro na capital do estado, São Luís. Há também um administrado pela Agência Espacial Brasileira, o de Alcântara, como citado anteriormente; com relação ao modal dutoviário **não possui tanta amplitude no estado.**

b) Problema de Decisão Multicritério

De acordo com Almeida (2013, p.1) um problema de decisão multicritério pode ser definido como uma: "(...) situação em que há pelo menos duas alternativas de ação para se escolher, e essa escolha é conduzida pelo desejo de se atender a múltiplos objetivos, muitas vezes conflitantes entre si." Isso significa que é necessário que os fatores impactantes na tomada de decisão sejam levantados e transcritos na forma de critérios do problema, e que diferentes alternativas precisam ser avaliadas em cada um dos critérios, para se tomar uma decisão mais assertiva.

O processo de modelagem de um problema de decisão multicritério inicia com a definição dos atores que participam desse processo, que são o decisor, clientes, analista, especialista e terceira parte (ROY, 1996). O decisor é aquele responsável por tomar uma decisão, e que será o responsável pelas consequências das decisões tomadas, quando este não possui tempo suficiente para efetuar a modelagem, o cliente pode assumir esse papel, enquanto que o analista exercerá o papel de facilitador na hora da interação, procedendo a construção do modelo de decisão. O especialista é responsável por fornecer informações acerca do problema, a terceira parte são aqueles

que serão afetados pela decisão, porém não participam do processo decisório.

O desenvolvimento do modelo de apoio à decisão deve realizar a escolha do método a ser aplicado. Essa escolha depende, dentre outros motivos, da estrutura de preferência do decisor (que é aquele responsável pela tomada de decisão), que representa a preferência do decisor em relação as consequências. As relações de preferência podem ser de indiferença: quando não se tem motivos que permitam a escolha das alternativas, representando uma igualdade de preferência por ambas; de incomparabilidade: quando não se possui critério convincente para preferência, não é possível realizar a comparação; de preferência: quando uma alternativa é preferível que outra (ALMEIDA, 2013).

Os critérios são avaliados de duas maneiras, intercritério e intracritério (MORAES et al., 2010). A avaliação intracritério trata do preenchimento da matriz de decisão (Tabela 1), em que os valores (por exemplo $v_1(a_1)$) de cada alternativa (a_1, \dots, a_n) em cada um dos critérios (c_1, \dots, c_n) são levantados. Em contrapartida a avaliação intercritério é realizada entre os critérios através de um método de apoio à decisão multicritério.

	C_1	C_2	...	C_m
a_1	$v_1(a_1)$	$v_2(a_1)$...	$v_m(a_1)$
a_2	$v_1(a_2)$	$v_2(a_2)$...	$v_m(a_2)$
...
a_n	$v_1(a_n)$	$v_2(a_n)$...	$v_m(a_n)$

Tabela 1 - Matriz de Decisão

Fonte: ALMEIDA (2013)

Os métodos de apoio a decisão, de acordo com Almeida (2013) e Gurgel & Mota (2011), são classificados nas três classes principais, abaixo:

- Método de critério único de síntese: agregam os critérios em um único critério de síntese.
- Método de sobreclassificação (*outranking*): foca em uma lógica não compensatória realizando-se comparações par-a-par entre todas as alternativas.
- Método interativo: utilizado principalmente na programação linear multiobjetivo possui um foco maior na construção interativa do modelo junto ao decisor.

Outra classificação usual para os métodos é em métodos compensatórios e não compensatórios. Segundo Almeida (2013), nos métodos compensatórios existe a ideia de compensar um menor desempenho de uma alternativa em um dado critério por meio de um melhor desempenho em outro critério, podendo ser determinísticos ou

probabilísticos. Enquanto que os métodos não compensatórios são caracterizados por não haver compensação entre os critérios, considerando apenas a importância relativa dos critérios.

O método escolhido para aplicação do estudo é o PROMETHEE II, um método de sobreclassificação e de não compensação.

2.1 Método PROMETHEE

A família do método PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) é constituída de duas fases, sendo elas: construção de uma relação de sobreclassificação e exploração dessa relação para apoio a decisão (BRANS & MARESCHAL, 2002).

Na primeira fase o decisor deve determinar o peso (p_i) para cada critério de acordo com a importância de cada um, logo após é definido o grau de sobreclassificação $\pi(a,b)$, através da Equação 1 abaixo:

$$\pi(a, b) = \sum_{i=1}^n p_i F_i(a, b), \sum_{i=1}^n p_i = 1 \quad (1)$$

$F_i(a,b)$ é uma função de diferença entre as alternativas $[g(a) - g(b)]$, que assume valores entre 0 e 1, e pode assumir uma das seis formas apresentadas no quadro 1.

1 – Critério usual não há parâmetro a ser definido	$g_f(a) - g_f(b) > 0$ $g_f(a) - g_f(b) \leq 0$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = 0$
2 – Quase-critério define-se o parâmetro q (limite de indiferença)	$g_f(a) - g_f(b) > q$ $g_f(a) - g_f(b) \leq q$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = 0$
3 – Limite de preferência define-se o parâmetro p (limite de preferência)	$g_f(a) - g_f(b) > p$ $g_f(a) - g_f(b) \leq p$ $g_f(a) - g_f(b) \leq 0$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = [g(a) - g(b)]/p$ $F(a,b) = 0$
4 – Pseudocritério definem-se os parâmetros q (limite de indiferença) e p (limite de preferência)	$ g_f(a) - g_f(b) > p$ $q < g_f(a) - g_f(b) \leq p$ $ g_f(a) - g_f(b) \leq q$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = 1/2$ $F(a,b) = 0$
5 – Área de indiferença definem-se os parâmetros q (limite de indiferença) e p (limite de preferência)	$ g_f(a) - g_f(b) > p$ $q < g_f(a) - g_f(b) \leq p$ $ g_f(a) - g_f(b) \leq q$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = g_f(a) - g_f(b) - q / (p - q)$ $F(a,b) = 0$
6 – Critério Gaussiano O desvio-padrão deve ser fixado	$g_f(a) - g_f(b) > 0$ $g_f(a) - g_f(b) \leq 0$	A preferência aumenta segundo uma distribuição normal $F(a,b) = 0$

Quadro 1 - Critérios Gerais para o PROMETHEE

Fonte: ALMEIDA (2013)

Na segunda fase do método PROMETHEE vem a definição do fluxo de

sobreclassificação que é feito através de dois indicadores, sendo o fluxo de sobreclassificação de saída (que mede a intensidade de preferência de a sobre b no conjunto A , enquanto o fluxo de sobreclassificação de entrada (é a intensidade de preferência de b sobre a no conjunto A (MORAES et al, 2010).

O método PROMETHEE I é constituído de duas pré-ordens de acordo com os fluxos apresentados anteriormente, sendo uma crescente (e a outra decrescente (, a interseção delas produz uma pré-ordem parcial a partir da relação de preferência (P), indiferença (I) e incomparabilidade (R). Enquanto que o método PROMETHEE II apresenta uma ordem completa organizando as alternativas em ordem decrescente utilizando o fluxo contínuo, Equação 2.

$$(\alpha) = \phi^+(\alpha) - \phi^-(\alpha) \quad (2)$$

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo buscou identificar qual o modal que apresenta melhor performance para o transporte de cargas a granel do estado do Maranhão com destino a outros estados, considerando como decisor um produtor rural do estado, que tem como produção alguns produtos transportados a granel. Em seguida é apresentado o modelo de decisão multicritério desenvolvido.

a) Desenvolvimento do modelo

Primeiramente foi necessário identificar quem seria o tomador de decisão do problema apresentado, para então dar prosseguimento ao desenvolvimento do modelo. Nesse âmbito verificou-se que esse papel seria assumido pelo gerente da fazenda, responsável por tomar as decisões relacionadas a produção e distribuição.

A partir dos estudos realizados para a seleção de modais de transporte e de entrevistas com o decisor, verificou-se que os critérios a serem avaliados pelo modelo são:

- **Velocidade:** Representa a velocidade média que determinado modal pode atingir transportando cargas a granel. Trata-se, portanto, de um critério de maximização, pois quanto maior a velocidade, mais rápido a carga chega ao seu destino final.
- **Custos:** Corresponde ao preço médio para o transporte de cargas a granel. Sendo, um critério de minimização, pois o custo deve ser o menor possível.
- **Disponibilidade:** Relaciona-se ao fato de o modal estar sempre à disposição para o transporte do produto estudado. Tratando-se de um critério de maximização, pois quanto mais disponível o modal estiver, mais ágil o processo será.
- **Perdas e Danos:** Constitui-se das possíveis perdas e riscos a danos do pro-

duto no processo de transporte do mesmo, como furtos, roubos e avarias na carga, assim o critério em questão é de maximização, pois quanto maior for o número de problemas relacionados a esse critério, pior será a avaliação do modal.

- Capacidade: Refere-se da capacidade do modal de transportar cargas a granel, ou seja, o volume ou amplitude do transporte para esse tipo de carga, caracterizado como um critério de maximização.

As alternativas estão representadas pelos modais de transporte existentes. Conforme já falado anteriormente, são eles: rodoviário, ferroviário, aquaviário, dutoviário e aéreo. No entanto, para o transporte de cargas, foi verificado duas dessas alternativas são dominadas pelas outras, de maneira que não há possibilidade de se realizar o transporte de cargas a granel nesses dois modais: dutoviário e aéreo. Por esse motivo, ambos não foram considerados no estudo. Também foi verificado que não existem fatores chamados como Estado da Natureza para serem considerados no modelo.

Uma característica importante para a definição do método é a definição da problemática de escolha. Através da interação com o decisor, foi possível identificar que não era de seu interesse que houvesse incomparabilidade na ordenação das alternativas no final. Além do mais, observou-se que não há compensação entre os critérios, que para o decisor é importante apenas a importância relativa a cada um dos critérios. A partir disso foi possível, então, definir que o método a ser aplicado é o PROMETHEE II.

Logo, a Tabela 2 mostra a avaliação intracritério das alternativas, e outros dados necessários para a execução do modelo, tais como os pesos, o tipo de função, os parâmetros e a característica de minimização ou maximização.

Alternativas	Critérios				
	Velocidade (km/h)	Capacidade	Custo (R\$/km)	Perdas e Danos	Disponibilidade
Aquaviário	28,00	5	48,32	5	1
Ferrovário	22,10	5	56,01	4	2
Rodoviário	80,00	2	105,00	1	5
Função	Usual	Usual	Quase-critério	Usual	Usual
Parâmetro	-	-	p=10	-	-
Max/Min	Max	Max	Min	Max	Max
Pesos	0,0857	0,2286	0,2857	0,1143	0,2857

Tabela 2 - Dados para criação do Modelo

Fonte: Autoras, 2018

Para os critérios avaliados em uma escala verbal, foi utilizada uma escala de 5 pontos conforme a seguir: 1 – Muito ruim; 2 – Ruim; 3 – Médio; 4 – Bom; 5 – Muito

bom.

A fim de contribuir para a execução do método, o *software* escolhido foi o *Visual PROMETHEE* que permitirá a apresentação dos *rankings* das alternativas, e fluxos positivo, negativos e líquidos das mesmas. Observa-se que na Tabela 3 esses resultados.

Ranking	Alternativas	ϕ	ϕ^+	ϕ^-
1	Ferroviário	0,1714	0,4571	0,2857
2	Aquaviário	0,0857	0,4143	0,3286
3	Rodoviário	-0,2571	0,3714	0,6286

Tabela 3 - Ranking das alternativas

Fonte: Autoras, 2018

Portanto, a recomendação é o decisor escolher realizar o transporte da carga através da utilização do modal Ferroviário.

É possível com *software* ver como os critérios se comportam em relação ao resultado final, na Figura 1 observa-se o gráfico PROMETHEE *Rainbow*. A largura de cada um dos retângulos que representam os critérios ilustra o quão bom, ou quão ruim, é o desempenho da alternativa em cada um dos critérios, sendo possível avaliar visualmente em quais critérios os desempenhos não são tão bons para cada uma das alternativas, e aqueles que não aparecem é porque estão na linha zero, sem contribuir negativamente ou positivamente para o modelo. É fácil observar que os modais Aquaviário e o Rodoviário, tem maior contribuição positiva dos critérios, porém possuem grande contribuição negativa, o que não os torna tão bons quanto o Ferroviário, que seria a escolha apontada pelo modelo, por ser o primeiro colocado no *ranking*.

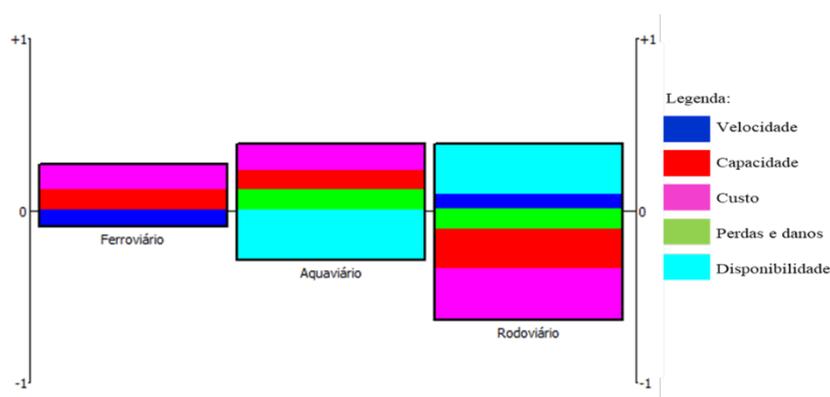


Figura 1 - Gráfico PROMETHEE *Rainbow*

Fonte: Adaptado de Visual Promethee, 2018.

Tratando-se de um modelo de Pesquisa Operacional, é necessário realizar a análise de sensibilidade do modelo. Esta análise tem como intuito verificar como a

alteração dos pesos dos critérios interfere no resultado final do modelo. Nesse sentido, o critério com maior sensibilidade é a velocidade, é permitido que esse critério fique com valores entre 0 e 0,1579 e o resultado do modelo não se altera, a partir disso, é possível verificar uma inversão na ordenação, em que o Aquaviário passaria a ser o melhor colocado, e se esse critério recebesse um peso acima de 0,2471 o modal rodoviário seria a melhor opção. Algo semelhante ocorre com o critério disponibilidade, se esse critério recebesse peso entre 0 e 0,2183 o modal Aquaviário seria a melhor escolha, entre 0,2184 e 0,3902 no resultado permanece como o do problema original, e com um peso acima de 0,3902 o modal Rodoviário seria a melhor escolha.

Após feita a análise e que os resultados foram apresentados ao decisor, este informou que poderia ocorrer uma pequena mudança nos preços aplicados com o frete, de maneira que ele conseguiria um desconto fechando um contrato com uma empresa transportadora que opera pelo modal Rodoviário de metade do preço auferido. Ele solicitou que fosse feita uma verificação de que se essa mudança nos valores dos custos do frete afetaria a escolha do modal. A Tabela 4 apresenta o novo resultado.

Ranking	Alternativas	ϕ	$\phi+$	$\phi-$
1	Ferroviário	0,0286	0,3143	0,2857
1	Rodoviário	0,0286	0,3714	0,3429
3	Aquaviário	-0,0571	0,2714	0,3286

Tabela 4 - Análise de variação no modelo

Fonte: Autoras, 2018

Observa-se que houve um empate na primeira colocação do ranking. Neste caso cabe ao decisor escolher uma das duas opções, que as consequências para o problema serão as mesmas. Efetuando uma análise de sensibilidade dos critérios, observou-se que qualquer mudança efetuada nos pesos dos critérios velocidade, perdas e danos, capacidade e disponibilidade poderiam afetar no resultado apresentado pelo modelo. Isso geralmente ocorre quando se tem um empate na primeira colocação.

Tal fato foi exposto ao decisor, e ele preferiu fazer uma alteração nos pesos para que o modelo pudesse ajudá-lo a realizar essa escolha. Sendo assim, ele resolveu aumentar o peso para o critério disponibilidade para 0,30, diminuindo proporcionalmente o peso dos demais critérios. Para essa situação, tem-se que o melhor modal é o Rodoviário, com o maior fluxo líquido conforme verificado na Tabela 5.

Ranking	Alternativas	ϕ	$\phi=$	$\phi-$
1	Rodoviário	0,048	0,384	0,336
2	Ferroviário	0,028	0,318	0,29
3	Aquaviário	-0,076	0,266	0,342

Tabela 5 - Resultado do modelo após alteração

Dessa maneira, o decisor optou por utilizar o modal Rodoviário para escoar a sua produção para outro estado, mediante a realização do contrato com a empresa transportadora e modificação nos pesos dos critérios.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de transportes é de grande importância para locomoção de pessoas e mercadorias, sendo uma atividade indispensável. Assim, a escolha correta do modal permitirá que o serviço seja eficiente e barato. Nesse sentido, o método de apoio a decisão auxiliará o decisor nessa tomada de decisão para que a escolha seja satisfatória.

A utilização de um modelo de apoio à decisão multicritério foi possível devido a característica de que é necessário levar em consideração diversos fatores para a escolha de um modal de transporte ao mesmo tempo, dando prioridade para aqueles que o tomador de decisão verificar serem mais importantes. Sendo assim, para o problema estudado foi aplicado o método PROMETHEE II, com o qual foi possível identificar que a melhor opção para o escoamento da produção de um determinado produtor rural é o modal Rodoviário, mesmo realizando algumas variações nos dados para a avaliação.

Como uma futura análise, espera-se levar em conta a multimodalidade, considerando que para chegar em alguns locais não é possível utilizar apenas um modal de transporte, fazendo testes e análises para averiguar o quanto esse fato pode afetar o desenvolvimento do modelo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. T. **Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério**. São Paulo: Atlas, 2013.

ALMEIDA, A. T., FERREIRA, R. J. P., CAVALCANTE, C. A. V., 2015. A review of the use of multicriteria and multi-objective models in maintenance. **IMA Journal of Management Mathematics**, Volume 26, pp. 249-271, 2015.

BALLOU, R. **Logística Empresarial: Transportes, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 2006.

BOWERSOX, D. J. & CLOSS, D. J. **Logística empresarial: O processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2001.

BRANS, J. P. & MARESCHAL, B. **PROMÉTHÉE-GAIA: une méthodologie d'aide à la décision en présence de critères multiples**. Bruxelas: Éditions de l'université de Bruxelles, 2002.

DIAS, M. A. P. **Logística, transporte e infraestrutura: armazenagem, operador logístico, gestão**

via TI, multimodal. São Paulo: Atlas, 2012.

ETENE, 2010. **Paranorama da infra-estrutura de transporte do Nordeste.** Disponível em <https://bnb.gov.br/documents/88765/89729/iis_infraestrutura_transportes.pdf/40d70c80-b132-4b06-bf8f-0bfc9fce8874>. Acesso em Dez. 2017.

FLEURY, P. F., WANKE, P. **Logística empresarial: a perspectiva brasileira.** São Paulo: Atlas, 2011.

GONÇALVES, P. S. **Logística e Cadeia de Suprimentos: O Essencial.** Barueri: Manole, 2013

GURGEL, A. M. & MOTA, C. M. M. Combate e prevenção da violência: uma proposta utilizando o método multicritério SMARTS. **Anais do XLIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, 2011.

IBGE, 2017. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/panorama>>. Acesso em Dez. 2017.

INFRAERO, 2017. **Anuário Estatístico Operacional de 2017.** Disponível em: <http://www4.infraero.gov.br/media/674694/anuario_2017.pdf>. Acesso em Dez. 2017

MORAES, D. C., CAVALCANTE, C. A. V., ALMEIDA, A. T. Priorização de áreas de controle de perdas em redes de distribuição de água. **Pesquisa Operacional**, Volume 30, pp. 15-32, 2010.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

RODRIGUES, P. R. A. **Introdução aos sistemas de transporte e à logística internacional.** São Paulo: Aduaneiras, 2007.

ROJAS, P. **Introdução à logística portuária e noções de comércio exterior.** Porto Alegre: Bookman, 2014

ROY, B. **Multicriteria Methodology for Decision Aiding.** Kluwer Academic Publishers, 1996.

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE PRESTADORES DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS UTILIZANDO A ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

Isabella russo vanazzi

bvanazzi@outlook.com

CENTRO UNIVERSITÁRIO IBMEC – IBMEC

RIO DE JANEIRO - RJ

Luís Filipe Azevedo de Oliveira

luis.oliveira@ibmec.edu.br

CENTRO UNIVERSITÁRIO IBMEC – IBMEC

RIO DE JANEIRO - RJ

RESUMO: com a economia nacional em desenvolvimento, as atividades logísticas no brasil estão em rápido crescimento. Com isso, cada vez mais o setor de prestadores de serviços logísticos cresce no país, visto que a terceirização da logística se mostra uma alternativa viável. Assim, este trabalho investiga a eficiência relativa de 33 prestadores de serviços logísticos (3pl) no brasil em 2016, utilizando a análise envoltória de dados (dea). A dea é uma ferramenta matemática não-paramétrica que utiliza a programação linear para calcular a eficiência relativa de unidades tomadoras de decisão (dmu). A finalidade deste estudo é poder comparar cada unidade, formando um ranking de acordo com a eficiência dos processos produtivos e, também, poder encontrar as empresas benchmarks, ou seja, as que melhor se destacam dentre todas. Como principal resultado deste estudo, foi possível

identificar 45% das empresas, da amostra utilizada, analisadas como eficientes através do modelo dea bcc orientado ao output. Além de tais informações, com o ranking dos 3pls definido, os gestores de empresas poderão selecionar os melhores operadores logísticos e os que se adequam melhor a realidade do Empregador. É importante que ajam estudos voltados para a melhoria de serviços dentro do país, para que, assim, o brasil possa caminhar em direção à sua eficiência ideal.

PALAVRAS-CHAVES: análise envoltória de dados; operador logístico; eficiência.

PERFORMANCE EVALUATION OF THIRD-PARTY LOGISTICS USING DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

ABSTRACT: with the national economy in development, logistics activities in brazil are growing fast. As a result, more and more the sector of logistics service providers is growing in the country, since the outsourcing of logistics is a viable alternative. Thus, this work investigates the relative efficiency of 33 third-party logistics (3pl) in brazil in 2016, using data envelopment analysis (dea). Dea is a non-parametric mathematical tool that uses linear Programming to calculate the relative efficiency of decisionmaking units (dmu). The purpose of

this study is to be able to compare each unit, ranking it according to the efficiency of its productive processes and, also, to be able to find the benchmark companies, that is, the ones that stand out best among them all. As a main result of this study, it was possible to identify 45% of the companies, of the sample used, analyzed as efficient through dea bcc model oriented to the output. In addition to such information, with the 3pls ranking defined, company managers will be able to select the best logistic operators and those that best fit the reality of the employer. It is important that studies are undertaken to improve services within the country, so that brazil can move towards its ideal efficiency.

KEYWORD: data envelopment analysis; third-party logistics; efficiency.

1 | INTRODUÇÃO

É notório que a globalização e a abertura crescente de novos mercados obrigam os países a flexibilizarem seus serviços, devido à necessidade de adaptação a constante mudança. Segundo Fleury (1999), é por este motivo que a necessidade de contratação de serviços logísticos externos ascende. Assim, o que antes era uma função realizada dentro da empresa, agora passaria a ser terceirizada.

Operadores logísticos ou prestadores de serviços logísticos (3PL, do inglês *ThirdParty Logistics*), ainda de acordo com Fleury (1999), são fornecedores de serviços logísticos, especializados em gerenciar e executar atividades, que englobam consolidação de carga, gestão de carga de transporte, gestão do próprio transporte, dentre outras atividades. Assim, os 3PLs são capazes de atender a todas ou quase todas necessidades logísticas de seus clientes de forma personalizada.

No Brasil, essa terceirização também é uma realidade que vem estatisticamente aumentando, de acordo com o IBGE (2007; 2015). De acordo com Fleury (1999), contratar esse tipo de serviço terceirizado somente tomou vigor a partir de 1994, com a estabilização econômica propiciada pelo Plano Real e da intensificação do processo de privatização no país.

“O crescimento desse fenômeno vem se dando tanto pelo surgimento de operadores nacionais, quanto pela entrada no Brasil de provedores conhecidos e importantes globalmente” (FLEURY, 1999, p. 1).

Por ser uma realidade atual, é de grande importância para o prestador de serviço ter conhecimento sobre a performance dessas organizações. Entretanto, segundo Chalréo (2015), além de medir a eficácia das operações, também é preciso avaliar a eficiência dos processos, para garantir a saúde e competitividade das empresas. Além disso, fazer comparações com as melhores práticas do mercado, cria, assim, a possibilidade de otimizar as atividades, bem como ampliar a visão estratégica da organização. Diante disto, surge a questão: como mensurar a performance de operadores logísticos que atuam no Brasil?

Teoricamente, de acordo com Chalréo (2015), seria fácil fazer uma comparação

entre empresas utilizando cálculos simples, porém, o que torna a mensuração mais difícil são as diferenças nas características operacionais e nos volumes de insumos e produtos, tornando injusta a confrontação entre as organizações. Neste contexto, estabelecer um indicador de avaliação de eficiência está presente no ramo da Pesquisa Operacional, através de ferramentas matemáticas e estatísticas, como a Análise Envoltória de Dados (DEA, do inglês *Data Envelopment Analysis*). Ainda de acordo com Chalhó (2015), a DEA atribui pesos diferentes nos cálculos de cada empresa, propiciando uma comparação justa entre empresas. Segundo o mesmo autor, essa ferramenta matemática baseia-se em técnicas de otimização para estimar a eficiência relativa de unidades produtivas similares através de dados quantitativos, determinando uma curva de eficiência empírica da relação insumos/produtos destas unidades.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar a performance dos operadores logísticos atuantes no Brasil, com dados coletados do ano de 2016, em termos de insumos para obtenção de serviços. Portanto, este trabalho pretende construir um *ranking* comparativo entre empresas que prestam serviços logísticos no Brasil visando a avaliação da eficiência, utilizando a Análise Envoltória de Dados. O resultado obtido auxiliará as empresas do setor a se manterem competitivas, e as organizações contratantes, a compreenderem melhor sobre os 3PLs operantes no mercado brasileiro, uma vez que é importante o conhecimento sobre os serviços e infraestruturas oferecidos para que se alcance, assim, uma excelência operacional.

Diante dessas afirmações, o método proposto inicia-se com a coleta dos *inputs* (insumos) e *outputs* (produtos), e a seleção das unidades que serão avaliadas. Em seguida, o modelo matemático da DEABCC orientado ao *output* é construído e o cálculo é feito através da ferramenta Microsoft Excel[®]. Com as informações concebidas, é possível observar as eficiências de cada unidade, comparar as empresas, encontrar os *benchmarks* e observar as melhores práticas.

2 | ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

Com a finalidade de medição da eficiência de uma empresa e respondendo perguntas, como, quais as devidas entradas e saídas para análise e quais as formas apropriadas para medir a relação entre elas, de acordo com Macedo e Bengio (2003), foi desenvolvido um modelo matemático chamado Análise Envoltória de Dados (DEA), com a capacidade de comparar a eficiência de múltiplos elementos similares, porém com *inputs* e *outputs* de grandezas diferentes.

Segundo Mello *et al.* (2005), a Análise Envoltória de Dados foi primeiramente aplicada às medidas de eficiência com Pareto-Koopmans e Debreu em 1951. Em 1978, Charnes, Cooper e Rhodes utilizaram a técnica para avaliar escolas públicas norte-americanas. A DEA é uma técnica do ramo da Pesquisa Operacional e tem como base a programação linear. Ainda segundo Mello *et al.* (2005), o objetivo da ferramenta

é estimar um resultado que possibilita a comparação entre unidades tomadoras de decisão (DMUs, do inglês *Decision Making Units*) no que se refere ao seu desempenho operacional.

Pedroso *et al.* (2012, p. 6, grifo do autor) contextualiza o esquema gráfico (Figura 1) básico da DEA da seguinte maneira:

[...] as DMUs ineficientes (a) estão delimitadas por um conjunto de referência (fronteira do envelope ou envoltória) de unidades eficientes ou *benchmarks*; (b) o modelo é baseado na resolução de um problema de programação fracionária, no qual a medida de eficiência é obtida através da razão da soma ponderada dos produtos pela soma ponderada dos insumos. Esta é formada pela combinação linear que conecta os conjuntos de observações das unidades eficientes ou **boas práticas**, (c) gerando um conjunto convexo de possibilidades de produção.

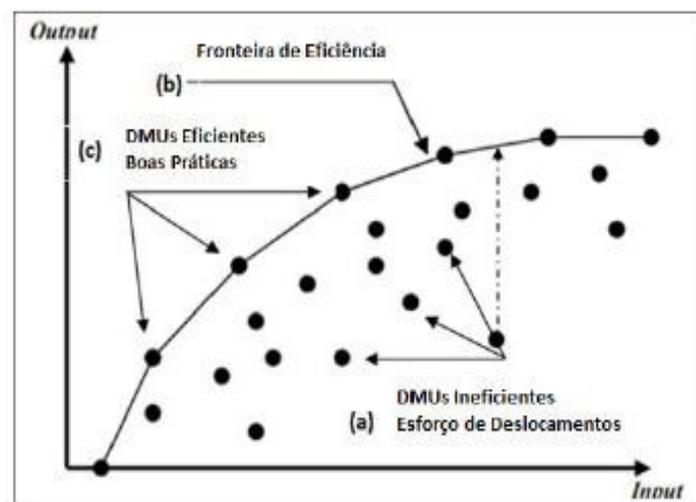


FIGURA 1 - Esquema gráfico da DEA.

Fonte: Pedroso et al. (2012, p. 6).

São diversas as aplicações da DEA, porém, a literatura se refere a dois tipos clássicos de métodos que funcionam com o objetivo de mensurar a eficiência relativa de uma DMU. São elas a criada por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), nomeada de CCR, e a elaborada por Banker, Charnes e Cooper em 1984, batizada de BCC.

O modelo CCR foi desenvolvido baseando-se nos estudos de Farrel (1957). Recebeu este nome devido as iniciais de seus criadores, Charnes, Cooper e Rhodes, e é também conhecido por CRS (Modelo com Rendimentos Constantes de Escala), que considera apenas retornos de escala constantes – isto é, uma variação nas quantidades de insumo (*inputs*) resulta numa variação proporcional nas saídas (*outputs*) das DMUs.

Os autores Banker, Charnes e Cooper deram o título ao segundo modelo clássico da DEA, o BCC, que é também conhecido por VRS (Modelo com Rendimentos de Escala Variáveis). “O modelo BCC surgiu para ampliar e detectar com maior precisão os tipos de retornos de escala que as unidades de avaliação poderiam apresentar

acompanhando as tendências observadas na avaliação do desempenho dos processos produtivos” (OLIVEIRA, 2011, p. 42). É considerado por Banker *et al.* (1984) que há uma tendência em empresas com tamanhos diferentes terem um rendimento de escala variado, que é o caso das empresas prestadores de serviços logísticos no Brasil.

De acordo com Banker *et al.* (1984), a equação 1 representa o modelo orientado ao *output*, que será utilizado para tratamento de dados e análise de resultados neste trabalho.

$$\text{Min} \quad \sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{i0} + v_0$$

Sujeito a:

$$(1) \quad \sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{r0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{rj} - v_0 - \sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{ij} \leq 0; \quad j = 1, \dots, n,$$

$$v_i, u_r \geq 0; \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m.$$

Em que:

u_r : utilidade do *output* r ; v_i : utilidade do *input* i ; x_{ij} : quantidade usada do *input* i pela DMU j ; y_{rj} : quantidade usada do *output* r pela DMU j ; x_{i0} : quantidade usada do *input* i pela DMU ‘0’ em análise; y_{r0} : quantidade usada do *output* r pela DMU ‘0’ em análise; n : quantidade de DMUs em análise; s : número de *outputs* utilizados na análise; m : número de *inputs* utilizados na análise.

Deve-se ressaltar que, no modelo orientado ao *output*, com a função objetivo de minimização, o resultado é dado pelo inverso da função objetivo. Ou seja, para que seja calculada a devida eficiência de cada DMU, segue a Expressão 2 abaixo.

$$\text{eficiência} = \frac{1}{\sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{i0} + v_0} \quad (2)$$

As variáveis, v_0 , representa o retorno de escala para o modelo orientado ao *output*, (OLIVEIRA, 2011, p. 40). Mariano (2008, p. 82) aponta que o retorno de escala pode ser interpretado da seguinte maneira:

A variável v também pode ser utilizada para estimar o tipo de retorno à escala de uma DMU, porém ela deve ser interpretada de maneira oposta ao do coeficiente u ; assim, caso $v > 0$ os retornos a escala serão decrescentes, caso $v = 0$ os retornos serão constantes e caso $v < 0$ os retornos serão crescentes. Os retornos a escala não serão necessariamente iguais para as orientações aos *inputs* e aos *outputs*.

Para a avaliação do resultado do modelo *output* do BCC, é preciso que uma

unidade

(1) seja dividida pela resposta da função objetivo. Além disso, é importante ressaltar que “a ineficiência técnica pode ser associada ao fracasso em alcançar a Fronteira de Eficiência, ou seja, fracasso em alcançar o máximo de *outputs* dado um certo *mix* de *inputs*” (CHARNER; COOPER, 1990 *apud* MACEDO; BENGIO, 2003, p. 5).

3 | METODOLOGIA

Este trabalho é realizado através de quatro etapas: 1º) coleta de dados; 2º) seleção de variáveis; 3º) construção do modelo matemático; e 4º) análise dos resultados.

A primeira parte do estudo é a coleta de dados, que constitui da leitura de livros, pesquisas realizadas, dados coletados e da revista “Tecnológica”, volume 252. Através deste volume da revista, são extraídos todos os *inputs* e *outputs*, do ano de 2015-2016, usados no estudo, comparando, assim, operadores logísticos atuantes no Brasil, principais empresas do setor de 3PL no país.

Contudo, a amostra desta análise não abrange todos os prestadores citados na revista, que são 147 no total, já que algumas empresas não fornecem informações necessárias para uma apropriada comparação. Logo, uma seleção prévia é necessária, resultando em uma amostra de 33 operadores logísticos a serem avaliados. A seleção avalia quais são os *inputs* e *outputs* mais relevantes para o estudo, baseando-se na representatividade das variáveis que são mais citadas nos estudos já feitos que aplicaram DEA aos 3PLs, assim como as empresas que tiveram a devida participação no conteúdo utilizado para os cálculos.

Os dados quantitativos escolhidos que serão utilizados no estudo são: número de funcionários, número de armazéns próprios, receita bruta em 2016 (em milhões de reais), crescimento da receita de 2015 para 2016, e volume de produtos movimentados por ano em itens e em peso (t). A Figura 2 abaixo ilustra a metodologia utilizada para os cálculos da DEA.



FIGURA 2 – Metodologia DEA deste trabalho.

De acordo com Mello *et al.* (2005), a DEA utiliza um método de otimização para desenvolver um modelo que atenda a casos com múltiplos insumos, construindo um único insumo virtual. Para cada organização, a ferramenta utiliza técnicas de programação linear para calcular o índice de eficiência que compara os desempenhos. Como dito anteriormente, o índice assume o valor 1 para as unidades cuja produtividade é melhor, e menor que 1 se combinações alternativas de insumos são indicadas como menos eficientes.

Na terceira etapa do processo, com um conjunto de empresas e informações padronizado, constrói-se uma curva de eficiência. Pode-se, então, identificar aquelas cujo plano de produção não é superado pelo plano de nenhuma outra empresa (*benchmarks*). Estas DMUs eficientes “englobam” as DMUs que não forem eficientes.

A etapa final a ser realizada na execução desta pesquisa consiste na avaliação dos resultados obtidos com a aplicação da DEA. Neste estágio, analisa-se e discute-se sobre os resultados encontrados pelos cálculos realizados através de tabelas e figuras. Com isso, fica possível indicar os *benchmarks* do mercado logístico atuantes no Brasil, destacando-os como referência para as demais.

4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

O resultado da eficiência otimista da análise da DEA BCC orientada ao *output* está representado na Tabela 1 abaixo, juntamente com a fase de escala (v) de cada DMU.

DMUs	orientado ao <i>output</i> eficiência	
	otimista (%)	ν
Andreani Logística	54,75	0,620
Arfrio Armazéns Gerais Frigoríficos	100,00	0,411
Bandeirantes Logística Integrada	70,47	0,869
BHZ Logística Integrada	100,00	1,000
Brado Logística	95,94	1,042
Comfrio	98,17	1,019
Cosmolog Logística	100,00	-2,652
CSI Cargo Logística Integral	21,42	4,668
Dallogs Express Logística	100,00	-69,056
Ellece Logística	31,97	1,285
Friovale Olímpia 100,00 -11,048 Geodis Gerenciamento de Fretes	100,00	0,378
Grupo Toniato	99,03	1,010
GVM Solutions Brasil	100,00	1,000
Intermarítima Portos e Logística	39,08	2,559
Iqag Armazéns Gerais	8,06	12,412
Irapuru Transportes	64,55	1,549
Link Logistic Group	64,55	1,549
Localfrio Armazéns Gerais	85,68	1,167
MCR Fantin Logística	100,00	0,708
Pacífico Log Logística	100,00	0,115
Pedro e Neto Logística	100,00	0,000
Quality Logística	29,22	3,422
Refrio Armazéns Gerais	27,49	3,637
Smart Tac	31,95	3,130
SnapLog	100,00	1,000
Stralog Estratégia em Logística	100,00	-5,679
Supricel Logística	100,00	0,218
Suzanlog Logística	100,00	0,507
TagLog Serviços Logísticos	100,00	0,341
Trino Frio Armazéns Gerais	90,31	-12,234
Tzar Logística	13,89	7,199
Volo Logística	14,92	0,170

TABELA 1 – Resultados da eficiência otimista e do retorno de escala do modelo orientado ao *output*

Pode-se dizer que, de acordo com a eficiência clássica, o resultado médio é de 73,98%, com 15 empresas (45,45%), de um total de 33 3PLs, eficientes. As 15 empresas consideradas eficientes, de acordo com a Tabela 1, são as destacadas em verde: Arfrio Armazéns Gerais Frigoríficos, BHZ Logística Integrada, Cosmolog Logística, Dallogs Express Logística, Friovale Olímpia, Geodis Gerenciamento de Fretes, GVM Solutions Brasil, MCR Fantin Logística, Pacífico Log Logística, Pedro e Neto Logística, Snaplog, Stralog Estratégia em Logística, Supricel Logística, Suzanlog Logística, TagLog Serviços Logísticos. Estas empresas compõem a Fronteira de Eficiência e são consideradas *benchmarks* para os demais prestadores de serviços logísticos no Brasil.

Também pôde-se avaliar as fases de escala (ν), na Tabela 1, e é possível

observar que 15% das empresas analisadas, compostas pelas 5 empresas: Cosmolog Logística, Dallogs Express Logística, Friovale Olímpia, Stralog Estratégia em Logística, e Trino Frio Armazéns Gerais; possuíram retornos crescentes ($v < 0$), o que significa que variações nos *inputs* resultam em variações desproporcionalmente maiores nos *outputs*. Assim, devido ao potencial verificado, o ideal seria haver um investimento para aumentar a capacidade de produção dessas empresas, fazendo com que elas apresentassem um crescimento da capacidade de produção e um possível aumento de fatia de mercado logístico nacional.

A empresa Pedro e Neto Logística foi a única que apresentou retornos constantes de escala ($v = 0$), ou seja, os *inputs* e *outputs* possuem proporcionalidade entre si. Recomenda-se que a DMU mantenha seu nível de produtividade como está, visto que esse nível de escala é considerado ótimo.

A fase de escala decrescente ($v > 0$), com o restante das 27 empresas analisadas, compondo 82% das DMUs, significa que, com variações nos insumos, há uma resposta desproporcional menor nos produtos. Para essas empresas, é recomendado que reduzam os excessos de produção, pois seria menos benéfico o valor do aumento de recursos para insumos do que o resultado que este implemento traria para a empresa.

Considerando os *inputs* das DMUs eficientes, como retratado na Tabela 2 abaixo, observa-se uma média de 300 funcionários na empresa e 4 armazéns próprios. Enquanto as ineficientes possuem, em média, 1.164 colaboradores e 6 armazéns próprios.

Na Tabela 2 em seguida, estão pintados de azul escuro os números acima da média total das informações de cada coluna analisada das 33 DMUs, enquanto as abaixo da média, ilustram-se em azul claro.

Empresa	<i>Inputs</i>	
	Número de Funcionários	Número Total de Armazéns Próprios
Arfrio Armazéns Gerais Frigoríficos	470	8
BHZ Logística Integrada	113	3
Cosmolog Logística	90	1
Dallogs Express Logística	85	1
Friovale Olímpia	101	1
Geodis Gerenciamento de Fretes	360	1
GVM Solutions Brasil	132	4
	67	1
MCR Fantin Logística	600	20
Pacífico Log Logística	51	2
Pedro e Neto Logística	1000	3
SnapLog	80	1
Stralog Estratégia em Logística	1200	5
Supricel Logística	135	2
Suzanlog Logística	50	5
TagLog Serviços Logísticos		

TABELA 2 – Informações de *inputs* das empresas eficientes

Nota-se, na Tabela 2, que a maioria das empresas consideradas *benchmarks* nesse modelo possuem uma quantidade de funcionários abaixo da média total, assim como armazéns próprios. Isso se deve pelo desejo das empresas eficientes em minimizarem os *inputs*, ou seja, estão usando menos recurso comparando com as ineficientes. As empresas com os dados pintados de azul escuro também são eficientes, não pelo motivo citado acima, mas por apresentarem um volume de produção superior ao grupo observado, conforme será explicado a seguir.

Quanto às variáveis de *output*, na Tabela 3 em seguida, as empresas eficientes apresentaram, também em média, R\$ 86 milhões de reais de faturamento de receita bruta em 2016, com um crescimento de 35% desta receita de 2015 para 2016; gerenciam um volume de 691 milhões de itens por ano com 224 milhões de toneladas movimentadas também anualmente. Em média, as DMUs ineficientes apresentaram R\$ 129 milhões de reais de faturamento em 2016, com o crescimento entre 2015 e 2016 de 11%; 33 milhões de itens movimentados com 42 milhões de toneladas por ano.

A mesma lógica das cores ocorre na Tabela 3, de azul escuro estão os dados acima da média de todas as informações de cada coluna, e de azul claro estão os abaixo da média.

Empresa	Outputs			
	Receita Bruta em 2016 (milhões de reais)	Crescimento da Receita de 2015 para 2016	Volume Total de Produtos Movimentados por Ano em Itens	Peso Total de Produtos Movimentados (10 ³ t)
Arfrio Armazéns Gerais Frigoríficos	93	0,04	6473	790300
BHZ Logística Integrada	60	1,21	28000	1400
Cosmolog Logística	70	0,05	1200	18
Dallogs Express Logística	25	0,04	1800000	40
	10	0,18	3000	163,8
Friovale Olímpia	192,9	-0,15	20500	14,5
Geodis Gerenciamento de Fretes	38,6	0,35	5450	150,4
GVM Solutions Brasil	20,1	0,27	315000	960000
MCR Fantin Logística	120	0,17	7500000000	200000
Pacífico Log Logística	6,7	2,57	2000000	230
Pedro e Neto Logística	22,6	0,15	200000000	200
SnapLog	7	0,14	50000000	150
Stralog Estratégia em Logística				1400000
Supricel Logística	297	0	69828	
Suzanlog Logística	312,8	0,2	1500	400
TagLog Serviços Logísticos			2600000000	
	11	-0,03		5200

TABELA 3 – Informações de *outputs* das empresas eficientes

A empresa Supricel Logística, por exemplo, apresentou dados acima da média geral na Tabela 2 de *inputs*, porém, em compensação, de acordo com as informações da Tabela 3, ela produz um grande volume de produtos em peso, e ainda possui uma receita bruta acima da média. A DMU Pacífico Log Logística também apresentou um caso parecido, com um número de armazéns próprios altos, enquanto têm todas as variáveis de *output* acima da média. Assim, tais empresas apresentaram eficiência de 100% não pelo baixo consumo de recursos, mas sim pela alta saída de seus *outputs*.

Alguns dados qualitativos podem ser comparados entre o grupo de empresas eficientes. Quanto às tecnologias da informação para gestão empresarial empregadas pelas empresas eficientes da Fronteira Clássica, de acordo com a Revista Tecnológica, volume 252, pôde-se concluir que 87% das 15 DMUs que atingiram 1 na classificação de eficiência relativa, tem um software de gestão empresarial, chamado de Sistema Integrado de Gestão Empresarial (ERP), estruturado na empresa. Apenas a Geodis Gerenciamento de Fretes e a Suzanlog Logística informaram que não possuem.

É possível comparar, também, quais tipos de consultas, utilizando tecnologias modernas, as empresas *benchmarks* possibilitam ao cliente. Interessante observar que, pelos dados da Revista Tecnológica, volume 252, 12 das 15 empresas informaram que utilizam tecnologia de consulta pela internet, porém apenas 7 proporcionam acompanhamento por celular. Nenhuma das empresas analisadas possui apenas consulta pelo celular, somente, ou pela internet ou nenhum dos dois tipos.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

É preciso frisar que é praticamente impossível ignorar a importância de indicadores que meçam a performance de empresas. “A demanda pela utilização de métodos quantitativos no suporte à tomada de decisão vem ganhando espaço nos ambientes corporativos, visto que permite reduzir as características indutivas à subjetividade” (ELING; LUHNEN, 2010, p. 2). Assim, a Análise Envoltória de Dados (DEA) se mostrou uma ferramenta efetiva para comparação entre instituições semelhantes, pois foi possível identificar a Fronteira de Eficiência.

Neste trabalho, analisou-se 33 prestadores de serviços logísticos atuantes no Brasil utilizando dados de 2015 e 2016, publicados pela revista Tecnológica, com o intuito de obter a eficiência relativa de cada um, a partir da utilização da ferramenta Análise Envoltória de Dados. A partir dos dados obtidos, pôde-se avaliar o desempenho individual desses operadores logísticos, identificar os *benchmarks* do mercado brasileiro, verificar a eficiência relativa de cada unidade tomadora de decisão (DMU), e identificar algumas das melhores práticas de mercado.

Especificando melhor o estudo, a DEA teve 2 variáveis de *input* e 4 de *output*. O modelo empregado foi o BCC, que mostrou ser o melhor modelo para o caso, já

que há variados tamanhos de empresas que prestam serviços logísticos no Brasil. Também foi utilizada a orientação ao *output*, visando verificar se o que a organização está entregando é o máximo que os recursos disponíveis possibilitam. Assim, como principais resultados, foram especificadas a Fronteira Clássica e os retornos de escala, revelando 5 empresas com retorno de escala crescente, 1 com retorno constante, e 15 instituições consideradas eficientes.

É necessário ressaltar que, para as empresas consideradas ineficientes, esse estudo pode trazer contribuições no quesito de possibilitar que elas conheçam seu grau de eficiência em relação ao conjunto analisado e entendam como estão classificadas na sua fatia de mercado. Além deste trabalho proporcionar uma possível abertura para um *benchmarking*, com o objetivo de alcançar a Fronteira de Eficiência, também pode servir para um produtivo realinhamento de estratégias e auxiliar na melhoria da competitividade dessas empresas com desempenhos não ideais.

Contudo, como limitação do estudo, tem-se que, qualquer alteração no modelo, como dados das variáveis, assim como a própria seleção das variáveis, e, também, qualquer inclusão ou exclusão de empresas a serem comparadas, podem alterar os resultados, fazendo da DEA uma ferramenta muito sensível e impossibilitando um resultado 100% conclusivo.

Porém, por fim, a utilização desta ferramenta se mostra como uma excelente auxiliadora para gestores na avaliação de prestadores de serviços logísticos, permitindo a realização de *benchmarking* para entender as melhores práticas do mercado e, assim, possibilitando uma melhor gestão dos insumos e resultados. Com base nos resultados obtidos no estudo, os gestores vão ter a opção de selecionar os melhores operadores logísticos, baseado no *ranking* de eficiência de processos produtivos, a fim de conduzir as empresas às melhores práticas e ao melhor desempenho.

Para trabalhos futuros, sugere-se a reavaliação das mesmas empresas utilizando dados mais recentes, assim como a inclusão de outras variáveis de *input* e *output* para complementar as utilizadas nesse estudo. É recomendado, também, a aplicação dos cálculos em diversos períodos, para que possa ser feita a verificação da evolução dos resultados, podendo contribuir para estratégias de boas práticas por parte das empresas.

REFERÊNCIAS

ADLER, N. *et al.* Review of ranking methods in the data envelopment analysis context. **European Journal of Operational Research**, 2002. V. 140, n. 2, p. 249-265.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, 1984. V. 30, n. 9, p. 1078-1092.

CHALRÉO, F. **Análise Envoltória de Dados** – Comparando a Eficiência em Operações. Especialistas em Logística e Supply Chain, 2015. Disponível em: <<http://www.ilos.com.br/web/analise-envoltoria-de-dadoscomparando-a-e-em-operacoes/>>. Acesso em: 16 nov. 2017.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, 1978. V. 1, p. 429-444.

ELING, M; LUHNEN, M. Efficiency in the international insurance industry: A cross-country comparison. **Journal of Banking & Finance**, 2010. V. 34, n. 7, p. 1497-1509.

FERREIRA, C. M. C.; GOMES, A. P. **Introdução à Análise Envolvória de Dados**: Teoria, Modelos e Aplicações. Minas Gerais: UFV, 2009.

FLEURY, P. **A Indústria de Operadores Logísticos no Brasil** - Uma Análise dos Principais Operadores. Especialistas em Logística e Supply Chain, 1999. Disponível em: <<http://www.ilos.com.br/web/a-industria-deoperadores-logisticos-no-brasil-uma-analise-dos-principais-operadores/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

_____. **Vantagens Competitivas e Estratégicas no uso de Operadores Logísticos**. Especialistas em Logística e Supply Chain, 1999. Disponível em: <<http://www.ilos.com.br/web/vantagens-competitivas-e-estrategicas-nouso-de-operadores-logisticos/>>. Acesso em: 16 nov. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Anual de Serviços**, Rio de Janeiro, v. 9, p. 1-202, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Anual de Serviços**, Rio de Janeiro, v. 17, p. 1-57, 2015.

MACEDO, M. A. S.; BENGIO, M. C. **Avaliação de eficiência organizacional através de análise envolvória de dados**. Rio de Janeiro, 2003.

MARIANO, E. B. **Sistematização e comparação de técnicas, modelos e perspectivas não-paramétricas de análise de eficiência produtiva**. 2008. 301 f. Dissertação (mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2008.

MELLO, J. C. C. B. S. *et al.* Curso de Análise de Envolvória de Dados. **XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**: Pesquisa Operacional e o Desenvolvimento Sustentável, Gramado, 30 set. 2005.

Disponível em: <http://www.uff.br/decisao/sbpo2005_curso.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2018.

OLIVEIRA, L. F. A. **Análise da Eficiência de Prestadores de Serviços Logísticos no Brasil**. 2011. 79 f. Trabalho de conclusão de curso (Monografia) – Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2011.

OPERADORES LOGÍSTICOS. **Tecnológica**, v. 252, jun. 2017.

PEDROSO, M. M. *et al.* **Eficiência relativa da política nacional de procedimentos cirúrgicos eletivos de média complexidade**. Paraná, 2012.

PROPOSTA DE MELHORIA COM ENFOQUE NA GESTÃO DE ESTOQUE EM UM SUPERMERCADO

Rafael de Azevedo Palhares
(UFRN), Natal – RN

Evaldo Soares de Azevedo Neto
(UFERSA), Angicos-RN

Samira Yusef Araujo de Falani Bezerra
(UFSCar), São Carlos-SP

Camila Favoretto
(UFSCar), São Carlos-SP

Laura Maria Rafael
(UFSCar), São Carlos-SP

Dellano Jatobá Bezerra Tinoco
(UFRN), Natal – RN

Leila Araújo Falani
(UFRN), Natal – RN

Lílian Salgueiro Azevedo
(UFSCar), São Carlos-SP

RESUMO: Este trabalho tem a finalidade de apresentar uma proposta de gerenciamento de estoques para um supermercado localizado no município de Angicos-RN. Para isto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre gestão de estoques, apresentando conceitos, classificações e ferramentas. Em seguida, iniciou-se uma análise da rotina interna da empresa, identificando o processo de compras, controle de estoques e sistema de informação. Dessa forma, foi possível observar problemas oriundos do tipo de gestão de estoque utilizado no supermercado e foram conhecidos os seus

recursos disponíveis. Após a coleta e análise dos dados, foi possível sugerir um novo método de gerir o estoque do supermercado, e mapear as atribuições dos setores envolvidos no processo de gestão de estoque.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de estoques, Sistema de informação, Supermercado.

ABSTRACT: This work has the purpose of presenting a proposal for inventory management for a supermarket located in the municipality of Angicos-RN.

For this, a bibliographical research on inventory management was carried out, presenting concepts, classifications and tools. Then, an analysis of the internal routine of the company was started, identifying the purchasing process, stock control and information system. In this way, it was possible to observe problems arising from the type of stock management used in the supermarket and its available resources were known. After collecting and analyzing the data, it was possible to suggest a new method of managing the supermarket stock, and to map the attributions of the sectors involved in the inventory management process.

KEYWORDS: Inventory management, Information system, Supermarket.

1 | INTRODUÇÃO

Com o avanço científico, tecnológico e econômico proporcionado pela globalização do mercado e da economia, pôde perceber uma alteração na percepção do cliente em avaliar um produto, atendimento ou serviço, tornando-o mais exigente. No comércio varejista não é diferente, pois o cliente espera do estabelecimento produtos de qualidade, preços acessíveis e um atendimento satisfatório. Desse modo, em um momento crítico que o Brasil atravessa economicamente, são de suma importância que os gestores reduzam ao máximo os custos e as perdas provenientes de más decisões.

A partir da década de noventa, mudanças significativas ocorreram no comércio varejista, pode-se citar a utilização da tecnologia da informação para auxílio de gestão de estoques, onde rotinas, antes manuais, passaram a ser automatizadas com o auxílio da informática. O mercado se desenvolveu em termos de equipamentos e softwares o que influenciou positivamente na agilidade de atendimento ao cliente, além de permitir a empresa um controle melhor de sua mercadoria, minimizando o tempo gasto na digitação de informações sobre o produto e seu movimento interno, além de fornecer informações precisas para a tomada de decisão.

Gerir um estoque envolve uma série de variáveis que fazem a diferença em relação aos concorrentes e torna possível um controle mais rígido dos custos operacionais, para que se haja sucesso no empreendimento. Diversas ferramentas podem auxiliar na gerência e na tomada de decisões, dentre elas a curva ABC, gráfico dente de serra, Lote Econômico de Compra - LEC, entre outras.

Dessa forma, este trabalho visa propor um melhor gerenciamento de estoques em um supermercado localizado na cidade de Angicos – RN, sugerindo uma forma mais eficiente de controlar e gerenciar o seu estoque através dos recursos disponíveis na empresa e a criação de uma rotina, mostrando a importância e os efeitos positivos da utilização de ferramentas gestão, evitando estoque desnecessário de um produto ou a falta do mesmo nas gôndolas.

2 | FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Gestão de estoques e varejo

Para Casas e Garcia (2007) o varejista é um intermediador de mercadorias de fabricantes ou atacadistas, este, oferta e distribui seus produtos por meio de lojas ou outros modos. Os supermercados são classificados como um dos tipos de varejo com loja, dentre suas características, destaca-se, instalação ordenada em departamentos, além da principal característica que é possuir estoque.

Segundo Ballou (2011) o estoque representa uma armazenagem de mercadorias com previsão de uso futuro, ou seja, por mais que a mercadoria não seja utilizada no

mesmo instante, ela será armazenada em um local e suprirá uma demanda futura. O estoque tem como funções básicas: abastecer a produção ou alimentar as vendas; fazendo com que as demandas sejam atendidas, e a empresa melhore o nível de atendimento ao cliente.

Dentre os principais objetivos do controle de estoque destaca-se, evitar a falta de produto no estoque sem que se tenha uma quantidade em excesso sem real necessidade (VENDRAME, 2008).

Existem ferramentas que propiciam às organizações no tocante as tomadas de decisões pertinentes ao eficiente gerenciamento de estoques. Logo, estas, bem como suas aplicações serão abordadas conseqüentemente.

2.1.1 Curva ABC

Trata-se da classificação estatística de materiais, em que se considera a importância dos materiais, baseada nas quantidades utilizadas e no seu valor. Também pode ser utilizada para classificar clientes em relação aos seus volumes de compras ou em relação à lucratividade proporcionada; classificação de produtos da empresa pela lucratividade ou receita de vendas proporcionada, etc. Na avaliação dos resultados da curva ABC, percebe-se o giro dos itens no estoque, o nível da lucratividade e o grau de representação no faturamento da organização.

A curva ABC é uma importante ferramenta que permite ao gerente identificar aqueles itens que requer uma atenção maior, permitindo um tratamento diferenciado dos produtos e setores da empresa, ajudando a identificar e também a solucionar os problemas, como é o caso da redução de custos causados por decisões erradas na hora de investir em mercadoria (TÓFOLI, 2008).

De acordo com Dias (2006), através da curva ABC de itens de estoque, pode-se encontrar um resultado onde acarretará uma divisão em grupos divididos em três classes, onde:

Classe A: Grupo de itens mais importantes, que devem ser tratados com uma atenção bem especial pela administração. Entre 10 e 20% dos itens são considerados A, que estes respondem por 65% do valor de demanda ou consumo anual.

Classe B: Grupo de itens em situação intermediária. Representam entre 20 e 30% do total de número de itens e 25% do valor de demanda ou consumo anual.

Classe C: Grupo de itens menos importantes em termos de movimentação, no entanto, requerem atenção pelo fato de gerarem custo de manter estoque. Representa aproximadamente 50% dos itens e 10% do valor de consumo anual.

Na Figura 1, podemos visualizar como a curva ABC fica após a sua aplicação.

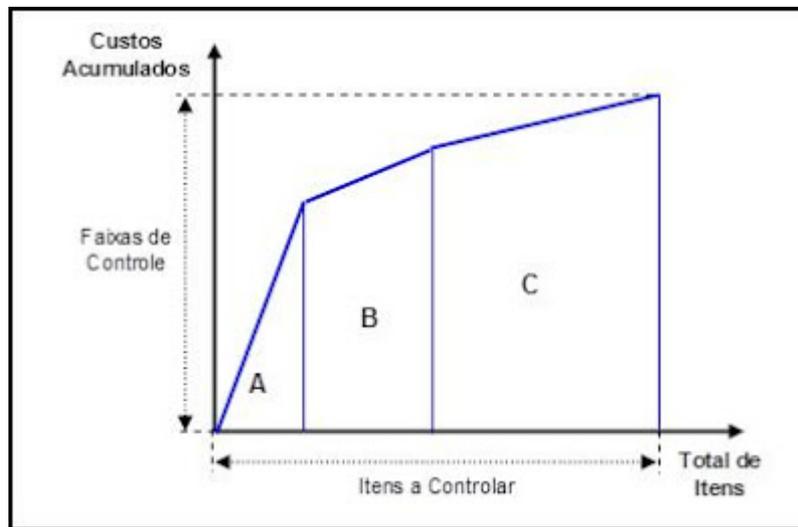


Figura 1: Curva ABC padrão

Fonte: Slack (2009)

2.1.2 Lote econômico de compra – LEC

O Lote Econômico de Compra visa à obtenção da quantidade ótima a ser comprada e/ou mantida estocada, considerando os custos de ambos e também os custos de pedido. Os custos de pedido são especificados por Assaf Neto e Silva (2005) como aqueles intrínsecos aos processos de compras, verificação de materiais, cotação, e etc. Logo, os custos de armazenagem, sendo associada à obsolescência, deterioração entre outros. O dimensionamento dos custos é exposto na expressão (1) a seguir, gerando o melhor resultado economicamente.

$$Q = \sqrt{\frac{2 V C_p}{C_e}} \quad (1)$$

Tendo:

V= Volume de vendas do período;

Q= Quantidade de cada pedido;

Ce= Custo de estocagem de cada unidade;

Cp= Custo de cada pedido,

Se formos representar o LEC em um gráfico, ele teria o aspecto mostrado na Figura 2.

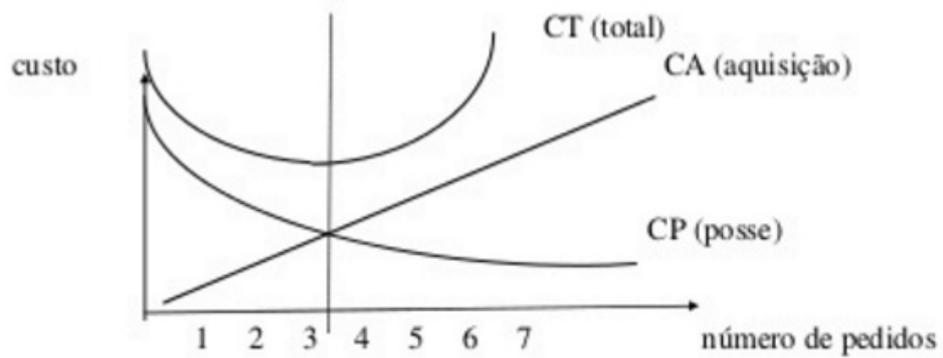


Figura 2: Gráfico LEC

Fonte: Júnior (2008)

2.1.3 Controle de Estoques

Para Pozo (2004), diversos métodos são utilizados para auxiliar as empresas a controlar de forma adequada os seus estoques. Dentre elas estão:

- Sistemas de máximos e mínimos: Este sistema utiliza o estoque máximo e mínimo para cada item presente na empresa e que esteja nos estoques, levando em consideração a saída de cada produto disponível e a criação de uma estimativa de consumo médio para cada produto. Dias (2006) sugeriu um modelo de cálculo de estoque mínimo através de uma formula simples:
- Manufacture Resource Planning (MRP): De acordo com Corrêa (2007) o princípio básico do MRP é fazer com que a empresa consiga atender de forma eficiente todos os prazos de entrega dos pedidos dos clientes, com o mínimo de estoques possível. Para que o sistema funcione corretamente são utilizados meios computacionais informatizados.

2.2 Sistemas de informação no gerenciamento de estoques

Para Laudon e Laudon (2007), os sistemas de informação (SI) tem como objetivo principal fornecer informações precisas e eficientes para apoiar o processo de tomada de decisão, coordenar e controlar uma organização.

O sistema de informação, conforme explícito na Figura 4 auxilia na transformação de dados, que se analisados separadamente não possuem importância, em informações precisas e valiosas na tomada de decisão.

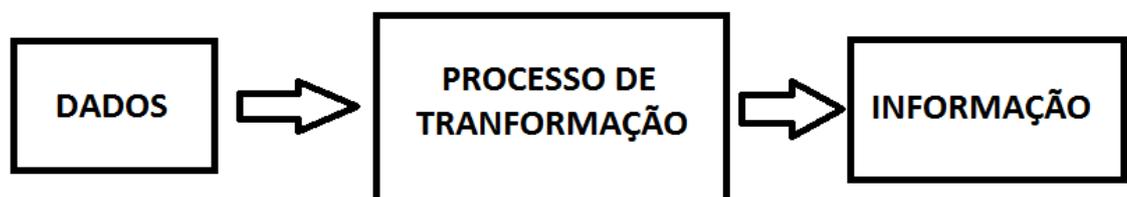


Figura 4: Representação do sistema de informação

Fonte: Autoria própria

Os sistemas de informação são responsáveis por melhorar o desempenho das atividades da empresa, e por conseqüência, trazer confiabilidade, versatilidade, eficiência e eficácia nas informações geradas e nas tomadas de decisões.

De acordo com Oliveira (1998) a informação tem importante finalidade no âmbito organizacional, é uma poderosa ferramenta que direciona a exploração dos recursos, tais como; materiais, dinheiro, pessoas, tecnologia e também a informação, visando o atendimento dos objetivos organizacionais. Com o surgimento dos sistemas de informação, muitos processos foram facilitados no dia a dia da empresa, como cadastro de produtos, agilidade no atendimento do cliente, aumento da produtividade dos funcionários, assim como também um maior controle do estoque, já que é registrada no sistema toda a movimentação de entrada e saída dos produtos da empresa, o que proporcionará uma série de relatórios que permitirão ao gerente tomar decisões mais assertivas.

3 | MÉTODO DE PESQUISA

Realizou-se uma pesquisa aplicada, que objetivou gerar conhecimentos para aplicação prática de ferramentas de gestão de estoques, dirigida à solução de problemas específicos na empresa estudada. A pesquisa apresentou uma abordagem qualitativa, e quanto aos objetivos pode ser caracterizada em sua maior parte como descritiva. Para tanto, os pesquisadores eram participantes da empresa objeto de estudo, utilizando-se de uma pesquisa-ação.

A pesquisa foi direcionada para a identificação e análise da gestão de estoque utilizada pelo supermercado, com o intuito de diagnosticar possíveis melhorias e aprimorar e/ou desenvolver uma nova forma de gestão. Para que o estudo fosse concretizado, algumas etapas foram realizadas:

- **Revisão bibliográfica:** foram realizadas buscas de informações na literatura, que permitiram nortear a identificação dos problemas da empresa, análises dos dados coletados e foi base para as propostas de melhorias.
- **Observações:** Foi observado o andamento do funcionamento atual da empresa, assim como observado os métodos utilizados na organização, em seguida feito uma análise coerente do estado atual da empresa. Em paralelo a observação da empresa, foi-se observado outras empresas do mesmo segmento para um benchmarking;
- **Análise de documentos:** Foram analisadas documentações cedidas pela empresa, como cadastro de fornecedores, notas fiscais de compra e venda e o banco de dados do software utilizado;
- **Identificação de possíveis falhas:** Após a análise dos documentos, identificaram-se as principais falhas ocorridas na empresa;
- **Proposta de melhoria:** Elaborou-se uma proposta de melhoria, levando em consideração as falhas detectadas na empresa e as soluções encontradas na literatura, tendo como o intuito corrigir e aperfeiçoar o gerenciamento de

estoques da empresa estudada.

4 | CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

O Supermercado estudado está situado na cidade Angicos/RN. É uma empresa familiar, que foi fundada em 1992 por três sócios com o objetivo trabalhar de forma rudimentar na venda de gêneros alimentícios.

Em 1998, a empresa deu início a uma pequena mudança no seu formato de administração, e passou a utilizar um software de controle de vendas, que não possuía muitas funções. Em meados dos anos 2000, a empresa trocou o seu sistema de informação antigo por um mais moderno e com várias funções, associado à mudança do sistema, a empresa começou a utilizar leitores ópticos de código de barras, mas apenas para as vendas e cadastramento de produtos, não aproveitando as demais oportunidades que o sistema oferece, sendo utilizado atualmente.

O supermercado é dividido em setores como açougue, hortifrutigranjeiros, mercearia, cereais, bomboniere, bebidas, expediente e utensílios doméstico. Dispõe de dois caixas de atendimento, o quadro de funcionários contempla 11 colaboradores, distribuídos em 2 caixas de atendimento, 2 auxiliares de escritório, 1 açougueiro e 4 para entrega, reposição e organização, um subgerente e gerente.

4.1 Controle de compras atual

O processo de compras do supermercado pode ser iniciado de três maneiras: quando ocorre a visita do representante do fornecedor a empresa, quando se percebe que está faltando mercadorias no estoque e/ou gôndolas ou quando o cliente percebe a falta do produto durante a intenção de compra

Todo o processo de compra de mercadoria do supermercado é realizado pelo gerente ou o próprio proprietário do supermercado. Quando os funcionários percebem a falta de algum produto em algum setor, seja ele açougue, hortifrutigranjeiros, ou outro setor do supermercado, comunicam ao gerente, que em seguida toma as devidas providências para a compra.

Apesar de dados como valores de custos e preços de vendas dos produtos estarem cadastrados no sistema de informação, os prazos e vencimentos dos boletos de pagamentos dos pedidos dos fornecedores não são cadastrados, sendo realizado um controle manual, através de anotações guardadas pelo gerente ou proprietário do supermercado. Essa forma de controle torna a empresa dependente do gerente ou proprietário da empresa e permite que ocorram erros durante as anotações ou perda das informações.

4.2 Controle de estoque atual

Atualmente, o controle de estoque feito no supermercado é realizado de forma

manual e empírica, logo, a situação dos níveis de estoque é identificada por meio de observações. Muitas dessas observações são feitas quando os representantes de vendas dos fornecedores fazem as visitas ao supermercado, nesse momento, o funcionário responsável verifica no estoque quais são os produtos que estão em falta ou que estão visualmente com o nível abaixo do esperado, para então, realizarem o pedido.

O supermercado não utiliza o recurso que possui no sistema informacional para o controle do estoque, ficando sujeito a erros como pedidos realizados de forma imprudente ou sem necessidade, falta de pedidos de produtos que acabam gerando diversos transtornos. O supermercado não trabalha com níveis de máximo e mínimo de estoque, assim como lote econômico de compra.

O tipo de estoque utilizado pela empresa se caracteriza entre estoque de antecipação com o estoque de segurança

4.3 Análise da situação atual

Foram detectados os seguintes problemas na situação atual de compras e controle de estoque:

Produtos em excesso no estoque, gerando uma imobilização no capital investido, capital esse que poderia ser utilizado em outros produtos que estão em falta;

- Produtos em falta no estoque, esse tipo de problema afetará nas vendas do supermercado, fazendo com que o cliente busque outro estabelecimento;
- Proprietário e gerente do supermercado não sabem exatamente a quantidade de produtos disponíveis em estoque, e nem quanto tem investido, o que resulta no mascaramento dos resultados financeiros mensais;
- O supermercado não tem noção exata dos produtos que geram mais ou menos receita, nem tampouco os produtos que merecem uma maior atenção na hora de efetuar um novo pedido;
- Proprietário e gerente são sobrecarregados com diversas tarefas, deixando o funcionamento do sistema dependente deles.
- As informações geradas pelo sistema não condizem com a realidade, pois nem todas as vendas são passadas pelo registro do sistema;
- Não existe no supermercado um acompanhamento periódico do estoque.

Apesar de ser verificado que o supermercado apresenta resultados financeiros positivos, nota-se que se for implantado uma forma eficaz e eficiente para gerir o estoque e as compras, o supermercado poderá extrair dos produtos comercializados e do capital investido um maior retorno financeiro.

4.4 Sistema de informação utilizado

Na parte gerencial, o supermercado dispõe de um sistema de informação, que auxilia, no cadastro de produtos, emissões de notas fiscais, cadastro de fornecedores e clientes e no registro de vendas. O software utilizado é desenvolvido pela Belt Sistemas,

que disponibiliza softwares para automação comercial em supermercados, além de outros setores. A forma de utilização é seccionada em dois sistemas: o CEFAS, que é software instalado no computador servidor e utilizado no escritório, e o CHECKOUT, software específico na utilização no ponto de venda. O funcionamento ocorre de forma integrada, sendo que o alvo do estudo é o CEFAS.

O CEFAS possui diversos módulos que auxiliam na gestão do supermercado. Dentre os módulos contemplados, são: cadastro de clientes, cadastro de produtos, cadastro de fornecedores e inventário.

Além desses módulos, existem outros como controles de caixa, controle de contas a pagar e a receber e curva ABC do produto.

Apesar de não ser bem utilizado pelo supermercado, o software é capaz de desenvolver diversos cálculos, entre eles estão: preço médio de venda, preço de venda, margem de lucro por unidade, margem de lucro total, curva ABC e valor do estoque.

5 | PROPOSTAS DE MELHORIAS PARA O SUPERMERCADO

O intuito das propostas de melhorias é buscar uma maximização da eficiência da gestão de estoque, possibilitando ao supermercado achar um nível de estoque que permita evitar perdas de vendas por falta de produto, assim como estoque em demasia, evitando o aumento dos custos, o que trará como consequência um aumento da vantagem competitiva e melhoria do seu desempenho financeiro.

5.1 Classificação dos produtos

O supermercado alvo do estudo disponibiliza um *mix* de produto bastante vasto, cada um com suas devidas características, diferenciando-os uns dos outros, desde o prazo de validade, rotatividade, modo como é estocado e a margem de lucro.

Para que o estoque do supermercado seja gerido de uma forma eficaz e eficiente, a bibliografia estudada indica que toda mercadoria que der entrada no supermercado, deverá ser classificada e ter o código de barras registrado, o *software* disponível na empresa auxilia nesse processo, pois ele disponibiliza a função, na qual todos os produtos são organizados segundo suas características. Um ponto negativo destacado é que os grupos e subgrupos já cadastrados no software são bastante limitados, o que acostumou os funcionários a separarem os produtos de maneira superficial, quando deveriam criar novos grupos e subgrupos.

Atualmente no software existem apenas 20 grupos e 46 subgrupos, devido ao grande *mix* de produtos disponibilizados pelo supermercado, essa limitação impede uma melhor organização dos produtos, ocasionando em relatórios não muito eficientes e imprecisos, quando são solicitados por classificação de produtos.

Levando em consideração os grupos e subgrupos já disponibilizados pelo

software e os produtos no qual o supermercado comercializa, é sugerida uma nova alteração no modo como os produtos serão classificados, acrescentando novos grupos e subgrupos e corrigindo os já existentes, de maneira que seja revisada a partir do momento que novos produtos surjam.

5.2 Classificação ABC dos produtos

Após a nova forma de classificar os produtos ser implantada, a curva ABC poderá ser utilizada de modo a possibilitar a análise dos produtos segundo sua classificação, permitindo que o supermercado dê uma maior atenção aos itens que geram mais retorno financeiro à empresa.

O *software* utilizado pelo supermercado disponibiliza a ferramenta que permite o cálculo da curva ABC, levando em consideração os produtos que estão cadastrados no sistema, sendo calculado de uma forma geral, por produto, produto principal, grupo, subgrupo, cliente, fornecedor ou vendedor. Através dessa ferramenta, o gestor poderá comparar o desempenho de vendas dos produtos. Outra opção fornecida pelo *software*, é que a curva pode ser calculada segundo o período de tempo no qual o gerente desejar.

Com o auxílio da curva ABC e dos dados gerados pelo programa, o gestor poderá aproveitar ao máximo os produtos ofertados, fazendo com que tenha um aumento da eficiência do supermercado, diminuindo os custos oriundos do estoque, assim como o aumento da rotatividade dos produtos.

6 | CONCLUSÕES

Diante da situação atual e sugestão de melhorias, é possível identificar os benefícios e vantagens esperados com as implantações das propostas, conforme mostra no quadro 1, a seguir.

	Situação Atual	Proposta de Melhorias	Vantagens de Aplicação
Controle de estoque	Realizado de forma manual e empírica, logo, a situação dos níveis de estoque é identificada por meio da observação.	Utilização do sistema para análise de todas as inserções e saídas dos produtos no estabelecimento, bem como as aplicações de lote econômico de compra e curva ABC a fim de minimizar os custos e nível de desperdícios.	Dentre as vantagens encontradas na literatura com a utilização de sistemas de informação no gerenciamento de estoques, destaca-se a obtida por Flor e Correia (2017), que entre 2013 e 2014 identificou que os custos incorridos com relação ao setor de hortifruti foram significativamente reduzidos (-57,46% em avarias).

Classificação dos produtos	Existem apenas 20 grupos e 46 subgrupos, devido ao grande mix de produto disponibilizado pelo supermercado, essa limitação impede uma melhor organização dos produtos, ocasionando em relatórios não muito eficientes e imprecisos, quando são solicitados por classificação de produtos	Sugere-se uma nova alteração na maneira como os produtos serão classificados, acrescentando novos grupos e subgrupos e corrigindo os já existentes, de maneira que seja revisada a partir do momento que novos produtos surjam.	Ela é a rotina mais importante do sistema, pois todos os outros processos subsequentes dependem da parametrização dos produtos. Logo, possibilita o gerenciamento mais eficiente.
Classificação ABC dos produtos	Recurso disponibilizado pelo sistema de informação, porém, não utilizado pela empresa.	Com o auxílio da curva ABC e dos dados gerados pelo programa, o gestor poderá analisar dos produtos segundo sua classificação, permitindo que o supermercado dê uma maior atenção aos itens que geram mais retorno financeiro à empresa.	Para Aragao <i>et al.</i> (2017), com a aplicação da curva ABC é possível identificar os produtos nas quais devem ser priorizados pela organização, ou seja, os de Classe A, logo, é importante constituir um bom nível de relacionamento com fornecedores destes produtos, uma vez que são estes produtos que tem maior impacto no volume de vendas e consequentemente no faturamento. Se houver uma queda nas vendas destes produtos, a arrecadação da empresa cairá muito no decorrer do período.

Quadro 1: Resumo de propostas de melhorias e suas vantagens

Fonte: Autoria própria

REFERÊNCIAS

ARAGAO, Alef Michael Santos et al. **Aplicação da curva ABC em um empresa do setor atacadista no estado de Sergipe**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 36. 2017, João Pessoa.: Abepro, 2016. p. 1 - 10. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_226_319_28823.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2017.

ASSAF NETO, Alexandre. **Finanças corporativas e valor**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2005.

BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial**: transportes, administração de materiais e distribuição física. 24 ed. São Paulo: Atlas, 2011.

CASAS, Alexandre Luzzi Las; GARCIA, Maria Tereza. **Marketing no varejo**: Inovações e diferenciações estratégicas que fazem a diferença no marketing de varejo. In: CASAS, Alexandre Luzzi Las;

CORRÊA, Henrique L. **Planejamento, programação e controle de produção**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de materiais**: princípios, conceitos e gestão. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

FLOR, Érica Cristiane de Freitas; CORREIA, Ana Maria Magalhães. **Gerenciamento de estoque como ferramenta para a redução de custos no setor de hortifruti**: Um estudo de caso em um atacadista na cidade de Mossoró/RN. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36., 2017, João Pessoa.: Abepro, 2016. p. 1 - 13. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_226_319_28823.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2017.

GARCIA, Maria Tereza. **Estratégias de Marketing para Varejo**: Inovações e diferenciações estratégicas que fazem a diferença no marketing de varejo. São Paulo: Novatec, 2007. p. 19-43.

LAUDON, K. C.; LAUDON J. P. **Sistemas de informação gerenciais**: administrando a empresa digital. 7. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2007.

OLIVEIRA, Marlene de. **A investigação científica na ciência da informação**: análise da pesquisa financiada pelo CNPq. Brasília: CID/UnB, 1998.

POZO, Hamilton. **Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais**: Uma Abordagem Logística. 3º Ed. São Paulo: Atlas, 2004.

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

VENDRAME, F. C. **Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais**, 2008.

DESAFIOS DA SUPPLY CHAIN 4.0

Felipe de Campos Martins

Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP)
Piracicaba - SP

Alexandre Tadeu Simon

Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP)
Piracicaba - SP

Fernando Celso Campos

Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP)
Piracicaba - SP

Renan Stenico de Campos

Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP)
Piracicaba - SP

RESUMO: A *Supply Chain* vem passando por grandes transformações em função da necessidade de implementação de novas tecnologias da Indústria 4.0, como a Internet das Coisas, *Big Data*, Sistemas Físico-Cibernéticos e a Computação em Nuvem. Graças a essas tecnologias, bem como a seus subsistemas e componentes, a integração total da cadeia de suprimentos está se tornando possível. No entanto, ainda se observa que não estão totalmente claros e identificados os reais impactos, positivos ou negativos, que as tecnologias da Indústria 4.0 causam na *Supply Chain*. Este trabalho tem como objetivo identificar e apresentar uma análise dos desafios que as empresas deverão enfrentar ao implantar as tecnologias da Indústria 4.0 na

Supply Chain. Para isso, foram selecionados e analisados, por meio de uma revisão sistemática da literatura, os trabalhos mais relevantes sobre o tema. A revisão identificou dezessete desafios agrupados em quatro macrogrupos: desafios técnicos, desafios financeiros e legais, desafios tecnológicos e desafios socioculturais. Observa-se que estes desafios requerem grande atenção por parte da academia e da indústria com o objetivo de eliminá-los e, assim, permitir melhor aproveitamento dos recursos e otimizar o desempenho das operações da *Supply Chain*.

PALAVRAS-CHAVE: *Supply Chain*, *Supply Chain* 4.0, Indústria 4.0, Desafios.

ABSTRACT: *Supply Chain* has undergone major transformations due to the need to implement new technologies of Industry 4.0, such as Internet of Things, Big Data, Cyber-Physical Systems and Cloud Computing. Thanks to these technologies, as well as to their subsystems and components, supply chain's full integration is becoming possible. However, it is still observed that the real impacts of the Industry 4.0's technologies on *Supply Chain*, either positive or negative, are not totally clear and identified. This paper aims to identify and present an analysis of the challenges that companies must face when implementing the Industry 4.0's technologies in *Supply Chain*.

For this, the most relevant papers on the topic were selected and analyzed through a systematic review of the literature. The review identified seventeen challenges grouped into four macro-groups: technical challenges, financial and legal challenges, technological challenges and sociocultural challenges. It should be noted that these challenges require a great deal of attention from academia and industry in order to eliminate them and thus allow better use of resources and optimize the performance of Supply Chain operations.

KEYWORDS: Supply Chain, Supply Chain 4.0, Industry 4.0, Challenges.

1 | INTRODUÇÃO

O tema *Supply Chain* vem sendo estudado de forma bastante intensiva ultimamente, com o objetivo de integrar a cadeia de suprimentos e fortalecer a competitividade das empresas. Apesar disso, a função *Supply Chain*, responsável pela coordenação das atividades internas das empresas, bem como entre seus clientes e fornecedores (SCHRAUF; BERTTRAM, 2016), vem se tornando cada vez mais complexa, o que dificulta a melhoria de seu desempenho e a redução dos custos de suas atividades (FORE *et al.*, 2016). Sob esse foco, Butner (2010) enfatiza a necessidade do uso de tecnologias inovadoras de modo a permitir maior integração dos processos entre os membros da cadeia de suprimentos.

A necessidade de integração dos processos da *Supply Chain* não é recente, e estudos têm sido realizados nos dois níveis de integração da *Supply Chain*: no nível externo, integrando clientes e fornecedores; e no nível interno, abrangendo as atividades intraorganizacionais da empresa (FLYNN *et al.*, 2010).

Hoje, com o surgimento da quarta revolução industrial, dada como resultado da ascensão do uso da internet para conectar o mundo físico ao mundo virtual (DAVIES, 2015), observam-se grandes oportunidades em integrar e conectar empresas e seus respectivos recursos (WU *et al.*, 2016) de modo a conferir aumento no desempenho no que se refere à tempo, dinheiro e uso de recursos (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2017). Schrauf e Berttram (2016) observam que integrar os processos da *Supply Chain* e tornar as informações transparentes ao longo da cadeia de suprimentos possibilita às empresas empregarem ações de maneira colaborativa. Isso propicia o aumento na flexibilidade, produtividade e qualidade, bem como no envolvimento entre clientes e fornecedores, possibilitando a otimização de seus processos de negócio (DAVIES, 2015; RUBMANN *et al.*, 2015).

A digitalização dos processos e atividades da *Supply Chain*, resultado da aplicação das tecnologias da Indústria 4.0, vem ganhando cada vez mais atenção tanto por parte da indústria quanto da academia (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2017). No entanto, ainda se observa que não estão totalmente claros e identificados os reais impactos de tais tecnologias na *Supply Chain* (TJAHJONO *et al.*, 2017), sejam eles positivos ou negativos. Sob esse foco, este trabalho tem como objetivo identificar e

analisar os desafios que as empresas deverão enfrentar ao implantar as tecnologias da Indústria 4.0 na *Supply Chain*.

Os resultados deste trabalho permitirão compreender melhor os obstáculos do uso das tecnologias da Indústria 4.0 na *Supply Chain*. Uma vez identificados os problemas, novos estudos poderão focar na minimização e/ou eliminação dos mesmos, conferindo melhores resultados na integração da *Supply Chain* e utilização da potencialidade oferecida pelas inovações tecnológicas.

Este trabalho está estruturado em cinco seções, incluindo este introdutório. A seção 2 apresenta a revisão bibliográfica, contemplando uma discussão sobre os temas pertinentes para o trabalho. A seção 3 apresenta os procedimentos metodológicos. Já a seção 4 descreve os resultados obtidos no trabalho. Por fim, finaliza-se com a apresentação das conclusões e das oportunidades de pesquisas futuras na seção 5.

2 | REVISÃO DA LITERATURA

Büyükoçkan e Göçer (2017) definem *Supply Chain 4.0* como “uma série de atividades interconectadas que se preocupam com a coordenação, planejamento e controle de produtos e serviços entre fornecedores e consumidores” (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2017, p. 1). Assim, observa-se que seu objetivo é gerar novas formas de agregar valor para clientes e fornecedores, além de gerar mais receita por meio da integração e coordenação de seus processos (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2017, TIAHJONO *et al.*, 2017); são elas: *forecasting*, aquisição, manufatura, distribuição e vendas e marketing (CHAN *et al.*, 2003).

Em seu trabalho, Wu *et al.* (2016) apresentam as seis características da *Supply Chain 4.0*, presentes no Quadro 1. Observa-se que essas características devem abranger todos os clientes e fornecedores que compõem a cadeia de suprimentos.

CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO
Instrumentada	Sistemas com sensores, <i>tags</i> RFID, medidores e demais componentes integrados, capazes de gerar dados para tomada de decisão.
Interligada	Membros da cadeia de suprimentos conectados, incluindo seus ativos, sistemas de TI, produtos e demais objetos inteligentes.
Inteligente	Sistemas inteligentes capazes de tomar decisões visando otimizar seu desempenho total por meio da coleta e análise de grandes volumes de dados.
Automatizada	Inúmeras atividades automatizadas que visam substituir recursos de menor eficiência (incluindo mão-de-obra).
Integrada	Atividades da cadeia de suprimentos integradas, envolvendo a colaboração entre os membros da cadeia de suprimentos, tomando decisões conjuntamente, fazendo uso de sistemas comuns e compartilhando informações.
Inovadora	Capacidade de desenvolver e agregar novos valores por meio de soluções mais eficientes ou que atendam a novos requisitos.

Quadro 1 - Características da *Supply Chain 4.0*

Essas características apresentadas se devem às tecnologias viabilizadas pela Indústria 4.0. Quatro dessas tecnologias são consideradas as tecnologias base da Indústria 4.0, citem-se: Internet das Coisas (*Internet of Things - IoT*), Sistemas Físico-Cibernéticos (*Cyber-Physical System - CPS*), *Big Data* e a Nuvem (*Cloud*) (TEIMOURY *et al.*, 2013; MACAULAY *et al.*, 2015; REDDY *et al.*, 2016). Graças a essas tecnologias, bem como a seus subsistemas e dispositivos, é possível integrar a cadeia de suprimentos em sua totalidade (não somente clientes e fornecedores, mas também seus ativos, produtos e ambiente operacional) e gerar um volume de dados maior, com mais qualidade e rapidez (WU *et al.*, 2016). Além disso, as tecnologias permitem às empresas aumentar a flexibilidade, produtividade, confiabilidade e capacidade de resposta em suas operações. Adicionalmente, ao viabilizar a reorganização de toda a operação em tempo real, as empresas têm a possibilidade diminuir o efeito chicote e os custos associados às operações da cadeia de suprimentos (DWECKAT; PARK, 2016).

3 | MÉTODO

O método utilizado para atingir o objetivo proposto neste trabalho foi desenvolvido por Levy e Ellis (2006), e consiste de três etapas estruturadas para coletar, conhecer, compreender, aplicar, analisar, sintetizar e avaliar a literatura. A primeira etapa, denominada “Entradas”, trata das definições de buscas; a segunda, denominada “Processamento”, de conhecer, compreender, aplicar, analisar, sintetizar e avaliar os trabalhos e; a terceira, “Saídas”, de apresentar os resultados obtidos. A Figura 1 apresenta com maiores detalhes tais etapas.

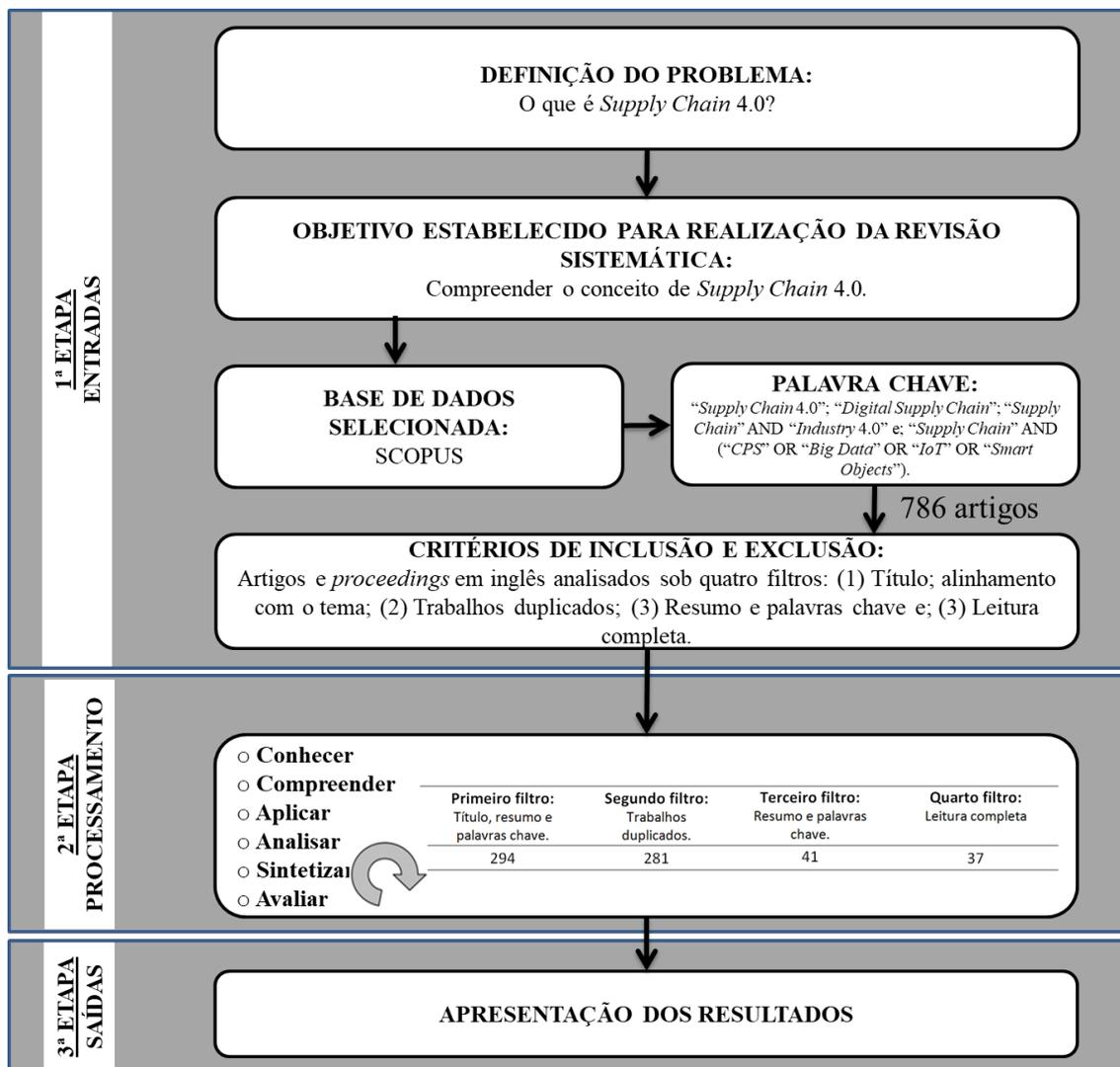


Figura 1 - Processo de revisão sistemática da literatura realizado. (Fonte: Adaptado de Levy e Ellis, 2006)

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio do uso das palavras-chave apresentadas na seção anterior, foram identificados 786 artigos na base de dados, conforme apresentado no Quadro 2. Os artigos foram analisados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, resultando em um total de 37 trabalhos selecionados. As quantidades de artigos filtrados em cada critério são apresentadas no Quadro 3.

	Supply Chain 4.0	Digital Supply Chain	Supply Chain AND Industry 4.0	“Supply Chain” AND (CPS OR Big Data OR IoT OR Smart objects)
Quantidade de artigos obtidos na base de dados SCOPUS	1	42	84	659

Quadro 2 - Quantidade de artigos encontrados por busca realizada

Fonte: Elaborado pelos próprios autores

Primeiro filtro: Título, resumo e palavras-chave	Segundo filtro: Trabalhos duplicados	Terceiro filtro: Resumo e palavras- chave	Quarto filtro: Leitura completa
294	281	41	37

Quadro 3 - Resultados das etapas do processo de revisão sistemática da literatura

Fonte: Elaborado pelos próprios autores

Ao analisar os 37 artigos e *proceedings* identificados, observa-se que o tópico “desafios” dentro do contexto da *Supply Chain* 4.0 vem ganhando cada vez mais interesse com o passar dos anos, com as maiores quantidades de publicações realizadas entre os anos de 2016 e 2017, conforme apresentado no Quadro 4. Estes números demonstram a crescente preocupação e busca de soluções para minimizar estes desafios e potencializar os benefícios deste conceito.

Ano de publicação	Total de trabalhos publicados
2010	2
2011	0
2012	1
2013	4
2014	1
2015	1
2016	13
2017	11
2018 (abril)	4

Quadro 4 - Artigos publicados em periódicos

Fonte: Elaborado pelos próprios autores

O Quadro 5 sumariza os desafios abordados nos trabalhos identificados pela revisão sistemática da literatura os quais as empresas enfrentam e/ou deverão enfrentar ao implantar as tecnologias da Indústria 4.0 na *Supply Chain*.

Autores	Desafios																
	Compatibilidade	Complexidade	Confiabilidade e interoperabilidade dos sistemas	Falta de robustez	Escalabilidade	Desafios em armazenar, descobrir e compartilhar dados	Segurança / privacidade	Investimento financeiro	Políticas legislativas	Tecnologias imaturas	Diferentes dinâmicas e estruturas temporais dos processos fabris	Falta de iniciativa, habilidades e/ou conhecimentos insuficientes	Falta de capacidade de combinar dados obter dados de qualidade	Medo de mudança	Relação homem - tecnologia	Substituição do recurso humano / Demissão	Alinhamento estratégico, entre funções empresas e de governança
Benabdellah <i>et al.</i> (2016)						x	x								x		x
Bhargava <i>et al.</i> (2013)							x										
Burmester <i>et al.</i> (2017)							x										
Büyüközkan e Göçer (2018)		x	x				x	x	x				x		x	x	
Ch e Rao (2018)							x										
Chamekh <i>et al.</i> (2017)							x										
Chang <i>et al.</i> (2018)							x										
Corici <i>et al.</i> (2016)							x										
Dweekat e Park (2017)			x														
Fraj <i>et al.</i> (2017)				x			x										
Gu (2017)			x			x											
Haddud <i>et al.</i> (2017)	x	x		x		x	x	x		x		x		x	x	x	x
Hallman <i>et al.</i> (2014)							x					x					
Harrison <i>et al.</i> (2016)	x							x									
He <i>et al.</i> (2016)							x										
Hiroto <i>et al.</i> (2017)							x										
Ivanov <i>et al.</i> (2016)										x							
Kshetri (2017)							x										
Kynast e Marjanovic (2016)		x						x	x						x		x
Lópes <i>et al.</i> (2012)					x		x	x									
Lu <i>et al.</i> (2013)							x										
Luszcz (2017)							x										
McDonald <i>et al.</i> (2016)							x										
Ong <i>et al.</i> (2016)													x				
Pirpilidis <i>et al.</i> (2016)							x										
Richey Jr <i>et al.</i> (2016)							x										
Tjahjono <i>et al.</i> (2017)									x						x		
Tu (2018)								x									
Wang <i>et al.</i> (2016)													x				
Wazid <i>et al.</i> (2017)							x										
Weber (2010)							x		x								
Wilding e Wheatley (2015)							x										
Wu <i>et al.</i> (2016)									x			x		x			
Xu <i>et al.</i> (2013)	x	x				x											
Yan e Wen (2010)							x										
Zeiner e Haas (2013)	x	x			x		x										
Zhong <i>et al.</i> (2016)				x	x	x	x										

Quadro 5 - Desafios da implantação das tecnologias da Indústria 4.0 na *Supply Chain*

Fonte: Elaborado pelos próprios autores

Ao analisar os desafios apresentados no Quadro 5, pode-se classificá-los em quatro macrogrupos, conforme ilustrado na Figura 2; são eles: desafios técnicos, desafios socioculturais, desafios tecnológicos e desafios financeiros e legais. Já o Quadro 6 exibe o percentual de artigos e *proceedings* publicados que apresentam os desafios de cada macrogrupo.

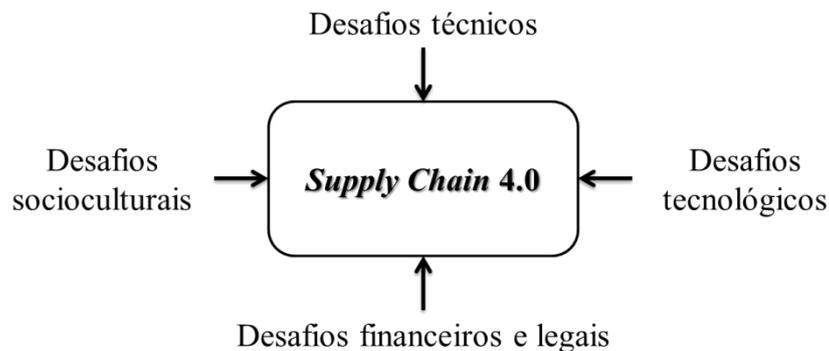


Figura 2 - Desafios da *Supply Chain 4.0*
(Fonte: Elaborado pelos próprios autores).

Classificação dos desafios	Porcentual de artigos que apresentam tais desafios
Técnicos	83,78%
Socioculturais	24,32%
Financeiros e legais	21,62%
Tecnológicos	10,81%

Quadro 6 - Percentual de artigos que abordam os desafios conforme classificação identificada
Fonte: Elaborado pelos próprios autores

Inicialmente, citem-se os desafios socioculturais. Dentre esses desafios, estão a falta de iniciativa em desenvolver a tecnologia (WU *et al.*, 2016), habilidades e/ou conhecimentos insuficientes para análise de dados (HALLMAN *et al.*, 2014) e a falta de capacidade em combiná-los para obtenção de informações precisas (ONG *et al.*, 2016; WANG *et al.*, 2016; HADDUD *et al.*, 2017). Também é destacado por Wu *et al.* (2016) o medo de mudança e por Benabdellah *et al.* (2016), Kynast e Marjanovic (2016), Haddud *et al.* (2017), Tjahjono *et al.* (2017) e Büyüközkan e Göçer (2018) os desafios do homem em trabalhar e cooperar com a tecnologia. Processos de demissão são outros obstáculos identificados (HADDUD *et al.*, 2017; BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018), bem como as dificuldades em alinhar funções, empresas e suas estratégias para o novo universo do conceito 4.0. (BENABDELLAH *et al.*, 2016; KYNAST; MARJANOVIC, 2016; HADDUD *et al.*, 2017).

Já os desafios financeiros e legais incluem como tópicos o elevado investimento necessário para implementar tais soluções (LÓPES *et al.*, 2012; PIRPILIDIS *et al.*, 2016; KYNAST; MARJANOVIC, 2016; HARRISON *et al.*, 2016; HADDUD *et al.*, 2017; TJAHHONO *et al.*, 2017; BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018), e as políticas legislativas, que devem ser levadas em consideração uma vez que pessoas e equipamentos trabalharão em colaboração (TJAHHONO *et al.*, 2017), bem como também dividirão espaço fora do ambiente corporativo (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018), fazendo necessária legislações que garantam sua segurança e integridade dentro desse novo ambiente. Adicionalmente, legislações no âmbito internacional para garantir a segurança e privacidade dentro do universo digital também se fazem necessárias

(WEBER, 2010).

Em relação aos desafios tecnológicos, são apresentados como dificuldades a própria necessidade de se desenvolver as tecnologias alavancadas pela Indústria 4.0, as quais ainda se encontram em seu estágio inicial e requerem grandes avanços para criar uma solidez e gerar maiores benefícios (WU *et al.*, 2016; KYNAST; MARJANOVIC, 2016). Não obstante, Haddud *et al.* (2017) notam os diferentes modelos de operações entre os membros da *Supply Chain* e Ivanov *et al.* (2016), as diferentes dinâmicas e estruturas temporais dos processos fabris e de equipamentos que podem comprometer a coleta, análise e compartilhamento de dados e a programação de toda essa estrutura de produção.

Por fim, citem-se os desafios técnicos, como compatibilidade (ZEINER; HAAS, 2013; XU *et al.*, 2013; HARRISON *et al.*, 2016; HADDUD *et al.*, 2017), complexidade (XU *et al.*, 2013; ZEINER; HAAS, 2013; KYNAST; MARJANOVIC, 2016; HADDUD *et al.*, 2017; BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018), confiabilidade e interoperabilidade dos sistemas (DWEWKAT; PARK, 2017; GU, 2017; BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018), falta de robustez (ZHONG *et al.*, 2016; FRAJ *et al.*, 2017; HADDUD *et al.*, 2017), escalabilidade (LÓPES *et al.*, 2012; ZEINER; HAAS, 2013; ZHONG *et al.*, 2016) e desafios em armazenar, descobrir e compartilhar dados (XU *et al.*, 2013; BENABDELLAH *et al.*, 2016; ZHONG *et al.*, 2016; HADDUD *et al.*, 2017; GU, 2017).

Destaca-se, aqui, o desafio “segurança e privacidade”, abordado em 69% dos artigos e *proceedings*. A segurança em utilizar as tecnologias (*Big Data*, RFID, Internet das Coisas, Sistemas Físico-Cibernéticos, dentre outros) é o desafio com maior quantidade de publicação e preocupação tanto por parte das empresas quanto da academia. Diversos métodos, ferramentas e propostas foram sugeridos nas publicações de modo a minimizar os possíveis impactos deste desafio; no entanto, nenhum deles é capaz de eliminar falhas nos sistemas definitivamente.

5 | CONCLUSÕES

Inúmeros desafios são identificados na literatura ao se analisar o conceito *Supply Chain* 4.0. Integrar as atividades internas, sistemas e demais recursos da empresa, bem como seus clientes e fornecedores, apesar de possibilitar obtenção de benefícios como desempenho, qualidade e custos, podem trazer às empresas grandes desafios também; principalmente no que se refere à segurança e privacidade. Em relação à segurança e privacidade, por exemplo, identificam-se vários estudos que apresentam modelos, ferramentas e sistemas que visam minimizar riscos de obtenção de dados, vazamento e divulgação não autorizada de informações, inserção de *softwares* maliciosos, entre outros. No entanto, nenhum desses estudos conseguem eliminar os riscos por completo. Adicionalmente, ao passo que sistemas e equipamentos diferentes são integrados, tanto internamente quanto entre clientes e fornecedores,

são observadas maiores potencialidade para falhas e riscos.

Este estudo contribuiu para a identificação dos desafios referentes à *Supply Chain* 4.0. Ao todo, dezessete desafios técnicos, socioculturais, tecnológicos e financeiros e legais requerem novos estudos de modo a minimizá-los e até mesmo eliminá-los com o objetivo de obter total eficiência da *Supply Chain* por meio da utilização das tecnologias disponíveis. Como trabalho futuro, pretende-se verificar junto às empresas o quanto esses desafios são percebidos pelas empresas como fator de preocupação e de decisão quanto ao processo de implementação das mesmas.

REFERÊNCIAS

- BENABDELLAH, A. C.; BENGHABRIT, A.; BOUHADDOU, I. Big data for supply chain management: opportunities and challenges. 2016 IEEE/ACS 13th International Conference of Computer Systems and Applications (AICCSA), p. 1-6, 2016.
- BHARGAVA, B.; RANCHAL, R.; OTHMANE, L. B. Secure information sharing in digital supply chains. 2013 IEEE 3rd International Advance Computing Conference (IACC), p. 1636-1640, 2013.
- BURMESTER, M.; MUNILLA, J.; ORTIZ, A.; CABALLERO-GIL, P. An RFID-Based Smart Structure for the Supply Chain: Resilient Scanning Proofs and Ownership Transfer with Positive Secrecy Capacity Channels. *Sensors*, v. 17, n. 7, p. 1562, 2017.
- BUTNER, K. The smarter supply chain of the future. *Strategy & Leadership*, v. 38, n. 1, p. 22-31, 2010.
- BÜYÜKÖZKAN, G.; GÖÇER, F. An extension of MOORA approach for group decision making based on interval valued intuitionistic fuzzy numbers in digital supply chain. 2017 Joint 17th World Congress of International Fuzzy Systems Association and 9th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems (IFSA-SCIS), p. 1-6, 2017.
- BÜYÜKÖZKAN, G.; GÖÇER, F. Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework for future research. *Computers in Industry*, v. 97, p. 157-177, 2018.
- CH, M. K.; RAO, K. M. Critical review attacks and countermeasures in internet of things enabled environments. *International Journal of Engineering & Technology*, p. 163-167, 2018.
- CHAMEKH, M.; HAMDY, M.; ASMI, S. E. A new architecture for supply-chain management. 2017 14th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC), p. 77-82, 2017.
- CHANG, P. Y.; HWANG, M. S.; YANG, C. C. A Blockchain-Based Traceable Certification System. *International Conference on Security with Intelligent Computing and Big-data Services*. Springer, Cham, p. 363-369, 2017.
- CHAN, F. T. S. Performance measurement in a supply chain. *The international journal of advanced manufacturing technology*, v. 21, n. 7, p. 534-548, 2003.
- CORICI, A. A.; EMMELMANN, M.; LUO, J.; SHRESTHA, R.; CORICI, M.; MAGEDANZ, T. IoT inter-security domain trust transfer and service dispatch solution. 2016 IEEE 3rd World Forum on Internet of Things (WF-IoT), p. 694-699, 2016.
- DAVIES, R. Industry 4.0: Digitalisation for productivity and growth. Briefing from EPRS. European Parliamentary Research Service, 2015. Disponível em: <[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI\(2015\)568337_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf)>. Acesso em: 12 maio 2017.

- DWEEKAT, A. J.; HWANG, G.; PARK, J. A supply chain performance measurement approach using the internet of things. *Industrial Management & Data Systems*, v. 117 n. 2, p. 267-286, 2017.
- FLYNN, B. B.; H., Baofeng; ZHAO, X. The impact of supply chain integration on performance: A contingency and configuration approach. *Journal of Operations Management*, v. 28, n. 1, p. 58-71, 2010.
- FRAJ, R. B.; BEROULLE, V.; FOURTY, N.; MEDDEB, A. A global approach for the improvement of UHF RFID safety and security. 2017 12th International Conference on Design & Technology of Integrated Systems In Nanoscale Era (DTIS), p. 1-2, 2017.
- FORE, V.; KHANNA, A.; TOMAR, R.; MISHRA, A. Intelligent supply chain management system. 2016 International Conference on Advances in Computing and Communication Engineering (ICACCE), p. 296-302, 2016.
- GU, C. Fast Discrepancy Identification for RFID-Enabled IoT Networks. *IEEE Access*, v. 6, p. 6194-6204, 2018.
- HADDUD, A.; DESOUZA, A.; KHARE, A.; LEE, H. Examining potential benefits and challenges associated with the Internet of Things integration in supply chains. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 28, n. 8, p. 1055-1085, 2017.
- HALLMAN, S.; RAKHIMOV, J.; PLAISENT, M.; BERNARD, P. BIG DATA: Preconditions to Productivity. 2014 IEEE 13th International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications (TrustCom), p. 727-731, 2014.
- HARRISON, R.; VERA, D.; AHMAD, B. Engineering methods and tools for cyber-physical automation systems. *Proceedings of the IEEE*, v. 104, n. 5, p. 973-985, 2016.
- HE, H.; MAPLE, C.; WATSON, T.; TIWARI, A.; MEHNEN, J.; JIN, Y.; GABRYS, B. The security challenges in the IoT enabled cyber-physical systems and opportunities for evolutionary computing & other computational intelligence. 2016 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC), p. 1015-1021, 2016.
- HIROMOTO, R. E.; HANEY, M.; VAKANSKI, A. A secure architecture for IoT with supply chain risk management. 2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS), p. 431-435, 2017.
- IVANOV, D.; DOLGUI, A.; SOKOLOV, B.; WERNER, F.; IVANOVA, M. A dynamic model and an algorithm for short-term supply chain scheduling in the smart factory industry 4.0. *International Journal of Production Research*, v. 54, n. 2, p. 386-402, 2016.
- KSHETRI, N. Blockchain's roles in strengthening cybersecurity and protecting privacy. *Telecommunications Policy*, v. 41, n. 10, p. 1027-1038, 2017.
- KYNAST, M.; MARJANOVIC, O. Big Data in Supply Chain Management—Applications, Challenges and Benefits. Twenty-second Americas Conference on Information Systems, 2016.
- LEVY, Y.; ELLIS, T J. A systems approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. *Informing Science*, v. 9, p. 181-212, 2006.
- LÓPES, T. S., RANASINGHE, D.; HARRISON, M.; MCFARLANE, D. Adding sense to the internet of things—an architecture framework for smart object systems. *Pers Ubiquitous Comput*, v. 16, n. 3, p. 291-308, 2012.
- LU, T.; GUO, X.; XU, B.; ZHAO, L.; PENG, Y.; YANG, H. Next big thing in big data: the security of the ICT supply chain. 2013 International Conference on Social Computing (SocialCom), p. 1066-1073,

2013.

LUSZCZ, J. How maverick developers can create risk in the software and IoT supply chain. *Network Security*, p. 5-7, 2017.

MACAULAY, J.; BUCKALEW, L.; CHUNG, G. Internet of things in logistics. DHL, Germany, 2015.

MCDONALD, J. T.; KIM, Y. C.; ANDEL, T. R.; FORBES, M. A.; MCVICAR, J. Functional polymorphism for intellectual property protection. 2016 IEEE International Symposium on Hardware Oriented Security and Trust (HOST), p. 61-66, 2016.

ONG, B. Y.; WEN, R.; ZHANG, A. N. Data blending in manufacturing and supply chains. 2016 IEEE International Conference on Big Data (Big Data), p. 3773-3778, 2016.

PIRPILIDIS, F.; VOYIATZIS, A. G.; PYRGAS, L.; KITSOS, P. An Efficient Reconfigurable Ring Oscillator for Hardware Trojan Detection. *Proceedings of the 20th Pan-Hellenic Conference on Informatics*. ACM, p. 66, 2016.

REDDY, G. R. K.; SINGH, H.; HARIHARAN, S. Supply chain wide transformation of traditional industry to industry 4.0. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, v. 11 n. 18, p. 11089-11097, 2016.

RICHEY JR, R. G.; MORGAN, T. R.; LINDSEY-HALL, K.; ADAMS, F. G. A global exploration of big data in the supply chain. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 46, n. 8, p. 710-739, 2016.

RUBMANN, M.; LORENZ, M.; GERBERT, P.; WALDNER, M.; JUSTUS, J.; ENGEL, P.; HARNISCH, M. *Industry 4.0 - The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. The Boston Consulting Group, 2015. Disponível em: <http://www.bcg.com.cn/export/sites/default/en/files/publications/reports_pdf/BCG_Industry_40_Future_of_Productivity_April_2015_ENG.pdf>. Acesso em: 13 maio 2017.

SCHRAUF, S.; BERTTRAM, P. *Industry 4.0: How digitization makes the supply chain more efficient, agile, and customer-focused*. PwC, Germany, 2016.

TEIMOURY, E.; FATHIAN, M.; CHAMBAR, I. Automation of the supply chain performance measurement based on multi-agent system. *International Journal of Agile Systems and Management*, v. 6, n. 1, p. 25-42, 2013.

TJAHJONO, B.; ESPLUGUES, C.; ARES, E.; PELAEZ, G. What does Industry 4.0 mean to Supply Chain? *Procedia Manufacturing*, v. 13, p. 1175-1182, 2017.

TU, M. An exploratory study of Internet of Things (IoT) adoption intention in logistics and supply chain management-a mixed research approach. *International Journal of Logistics Management*, 2018.

XU, R.; YANG, L.; YANG, S. H. Architecture Design of Internet of Things in Logistics Management for Emergency Response. 2013 IEEE International Conference on Green Computing and Communications and IEEE Internet of Things and IEEE Cyber, Physical and Social Computing, p. 395-402, 2013.

WANG, Y.; HULSTIJN, J.; TAN, Y. H. Data quality assurance in international supply chains: an application of the value cycle approach to customs reporting. *International Journal of Advanced Logistics*, v. 5, n. 2, p. 76-85, 2016.

WAZID, M.; DAS, A. K.; ODELU, V.; KUMAR, N.; CONTI, M.; JO, M. Design of Secure User Authenticated Key Management Protocol for Generic IoT Networks. *IEEE Internet of Things Journal*, v. 5, n. 1, p. 269-282, 2018.

WEBER, R. H. Internet of Things—New security and privacy challenges. *Computer Law & Security Review*, v. 26, n. 1, p. 23-30, 2010.

WILDING, R.; WHEATLEY, M. Q&A. How Can I Secure My Digital Supply Chain? *Technology Innovation Management Review*, 2015. Disponível em: <http://timreview.ca/article/890>. Acesso em: 07 maio 2017.

WU, L.; YUE, X.; YEN, A. J.; 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.

YAN, T.; WEN, Q. A secure mobile RFID architecture for the internet of things. *2010 IEEE International Conference on Information Theory and Information Security (ICITIS)*, p. 616-619, 2010.

ZEINER, H.; HAAS, W. NFC in the K-Project Secure Contactless Sphere—smart RFID technologies for a connected world. *e&i Elektrotechnik und Informationstechnik*, v. 130, n. 7, p. 213-217, 2013.

ZHONG, R. Y.; NEWMAN, S. T.; HUANG, G. Q.; LAN, S. Big Data for supply chain management in the service and manufacturing sectors: Challenges, opportunities, and future perspectives. *Computers & Industrial Engineering*, v. 101, p. 572-591, 2016.

CUSTOMCOLOR: UMA SIMULAÇÃO DA PRODUÇÃO CUSTOMIZADA APLICANDO OS CONCEITOS DA INDÚSTRIA 4.0

Nicole Sales Libório
Yrlanda de Oliveira dos Santos
Jorge Luis Abadias Barbosa
Vandermi João da Silva

RESUMO: A indústria mundial está avançando na quarta revolução industrial em termos de sistemas inteligentes que envolvem a robótica e a automação. Esses sistemas autônomos permitem que funcionalidades inovadoras, sejam inseridas nos métodos de produção da indústria convencional e por meio de redes interconectadas com acesso ao mundo *cyber-physical system* (CPS), possibilitam a melhoria dos processos produtivos, buscando aperfeiçoar a linha de produção. Este trabalho apresenta uma simulação da produção customizada de cores de *smartphones* por meio de técnicas de Engenharia de Produção customizada com experimentos realizados em laboratório usando dois processos de customização. Um totalmente automatizado e o outro com auxílio de um operador da linha de produtos. Como resultado, foi possível observar que a avaliação dos dados coletados nas duas abordagens da simulação evidenciou a melhoria no tempo de produção dos produtos customizados. O estudo permitiu que fossem aplicadas técnicas de engenharia de produção somadas ao desenvolvimento de *software* usando equipamentos de baixo custo

para realizar a simulação da produção mais próxima de um ambiente real. Para trabalhos futuros, pretende-se criar novos cenários com novos testes e aplicar o estudo em um ambiente fabril real para observar se o comportamento da simulação é refletido na aplicação de chão de fábrica.

PALAVRA CHAVE: Indústria 4.0, produção customizada, automação, robótica.

ABSTRACT: The global industry is advancing in the fourth industrial revolution in terms of intelligent systems that involve robotics and automation. These autonomous systems allow innovative functionalities, inserted in the production methods of the conventional industry and through interconnected networks with access to the cyber-physical system (CPS), to improve the production processes, aiming to improve the production line. This work presents a simulation of the customized production of colors of smartphones by means of techniques of Custom Production Engineering with experiments realized in laboratory using two processes of customization. One fully automated and the other with the help of a product line operator. As a result, it was possible to observe that the evaluation of the data collected in the two simulation approaches evidenced the improvement in the production time of the customized products. The study

allowed production engineering techniques coupled with the development of software using low cost equipment to simulate production closer to a real environment. For future work, it is intended to create new scenarios with new tests and to apply the study in a real factory environment to observe if the behavior of the simulation is reflected in the application of factory floor.

KEYWORD: Industry 4.0, custom production, automation, robotics.

1 | INTRODUÇÃO

A indústria mundial está avançando na quarta revolução industrial em termos de sistemas inteligentes que envolvem a robótica e a automação. Esses sistemas autônomos permitem que funcionalidades inovadoras sejam inseridas nos métodos de produção da indústria convencional e por meio de redes interconectadas com acesso ao mundo *cyber-physical system* (CPS), possibilitam a melhoria dos processos produtivos, buscando aperfeiçoar a linha de produção, (JAZDI, 2014). Esse novo paradigma foi nomeado como Indústria 4.0 e os novos modelos de negócio, processos e métodos de produção, começam a ter forte influência nas corporações industriais, que agora são conhecidas como fábricas do futuro, (LEE, 2015).

Durante vários anos o conceito de produção em massa foi amplamente utilizado, surgiu com o modelo Fordista de manufatura, uma linha de produção com possibilidade de alto *output*, que revolucionou a indústria, (GUSMÃO, 1997). A produção em grandes quantidades continua sendo demandada, porém como aponta (MENDES et al., 2008), há uma tendência à produção em massa de produtos altamente personalizados. Diante das correntes necessidades da sociedade moderna por produtos e serviços a Indústria 4.0 se destaca pela customização dos produtos, (FIRJAN, 2016).

A produção customizada pede flexibilidades e respostas rápidas, com isso, existe a possibilidade de adquirir um produto no conforto de sua casa usando apenas um celular com conexão à internet, isso permite que a customização em grande escala seja viabilizada. A flexibilidade é capaz de modificar o sistema de produção, seja estrutural ou de sequência de operação, de forma a mudar a regra do fluxo produtivo já estabelecido (BEACH et al., 2000).

Um sistema produtivo segue uma regra de fluxo de produção definida, mas deve ser flexível o suficiente para modificar esta regra em função de ocorrências no processo (PEIXOTO, 2016). Então, em um ambiente de constante mudança, pessoas, processos, fábricas e tecnologias se transformam para dar ao cliente exatamente o que ele deseja (GUSMÃO, 1995).

Este trabalho apresenta uma simulação de produção customizada com aplicação dos conceitos da Indústria 4.0, focado na produção automatizada. A pesquisa foi dividida em materiais e métodos, construção de cenários, protótipos, simulação, testes e resultados.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Equipamentos utilizados

Para simular o processo de produção customizada foi necessária a aquisição de materiais que possibilitassem a construção de um cenário voltado para a Indústria 4.0, composto por equipamentos encontrados no mercado, com poder computacional e conexão com a Internet. Os materiais utilizados na pesquisa são os descritos na Tabela 1.

Material	Funcionalidades	Quant
Esteira seletora Kit EV3 Lego	Seleção de peças de forma automatizada para uso na simulação da fabricação customizada	01
Braço robótico Kit EV3 Lego	Seleciona e aciona as peças para construção de acordo com a ordem de produção recebida do cliente	01
Tablet 12" Samsung	Visualização dos relatórios de produção na fábrica simulada	01
Laptop Dell Inspiron	Utilizado para simular um servidor WEB para controle da produção online	01
Blocos de construção coloridos Kit EV3	Simbolizam carenagens de smartphones nas cores verde, vermelho amarelo e azul	08
Copos de alumínio	Utilizados para simbolizar o processo da embalagem dos produtos	04

Tabela 1 – Materiais utilizados na pesquisa

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os materiais relacionados na Tabela 1 foram montados por alunos dos cursos de Engenharia de Produção e de Engenharia de *Software* em um laboratório da Universidade. O trabalho foi dividido em duas equipes: uma responsável pela montagem da linha de produção e dos processos e a outra para construir os protótipos para a simulação.

2.2 Procedimentos para a coleta de dados

Os métodos utilizados neste trabalho foram baseados em (PORTER, 1996) que descreve cenário, e em (VICENTE, 2005), que apresenta os conceitos de simulação.

Porter, (1996) afirma que “um cenário é baseado em um conjunto de suposições plausíveis sobre incertezas que influenciam na estrutura industrial”. Segundo Vicente, (2005), o conceito de simulação é apresentado como “a construção e a manipulação de um modelo operatório representando todo, ou parte de um sistema ou processos que o caracterizam”, e como um “modelo refletindo as características centrais de um

sistema, processo ou ambiente, real ou proposto”. Os autores apresentaram uma visão geral de cenários e simulações que foram aplicados neste trabalho.

O fluxo de trabalho foi constituído de cinco etapas apresentadas a seguir. Na etapa 1 o cenário de produção customizada foi definido aplicando os conceitos da Indústria 4.0.

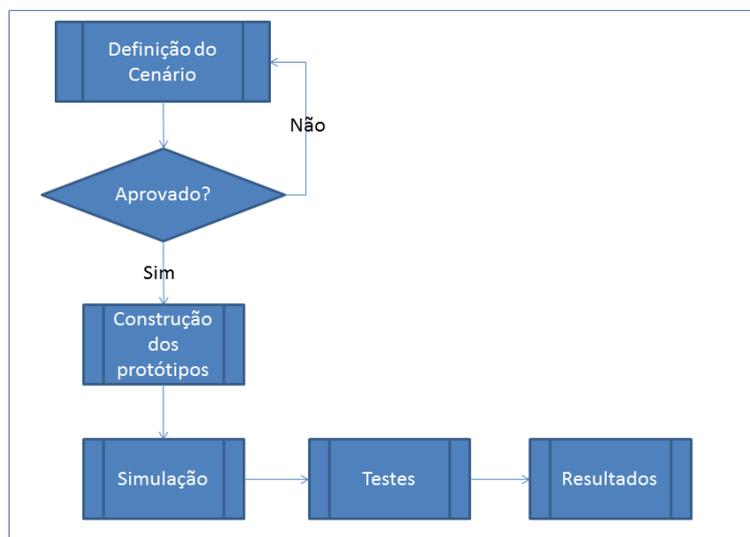


Figura 1 – Cenário construído para testes.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Se o cenário definido na etapa 1 for aprovado então o fluxo continua e segue para a etapa 2, construção dos protótipos. Se não, o fluxo do processo é desviado retornando para a etapa 1 para ser redefinido. Essa etapa só finaliza quando o protótipo projetado se comporta como descrito no cenário. Na etapa 3, foram feitas simulações com o cenário já definido e na etapa 4 execução dos testes, finalizando com a avaliação dos resultados na etapa 5. A Figura 1 apresenta o fluxo do método de trabalho descrito neste artigo.

3 | CONCEPÇÃO DA SOLUÇÃO

3.1 Construção do cenário

A partir da avaliação do estado da arte apresentado neste artigo foi desenvolvido um cenário para demonstrar a aplicação do processo de customização de produtos baseado nos conceitos da Indústria 4.0.

O cenário construído e apresentado na Figura 2 demonstra uma possível aplicação de customização de cores de *smartphones* em uma fábrica inteligente e interconectada com clientes e sistemas de produção em massa automatizada.

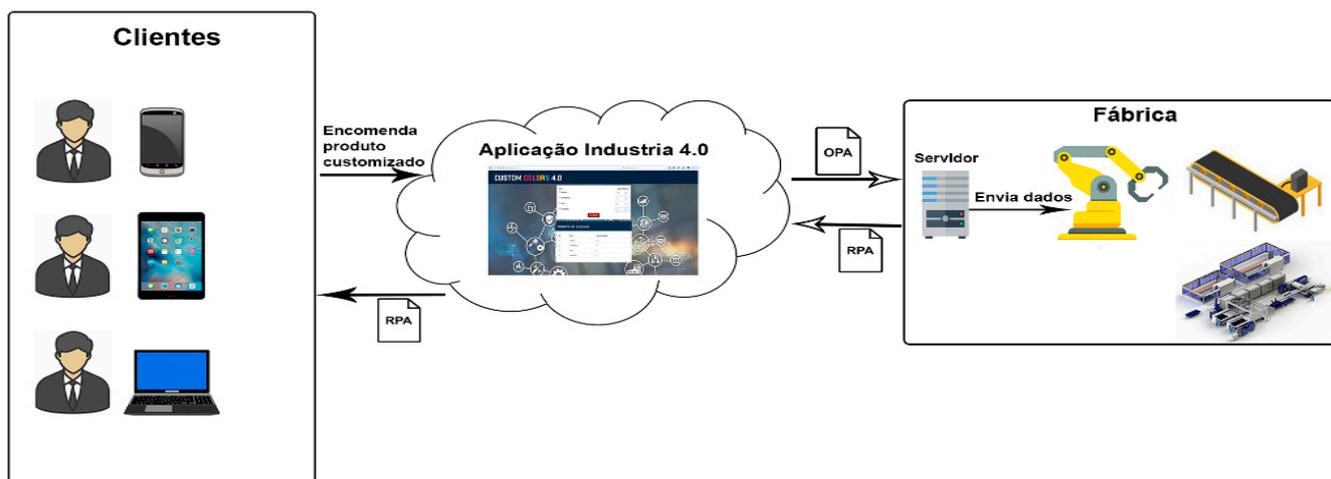


Figura 2 – Cenário construído para os testes.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Consiste em uma simulação na qual o cliente escolhe o produto diretamente no site da empresa conforme a cor desejada, onde será gerado uma ordem de produção automática (OPA), que será disponibilizada por meio de tecnologias de nuvem de dados e *Internet of Things* (IoT), diretamente à fábrica.

A fábrica inteligente possuirá um sistema de produção automatizada com um braço robótico conectado a uma esteira de produção. O braço robótico tem inteligência computacional suficiente para receber as ordens de produção automatizadas (OPAs) via rede de computadores, processá-las e executá-las.

Como resultado final desse processo o cliente receberá via nuvem a resposta do sistema de produção em forma de relatórios e gráficos automatizados e em tempo real, (RPA). Observa-se que neste cenário é possível que o cliente solicite a OPA via dispositivos móveis tais como, *smartphones*, *tablets* e computadores pessoais.

3.2 Protótipos construídos para a simulação

Para simular o processo de produção customizada apresentado neste trabalho, foi necessário desenvolver um protótipo baseado na arquitetura robótica da *Legu Mindstorms*, (LEGO, 1999).

A arquitetura é constituída por uma unidade de processamento (CPU), dois motores elétricos, um sensor de toque e um infravermelho, uma esteira e um alimentador de peças com capacidade para oito produtos. Possui uma linguagem gráfica nativa, baseada em blocos de construção que facilitam a modelagem do sistema por meio da junção de motores, sensores e atuadores de forma lógica, possibilitando que o programador construa protótipos diversos.

A função do braço robótico é receber os dados de produção via nuvem, processá-los e executá-los de acordo com a OPA recebida. Em seguida, a esteira dá início na

produção e empacota os produtos usando os parâmetros de cores escolhidos pelo cliente por meio da aplicação *WEB*.

A esteira possui um sistema altamente flexível, possibilitando várias sequências de operações, para demonstrar como ocorre essa sequência foi criado uma simulação do processo.

3.3 Simulações do processo

A simulação foi concebida para a produção de *smartphone*, o cenário foi caracterizado como modelo de produção em massa customizada baseado em (GUSMÃO, 1997). Com a finalidade de simular uma linha de produção voltada para a Indústria 4.0, testada em laboratório.

Para exemplificar o teste do processo, foram utilizados blocos de construção nas cores, verde, vermelho, azul e amarelo que simbolizam a produção dos *smartphones*, conforme apresentado na Figura 2.

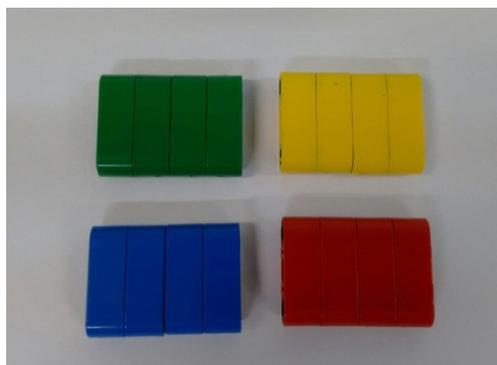


Figura 2 – Bloco de construção simulando a produção de smartphones.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O fluxo completo do processo inicia-se com a solicitação do cliente via sistema *WEB*. Para simplificar o processo, foi considerada neste trabalho somente a customização de cores da carenagem do produto.

O cliente escolhe no sistema *WEB* as cores e a quantidade de peças a serem produzidas, pressiona o botão de produção e automaticamente é gerada uma OPA que é transmitida para a fábrica, conforme apresentado na Figura 3-A. O sistema de fabricação interpreta as informações, configura automaticamente os módulos de produção, produzindo as peças e armazenando-as para a entrega de acordo com a sequência de cores, usando para isso um braço robótico alimentador, Figura 3-B. Em seguida, uma esteira inteligente já configurada produz as peças e as empacota de acordo com as cores pré-estabelecidas, Figura 3-C. Um painel de visualização da produção apresenta em tempo real a quantidade de peças produzidas, Figura 3-D e após o fim do processo, o sistema retorna um documento em forma de relatório que pode ser visualizado pelo cliente. A Figura 3 apresenta o passo a passo das operações

descritas e implementadas nos protótipos.

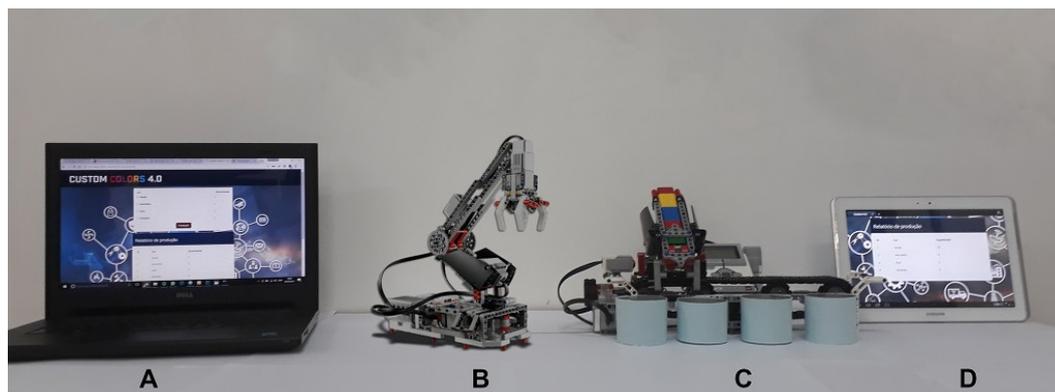


Figura 3 – Fluxo das operações de produção customizada simulada.

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.4 Testes de produção simulado

Para a realização do processo de teste foram feitas sequências de vinte operações de produção alternando as cores dos produtos. Na demonstração foram analisados dois tipos de processos, um voltado para a produção customizada automática sem intervenção humana e o outro, convencional com auxílio de um operador.

Na produção customizada automática, apresentada na Tabela 2, foram coletados o tempo médio de produção (TMP) em segundos e a quantidade de produtos de cada OPA, (QOPA).

Para calcular a média aritmética simples da produção automatizada (MPA) do total diário da produção simulada foi utilizada a somatória de TMP dividido pelo tempo total de QOPA. Conforme Equação 1.

$$MPA = \frac{\sum(TMP)}{QOPA} \quad (1)$$

Neste caso, o resultado da operação aplicando os dados da Tabela 2 usando a Equação 1 é 22,23 segundos que representa a média de operação da produção diária simulada com dez OPA.

OPA	Tempo Médio de Produção em segundos	Produção de cada OPA
1° OPA	24,4	8
2° OPA	24,9	6
3° OPA	21,45	7
4° OPA	18,34	4
5° OPA	24,6	4

6° OPA	15,3	3
7° OPA	25,8	8
8° OPA	28,72	6
9° OPA	22,5	7
10° OPA	16,32	5

Tabela 2 – Produção customizada automática

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na produção convencional, apresentada na Tabela 3, foram coletados o tempo médio de produção (TMP) em segundos e a quantidade de produtos de cada ordem de produção, (QOP).

Para calcular a média aritmética simples da produção convencional (MPC) do total diário da produção simulada foi utilizada a somatória de TMP dividido pelo tempo total de QOP. Conforme Equação 2.

$$MPC = \frac{\sum(TMP)}{QOP} \quad (2)$$

Aplicando a Equação 2 nos dados da tabela 3 foi obtido 35,52 segundos que representa a média de operação da produção diária simulada com dez OP utilizando o método convencional.

OP	Tempo médio de produção em segundos	Quantidade total de produção
1° OP	37,65	8
2° OP	38,15	6
3° OP	34,7	7
4° OP	31,59	4
5° OP	37,85	4
6° OP	28,5	3
7° OP	39,05	8
8° OP	41,97	6
9° OP	35,75	7
10° OP	29,57	5

Tabela 3 – Produção customizada convencional

Fonte: Elaborado pelos autores.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos resultados apresentados quando se aplica as Equações 1 e 2 nos dados das Tabelas 2 e 3 é possível verificar a diferença dos tempos médios de produção simulada entre o método convencional e a automatizada baseada na Indústria 4.0, apresentada neste artigo. Foi observada uma diferença de 13,29 segundos entre os dois processos. Acredita-se que essa diferença é causada pela inserção do operador na alimentação da esteira o que aumenta a média de operação diária.

Outro ponto a ser observado é quanto à sequência de operações da esteira durante a produção das carenagens com cores diferentes. Neste caso, foram simulados tempos maiores nos deslocamentos do empacotamento do produto para gerar os dados diferenciados.

Um exemplo dessa operação é observado nas primeiras e segundas ordens de produção apresentadas nas duas tabelas. Nota-se que os tempos médios de produção são praticamente iguais, no entanto a quantidade de produtos é diferente. No caso da produção convencional, esse tempo aumenta porque o operador não mantém um padrão de tempo de alimentação da linha e está suscetível a erros, diferente do braço robótico que manteve um tempo padrão.

Na operação automatizada verifica-se que mesmo os tempos da primeira e da segunda OPA sendo muito próximos, a segunda OPA produz dois produtos a menos. Isso acontece pela diferença de tempo gasto durante o empacotamento dos produtos simulados propositalmente para imitar um ambiente real.

5 | CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma simulação da produção customizada aplicando os conceitos da Indústria 4.0 tais como CPS e IoT. Foram criados dois cenários de produção sendo um totalmente automatizado e o outro utilizando um operador para alimentar a linha.

A avaliação dos dados coletados nas duas abordagens da simulação evidenciou a melhoria no tempo de produção dos produtos customizados. Na abordagem automatizada a interação na cadeia de valor do produto permite a participação do cliente em todas as fases do processo de produção e neste caso é possível executar a produção em massa customizada. Visto que com a integração de sistemas supervisórios e flexíveis, conectados à rede de computadores gerando automaticamente as ordens de produção com respostas rápidas ao cliente, pode diminuir o problema de produção de diferentes produtos em uma mesma linha.

O estudo permitiu que fossem aplicadas técnicas de engenharia de produção somadas ao desenvolvimento de *software* usando equipamentos de baixo custo para realizar a simulação da produção mais próxima de um ambiente real. Para trabalhos futuros, pretende-se criar novos cenários com novos testes e aplicar o estudo em um

ambiente fabril real para observar se o comportamento da simulação é refletido na aplicação de chão de fábrica.

6 | AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Ciências Exatas e Tecnologias - UFAM, ao Parque Científico Tecnológico PCTIS-UFAM, CNPq, CAPES e FAPEAM pelo apoio com fomento a este projeto.

REFERÊNCIAS

BEACH, Roger et al. **A review of manufacturing flexibility**. European Journal Of Operational Research, Amsterdam, v. 122, n. 1, p.41-57, Apr. 2000. Elsevier BV. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221799000624>>. Acesso em: 16 mar. 2017.

GUSMÃO, Sergio Luiz Lessa. **A influência da customização sobre a cadeia produtiva: Uma interpretação analítica**. Porto Alegre: UFRGS, 1997. Programa de Pós- Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

JAZDI, N. Cyber physical systems in the context of Industry 4.0. **Automation, Quality and Testing, Robotics, 2014 IEEE International Conference on**. p. 1-4. Cluj-Napoca, 2014.

LASI, Heiner; FETTKE, Peter; KEMPER, Hans-georg; FELD, Thomas; HOFFMANN, Michael. **Business & Information Systems Engineering. Industry 4.0**, v.6, p. 239-242, (Aug 2014).

LEE, Jay; BAGHERI, Behrad; KAO, Hung-An. A cyber-physical systems architecture for industry 4.0 based manufacturing systems. **Manufacturing Letters**, v. 3, p. 18-23, 2015.

LEGO MINDSTORMS. Disponível em < <https://www.lego.com/en-us/mindstorms> >. Acesso em: 10 abr. 2017.

MENDES, J. Marco et al. **Service-Oriented Control Architecture for Reconfigurable Production Systems**. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL INFORMATICS -INDIN2008, 2008, Daejeon. Proceedings... New York: IEEE, 2008. p. 744 - 749. Disponível em: <<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/25257/2/27473.pdf>>. Acesso em: 9 mar. 2017.

PEIXOTO, João Alvarez. **Proposta para aplicar as funcionalidades de sistemas multiagentes em controladores lógicos programáveis**. Porto Alegre: UFRGS, 2016. 16 p. Teses (doutorado) - Programa de Pós- Graduação em Engenharia Elétrica, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

SISTEMA FIRJAN. Disponível em: <<http://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-inovacao/industria-4-0-internet-das-coisas.htm>>. Acesso em: 9 abr. 2017.

VICENTE, P.O uso de simulação como metodologia de pesquisa em ciências sociais. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 3, n. 1, p. 1-9, 2005.

IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0 SOBRE O FUTURO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Caio Zago Cuenca

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Engenharia Mecânica
São Carlos - SP

Caio Marcelo Lourenço

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Engenharia de Produção
São Carlos - SP

Raquel Lazzarini dos Santos França

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Engenharia de Produção
São Carlos - SP

Fernando César Almada Santos

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Engenharia de Produção
São Carlos - SP

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 - e da Universidade de São Paulo (USP)

RESUMO: A denominada indústria 4.0 consolida uma série de mudanças na indústria. O uso de sensores, interconectividade e análise de dados permitirá maior comunicação entre os mundos reais e virtuais. Desse modo, o futuro

dos Sistemas de Produção será marcado pela individualização dos produtos, Internet das Coisas, Sistemas Ciber-Físicos e integração entre produtores, distribuidores e consumidores no processo de criação de valor. Com esse cenário em vista, o objetivo deste artigo é identificar e detalhar os impactos e fatores de sucesso da Indústria 4.0 para os Sistemas de Produção. A metodologia empregada consistiu em revisão bibliográfica de caráter exploratório qualitativo de artigos e publicações relacionadas ao tema. São abordados pontos relacionados ao perfil do trabalhador, gestão e padronização de dados, segurança digital e integração de dados.

PALAVRAS-CHAVE: Indústria 4.0; Sistemas de Produção; Fatores de Sucesso; Impactos.

ABSTRACT: The so called Industry 4.0 consolidates a series of changes in industry. The use of sensors, interconnectivity and data analysis will allow a better communication between the real and virtual worlds. Thus, the future of production systems will be marked by individualization of products, Internet of Things, Cyber Physical Systems and integration between producers, distributors and consumers in the value creation process. With this scenario in view, the purpose of this article is to identify and detail the impacts and success factors of the Industry 4.0 for Production Systems. The

methodology used consisted in a exploratory and qualitative bibliography review of articles and publications related to the theme. The points addressed are related to worker profile, data management and padronization, digital security and data integration. **KEYWORDS:** Industry 4.0; Production Systems; Success Factors; Impacts.

1 | INTRODUÇÃO

O termo Indústria 4.0, do inglês *Industry 4.0* (I4.0), foi originalmente apresentado pelo Governo Alemão em 2011 como uma das iniciativas para assegurar competitividade com relação ao futuro dos sistemas de produção e da indústria. Outros países de grande importância econômica global, como Estados Unidos e China, adotaram iniciativas semelhantes (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

A I4.0 é muito associada como a quarta revolução industrial. Porém, ao contrário das revoluções anteriores, que foram analisadas após sua consolidação, os estudos sobre a possível quarta revolução industrial vem ocorrendo simultaneamente com seu desenvolvimento. Por esse motivo, não há um perfil definido, mas sim tendências a serem seguidas (DRATH; HORCH, 2014).

As pesquisas sobre Indústria 4.0 podem acelerar o processo das empresas em adotar esse perfil e guiá-las por caminhos mais efetivos. Surge desse ponto a justificativa da pesquisa. A proposta do artigo guiou-se pela questão: Quais os principais impactos e fatores de sucesso associados à implantação da Indústria 4.0 nos sistemas de produção?

2 | MÉTODOS DE PESQUISA

Realizou-se uma pesquisa de caráter exploratório qualitativo, com finalidade de proporcionar maior familiaridade com o assunto e permitir o amadurecimento de ideias (GIL, 2002). Como base para a pesquisa foram utilizados os bancos de dados e portais de periódicos: *Web of Science*, *Google Scholar* e *Scopus*.

A pesquisa empregou como critérios para a seleção de textos: número de citações, tema referente a Indústria 4.0 e abordagem do ponto de vista de processos, produtos e logística.

Com base nos procedimentos de pesquisa bibliográfica propostos por Gil (2002), realizou-se uma pesquisa composta pelas seguintes etapas: escolha do tema; levantamento bibliográfico inicial; formulação do problema; elaboração do plano provisório de assunto; busca das fontes; leitura do material; organização lógica do assunto; e redação do texto.

A partir da formulação do problema de pesquisa, foi criada uma estrutura para o artigo: na seção 3, são elencados os principais elementos que compõem a Indústria 4.0, a saber: internet das coisas, sistemas ciber-físicos e fábricas inteligentes; na seção 4, são identificados fatores de sucesso na Indústria 4.0, a saber: perfil do trabalhador,

gestão e padronização de dados, segurança digital e integração de dados; na seção 5, são apresentados impactos provenientes da Indústria 4.0 nos sistemas de produção; por fim, na seção 6, são realizadas as considerações finais, indicando os resultados obtidos e possíveis futuras pesquisas.

O artigo não objetiva restringir as dimensões da Indústria 4.0 às percorridas no texto, mas sim apresentar o panorama identificado, proporcionando assim maior familiaridade com o assunto e intensificar os debates sobre o tema.

3 | PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA INDÚSTRIA 4.0

Os principais pontos da Indústria 4.0 se encontram em: Internet das Coisas, Sistemas Ciber-Físicos e Fábricas Inteligentes, que são abordados a seguir (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016; HOFMANN; RÜSCH, 2017).

3.1 Internet das coisas

A Internet das Coisas (IoT), do inglês *Internet of Things*, refere-se a um cenário em que os componentes físicos se tornam dispositivos inteligentes, apresentando sistemas conectados à internet.

Desse modo, possibilita que objetos e equipamentos, com uso de sensores, atuadores e identificação por radiofrequência (RFID), interajam e cooperem entre si e com o banco de dados para atingir objetivos em comum. Assim, estabelece maior registro de dados e fluxo de informação e comunicação entre as diferentes etapas do processo produtivo (GIUSTO et al., 2010; HOFMANN; RÜSCH, 2017).

3.2 Sistemas ciber-físicos

Sistemas Ciber-Físicos (CPS), do inglês *Cyber-Physical Systems*, são modelos que possibilitam operações físicas reais automatizadas controladas por meio de computação. Representam a fusão dos ambientes físicos e virtuais, os equipamentos interagem com o ambiente de produção por meio de computadores embarcados e redes que gerenciam os processos físicos gerando respostas instantâneas (LASI et al., 2014; HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016).

Na visão de Lee (2008), sistemas de produção e componentes baseados em Sistemas Ciber-Físicos buscam ser capazes de configurar, regular e otimizar a si mesmos em resposta a demandas externas de forma autônoma. Redes e computadores embutidos monitoram e controlam os processos físicos, geralmente com ciclos de *feedback*, em que processos físicos afetam o ambiente computacional e a computação afeta o ambiente físico.

No ambiente de manufatura, Kagermann, Wahlster e Helbig (2013) identificam que os Sistemas Ciber-Físicos compreendem máquinas inteligentes, sistemas de armazenagem e instalações de produção capazes de, autonomamente, trocar informação, desencadear ações e controlar uns aos outros de forma independente. Isso

facilita progressos fundamentais aos processos industriais envolvidos em manufatura, engenharia, uso de material e gerenciamento de cadeias de abastecimento e ciclos de vida.

3.3 Fábricas inteligentes

Internet das Coisas é a infraestrutura base para a implementação de Sistemas Ciber-Físicos. Com a integração entre os mundos físico e virtual, Sistemas Ciber-Físicos possibilitam o funcionamento de Fábricas Inteligentes, do inglês *Smart Factories* (HOFMANN; RÜSCH, 2017).

Segundo Lucke, Constantinescu e Westkämper (2008) a Fábrica Inteligente é definida como uma fábrica ciente do contexto que auxilia pessoas e máquinas nas execuções das tarefas. Isso é atingido por meio de sistemas que trabalham no plano de fundo, com informações provenientes dos ambientes físico e virtual. Por exemplo, do campo físico obtém-se o posicionamento e condições de uma ferramenta e do campo digital tem-se acesso a documentos eletrônicos, desenhos e modelos de simulação.

Nesse modelo, os produtos conhecem seu histórico de produção, seus estados atual e alvo, e ativamente orientam-se pelos processos de produção instruindo máquinas a realizar as operações de manufatura necessárias e requisitando transportadores para atingirem o próximo estágio da produção (KAGERMANN, 2015).

Como foi exposto, as mudanças dentro do ambiente fabril não estão isoladas, mas sim profundamente conectadas e dependentes na medida em que se complementam e em conjunto estabelecem um fluxo altamente integrado de material e informação por toda a instalação (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016; HOFMANN; RÜSCH, 2017; LASI et al., 2014).

4 | FATORES DE SUCESSO PARA IMPLANTAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0

4.1 Perfil do trabalhador

Tarefas repetitivas e trabalhos simples que exigem pouca qualificação serão substituídos por sistemas automatizados inteligentes. O papel do funcionário direciona-se ao de tomador de decisões, que possui visão ampla e entendimento geral do processo produtivo (EROL et al., 2016; KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013). Os postos de trabalho terão foco em atividades criativas, inovadoras e comunicativas (LANZA; HAEFNER; KRAEMER, 2015), requerendo competências nos âmbitos pessoal e social e conhecimentos pertinentes ao cenário da I4.0.

Atualmente, conhecimento e tecnologia evoluem em um ritmo rápido, devido a isso, há a necessidade de comprometer-se com um aprendizado contínuo ao longo da vida. Além disso, aumentaram-se as atividades que necessitam de flexibilidade, criatividade, interdisciplinaridade e a capacidade de resolução de problemas. Nesse

sentido, os empregados serão responsáveis por um processo mais amplo e necessitarão entender as relações entre processos, fluxos de informação, possíveis problemas e potenciais soluções (SPATH et al., 2013 apud EROL et al., 2016; KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

Dworschak et al. (2011 apud EROL et al., 2016) ressaltam que outro ponto importante é a *proatividade*, ou seja, tornar ideias formadas individualmente ou em grupo em ações. A digitalização da produção resultará em altos investimento financeiros e tecnológicos, desse modo, é indispensável a presença de atores e pensadores pragmáticos que implementem as visões da I4.0 no chão de fábrica. Os encarregados pela gestão devem ser capazes de tornar conceitos complexos em trabalhos realistas, encontrando e atribuindo pessoas e equipes apropriadas. Visto que a I4.0 não possui metodologia direta estabelecida, é vital incentivar novas abordagens e soluções “fora da caixa”, porém sempre levando em conta o risco de fracasso.

Erol et al. (2016) acrescentam que o perfil do trabalhador deve conter conhecimentos específicos relacionados a I4.0. Os trabalhadores precisam entender o básico de tecnologia de redes e processamento de dados. Os fluxos de material e trabalho estarão acompanhados de respectivos fluxos de informação e referentes equipamentos de processamento de informações, como sensores, RFID e computadores embarcados. Os funcionários necessitarão avaliar se os sistemas estão funcionando como deveriam e devem ser capazes de interagir com eles por meio de interfaces apropriadas. Engenheiros e outros postos mais elevados devem possuir conhecimento amplo sobre as relações entre os componentes mecânicos, elétricos e computacionais para, assim, poder desenvolver produtos e processos inovadores e resolver problemas de forma eficiente. Software e dados são elementos chave, sendo assim, é indispensável o conhecimento sobre arquitetura de software, métodos estatísticos, modelagem e programação (DWORSCHAK et al., 2011 apud EROL et al., 2016; SPATH et al., 2013 apud EROL et al., 2016).

4.2 Gestão e padronização de dados

De acordo com Chen (2017), a implementação de IoT e CPS nas fábricas inteligentes baseia-se na automação das seguintes funções: adquirir dados, tomar decisões e agir. O desafio está em processar informações de modo que a decisão certa possa ser tomada, no local e momento certo, com pouca ou nenhuma intervenção humana.

Ainda segundo Chen (2017), um dos conceitos mais relevantes na área de tecnologia de informação é o de *Big Data*. Ele refere-se ao processo de extrair informações relevantes de grandes volumes de dados, reconhecendo padrões sistemáticos e correlações que, em um primeiro momento, não são óbvias. Uma grande quantidade de dados, que provém das máquinas, produção, logística e *feedback* do consumidor, está disponível. Analistas convencionais não conseguem

lidar com esse volume, com isso em vista, novos procedimentos e métodos estão sendo desenvolvidos para realizar a análise de *Big Data*, como técnicas de correlação, modelagem estatística e *Machine Learning*. Com essa abordagem, busca-se obter as informações mais importantes do conjunto de dados, de modo que a decisão correta possa ser tomada.

Chen (2017) também indica que estão em alta os estudos sobre *Machine Learning*. Esse campo baseia-se na capacidade do computador de aprender por meio de algoritmos computacionais baseados em dados. Assim, explora algoritmos que podem aprender com seus erros e realizar previsões sobre dados, utilizando, para isso, inputs amostrais e reconhecimento de padrões. É empregado em atividades em que a programação usual encontra dificuldades, como motores de busca, filtragem de *spam* e processamento de linguagem natural. Na I4.0, visto que a regulação de um processo baseado na descrição de todas as condições presentes é inviável e demasiadamente complexo, técnicas de *Machine Learning* podem ser empregadas para capturar pontos essenciais e desenvolver, a partir desses, soluções que possibilitem a regulação e otimização das tarefas (NEUGEBAUER et al, 2016).

Outro ponto destacado por Chen (2017) é o de computação em nuvem. Trata-se do oferecimento de serviços de computação, como armazenamento, servidores e softwares por meio da internet. O armazenamento de dados é feito em serviços que podem ser acessados de qualquer dispositivo, sem necessidade de instalar programas ou armazenar informações em unidades físicas. O acesso remoto resulta em maior flexibilidade e versatilidade no acesso à dados, arquivos e programas. No cenário da Indústria 4.0, a computação em nuvem permite concentrar e analisar dados produzidos pela rede de produção dispersa, monitorar condições remotamente, e também aplicar algoritmos *Machine Learning* para manutenção preditiva e prescritiva.

Schröder (2016) reconhece que os contrapontos desse cenário se encontram na falta de padrões e normas referentes a sistemas de tecnologia de informação. Esse fato leva a insegurança e pouca iniciativa por parte das empresas, em especial médias e pequenas, em integrar os sistemas de tecnologia de informação existentes e torná-los mais abrangentes. Há receio em fazer grandes investimentos e fixar-se em uma interface que talvez não seja amplamente adotada, isso é prejudicial visto que o ideal é alcançar um grande número de parceiros de rede para desenvolver todo o potencial da I4.0.

Schröder (2016) afirma que progresso vem sendo feito com o desenvolvimento de *Open Platform Communications Unified Architecture* (OPC-UA). Trata-se de uma plataforma padrão para troca de dados de forma segura, contínua e confiável entre dispositivos e equipamentos de diversos fornecedores e fabricantes. Porém, um padrão de fato ainda não foi estabelecido.

4.3 Segurança digital

Kagermann, Wahlster e Helbig (2013) reconhecem que segurança e proteção são críticos para sistemas de manufatura inteligente. É importante assegurar que instalações da produção não representem um perigo às pessoas e ao ambiente. Ao mesmo tempo, as instalações e os produtos, em especial os dados e informações que eles contêm, precisam ser protegidos contra uso indevido e/ou não autorizado. Algumas medidas para atingir esses objetivos são, por exemplo, a implantação de arquiteturas de segurança e proteção, sistemas de identificação e investimentos em treinamento e desenvolvimento profissional contínuo.

Wang et al. (2016) apontam a necessidade de proteger diversas informações sobre clientes, fornecedores, estratégias comerciais e conhecimentos práticos. O acesso desse material por terceiros não autorizados, como *hackers*, pode gerar prejuízos financeiros e disputas legais. Por outro lado, máquinas e objetos físicos também estão conectadas a rede, assim, podem ser desconfigurados e levados a agir de modo destrutivo, causando perda direta de propriedade.

Neugebauer et al. (2016) reforçam que um aspecto vital se refere à segurança e proteção dos sistemas de tecnologia da informação no que diz respeito à análise e troca de dados. A alta dependência da I4.0 em controle digital orientado a dados e conexões digitais a sistemas periféricos, como fornecedores de energia, sistemas externos de tecnologia da informação e logística resulta em novas vulnerabilidades. Atividades maliciosas podem se encontrar no campo digital, não requerendo invasão física para prejudicarem seus alvos. *Malwares*, manipulação de dados e sistemas podem causar prejuízos como paralisação da produção, manipulação de produtos e acesso ilegal a dados sigilosos.

4.4 Integração de dados

Na visão de Chen (2017), com a implementação de recursos como IoT, *Big Data* e sistemas de tecnologia da informação, grande quantidade de dados fica disponível por todo o ciclo de vida de um produto, desde a aquisição da matéria prima, passando pela etapa de manufatura e pelo processo de vendas. De acordo com Kagermann, Wahlster e Helbig (2013), um dos fatores de sucesso da I4.0 está em utilizar a informação gerada de modo a integrar os processos e otimizar a logística por toda a cadeia de abastecimento.

Uma questão relevante é a de conectividade contínua dentro de uma empresa (CHEN, 2017; KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013; WANG et al., 2016). Chen (2017) ressalta a conexão entre todos os estágios de um produto, partindo de sua concepção e projeto, tanto de engenharia como *design*, passando pela etapa de produção e, por fim, chegando a seção de *marketing* e vendas. Nesse sentido, permite-se traçar estratégias que envolvam conhecimento de todas as áreas e utilizar recursos como informação, capital e recursos humanos com maior efetividade e eficiência.

Outro tópico diz respeito ao relacionamento da companhia com seus fornecedores, distribuidores e parceiros (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013; WANG et al., 2016). Hofmann e Rüsç (2017) destacam que, no cenário da Indústria 4.0, os participantes estão conectados com o objetivo de compartilhar informação e dados. As companhias compartilham dados que auxiliam a logística de toda a cadeia de abastecimento, permitindo notar tendências do mercado e prever cenários futuros. Assim as empresas podem se ajustar ao mercado em tempo real, por exemplo: direcionando sua produção para um produto que está em alta, e caso o mesmo sofra queda nas vendas, a informação é obtida com rapidez de modo a possibilitar que a produção permaneça consistente à demanda.

Integração de *ponta a ponta* é outro ponto importante desse modelo. No chão de fábrica, as máquinas e equipamentos não estão isolados, mas são parte de um sistema. Assim, busca-se coordenar todos os componentes do sistema para atingir maior produtividade e eficiência. Além disso, a tendência é intensificar a produção orientada ao consumidor, aumentando a *customização* e implementando *batches size one* (lotes de tamanho individual). Com isso, integra-se o consumidor ao processo de criação de valor e se obtém *feedbacks* do mesmo com facilidade e rapidez (LASI et al., 2014; CHEN, 2017; KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013; HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016; WANG et al., 2016).

5 | IMPACTOS NOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

A seguir são apresentados impactos e mudanças esperadas com a aplicação dos conceitos referentes à Indústria 4.0 nos sistemas de produção, com foco em processos, produtos e logística.

Quanto a processos e produtos, Wang et al. (2016) notam que, no modelo atual, o foco da linha de montagem é em um único produto. Máquinas redundantes não existem, pois cada equipamento tem o seu controlador independente porém a comunicação entre máquinas raramente ocorre. De acordo com Wang et al. (2016), os sistemas de produção da Indústria 4.0 mudam o cenário com o objetivo de produzir diferentes tipos de produtos ou produtos *customizados*. Nesse sentido, existem máquinas redundantes e os equipamentos se comunicam a fim de permitir a reconfiguração necessária para produzir diferentes produtos e/ou produtos *customizados*. Com isso, a linha de montagem deve possibilitar várias rotas de fabricação.

Wang et al. (2016) propõem exemplos de impactos da I4.0, como: disponibilidade de recursos variados e rotas dinâmicas, a fim de tornar possível a coexistência de manufatura de produtos diversos; conexões abrangentes e convergentes, com objetivo de conectar máquinas, produtos e sistemas de informação de modo a permitir a interação entre os mesmos; e auto-organização, um controle compartilhado entre as entidades presentes, permitindo que o sistema se organize e lide com as dinâmicas da produção de forma automatizada.

Em relação a logística, Hofmann e Rüsç (2017) apontam que o constante fluxo de material e informação por toda a cadeia de abastecimento permite aprimorar os métodos *kanban* e *just in time* e estendê-los para as relações entre fornecedores, produtores e distribuidores. Empregando transparência total pela cadeia de abastecimento, pode-se tornar viável um cenário em que, assim que uma demanda é reportada, o setor responsável (ou fornecedor no caso entre organizações) é notificado em tempo real e pode supri-la do melhor modo possível.

Ainda de acordo com Hofmann e Rüsç (2017), essas técnicas permitem a obtenção de recursos em quantidade e tempo ótimos, com isso, pode-se reduzir estoques e minimizar o efeito *chicote*, ou seja, a distorção da percepção de procura ao longo da cadeia de abastecimento. Os riscos se encontram em grandes flutuações do mercado, imprecisões e falta de flexibilidade. Portanto, transparência de dados, monitoramento em tempo real e altos padrões a respeito de fluxo de informação e qualidade de produto são fatores chave para o sucesso desse modelo.

A respeito dos obstáculos enfrentados pelas organizações, Bauer et al. (2015) apontam que a volatilidade do mercado resulta em grandes flutuações de pedidos, tempos de entrega mais curtos e diminuição da capacidade de planejamento antecipado. Essa situação requer flexibilidade na distribuição de trabalhadores, cadeias de abastecimento responsivas, e ciclos de materiais auto-reguláveis baseados em manufatura enxuta. Bauer et al. (2015) acrescentam que o desafio está em encontrar equilíbrio entre padrões de qualidade ótimos, habilidade em distribuir produtos rapidamente e estratégia de preços competitivos.

Neugebauer et al. (2016) conclui indicando que a fábrica do futuro se parecerá mais com um organismo inteligente, interativo e com capacidade de aprendizagem, ao invés de uma disposição estática de máquinas, processos predefinidos e divisão rígida do trabalho.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, foram apresentados os principais elementos, fatores de sucesso e impactos associados à implantação da Indústria 4.0.

Foram identificados como elementos da Indústria 4.0 a Internet das Coisas, Sistemas Ciber-Físicos e as Fábricas Inteligentes. Destacam-se o estabelecimento de um fluxo altamente integrado de material e informação por todo o sistema de produção e os progressos em manufatura, engenharia, uso de material e gerenciamento de redes de abastecimento provenientes da implantação desse modelo.

Os fatores de sucesso abordaram perfil do trabalhador; gestão e padronização de dados; segurança digital; e integração de dados. Relativo ao perfil do trabalhador ressalta-se a mudança no papel dos funcionários, que assumirão maiores responsabilidades, necessitando entender as relações entre processos, fluxos de

material e informação, eventuais problemas e possíveis soluções. Quanto à gestão e padronização de dados, destacam-se o emprego de *machine learning* para a regulação e otimização de tarefas; e a imprescindibilidade de uma plataforma para a troca de dados de forma segura, contínua e confiável. No tocante à segurança digital, reforça-se a disponibilidade de uma rede de dados que trabalhe com dados provenientes de diversas fontes e garanta segurança e confiabilidade. Referente à integração de dados, notam-se a questão da conectividade contínua, que permite desenvolver estratégias envolvendo os diferentes setores de uma empresa; e a integração de *ponta a ponta*, que diz respeito à associação de máquinas e equipamentos em um sistema, a *customização* da produção e ao *feedback* do consumidor.

Finalmente, relativo aos impactos associados à Indústria 4.0, ressaltam-se a existência de rotas de produção dinâmicas e comunicação entre os equipamentos a fim de permitir a regulação necessária para produzir diferentes produtos e/ou produtos customizados; e progressos referentes à logística que, empregando transparência de dados e monitoramento em tempo real, resultam em cadeias de abastecimento mais responsivas.

O emprego de tecnologia e estrutura nos moldes da Indústria 4.0 requererá sólidas bases financeiras. Com isso em vista, o investimento e retorno financeiro dos elementos da I4.0 é identificado como tema para pesquisas futuras.

As limitações do método utilizado se encontram em seu escopo, visto que as ideias expostas baseiam-se em uma revisão bibliográfica limitada; na barreira linguística, que restringiu a análise a publicações em inglês ou português; e na subjetividade do autor na seleção de textos. Desse modo, é possível que algum material relevante não tenha sido analisado.

A aplicação de inovações, com a finalidade de manter a otimização de processos produtivos e a redução de custos, configura outro ponto identificado para pesquisas futuras. Destacam-se as possibilidades de emprego de manufatura aditiva, *machine learning*, *big data* e manutenção preditiva e prescritiva.

Por fim, pretende-se, futuramente, realizar estudos de caso em empresas que empreguem elementos da Indústria 4.0.

REFERÊNCIAS

BAUER, W; HÄRMELEE, M; SCHLUND, S; VOCKE, C. **Transforming to a hyper-connected society and economy—towards an “Industry 4.0”**. *Procedia Manufacturing*, v. 3, p. 417-424, 2015.

CHEN, B; WAN, J; SHU, L; LI, P; MUKHERJEE, M; YIN, B. **Smart Factory of Industry 4.0: Key Technologies, Application Case, and Challenges**. *IEEE Access*, v. 6, p. 6505-6519, 2018.

CHEN, Y. **Integrated and Intelligent Manufacturing: Perspectives and Enablers**. *Engineering*, v. 3, n. 5, p. 588-595, 2017.

DRATH, R; HORCH, A. **Industrie 4.0: Hit or hype?** *IEEE industrial electronics magazine*, v. 8, n. 2, p. 56-58, 2014.

- DWORSCHAK, B; ZAISER, H; MARTINETZ, S; WINDELBAND, L. **Zukünftige Qualifikationserfordernisse durch das Internet der Dinge in der Logistik**. Frequenz, 2011.
- EROL, S; JÄGER, A; HOLD, P; OTT, K; SIHN, W. **Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of production**. *Procedia CIRP*, v. 54, p. 13-18, 2016.
- GIL, A. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, v. 5, n. 61, p. 16-17, 2002.
- GIUSTO, D; IERA, A; MORABITO, G; ATZORI, L. **The internet of things: 20th Tyrrhenian workshop on digital communications**. Springer Science & Business Media, 2010.
- HERMANN, M; PENTEK, T; OTTO, B. **Design principles for industrie 4.0 scenarios**. In: *System Sciences (HICSS), 2016 49th Hawaii International Conference on*. IEEE, 2016. p. 3928-3937.
- 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.
- KAGERMANN, H. Change through digitization - **Value creation in the age of Industry 4.0. In: Management of permanent change**. Springer Gabler, Wiesbaden, 2015. p. 23-45.
- KAGERMANN, H; WAHLSTER, W; HELBIG, J. **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.
- LANZA, G; HAEFNER, B; KRAEMER, A. **Optimization of selective assembly and adaptive manufacturing by means of cyber-physical system based matching**. *CIRP Annals*, v. 64, n. 1, p. 399-402, 2015.
- LASI, H; KEMPER, H; FETTKE, P; FELD, T; HOFFMANN, M. **Industry 4.0. Business & Information Systems Engineering**, v. 6, n. 4, p. 239-242, 2014.
- LEE, E. A. **Cyber physical systems: Design challenges**. In: *11th IEEE Symposium on Object Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC)*. IEEE, 2008. p. 363-369.
- LUCKE, D; CONSTANTINESCU, C; WESTKÄMPER, E. **Smart factory - a step towards the next generation of manufacturing**. In: *Manufacturing systems and technologies for the new frontier*. Springer, London, 2008. p. 115-118.
- NEUGEBAUER, R; HIPPMANN, S; LEIS, M; LANDHERR, M. **Industrie 4.0-From the perspective of applied research**. 2016.
- SCHRÖDER, C. **The challenges of industry 4.0 for small and medium-sized enterprises**. *Friedrich-Ebert-Stiftung, Bonn*, 2016.
- SPATH, D; GANSCHAR, O; GERLACH, S; HÄRMMELE, M; KRAUSE, T; SCHLUND, S. **Produktionsarbeit der Zukunft-Industrie 4.0**. Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2013.
- WANG, S; WAN, J; LI, D; ZHANG, C. **Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook**. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, v. 12, n. 1, p. 3159805, 2016.

O PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA 4.0 E SEU ALINHAMENTO COM OS PARADIGMAS ESTRATÉGICOS DE GESTÃO DA MANUFATURA

Paulo Eduardo Pissardini

Universidade Paulista, Vice Reitoria de Pós
Graduação e Pesquisa
São Paulo – SP

José Benedito Sacomano

Universidade Paulista, Vice Reitoria de Pós
Graduação e Pesquisa
São Paulo – SP

RESUMO: O presente texto trata de construir um cenário para relatar as funções do Planejamento e Controle da Produção no Paradigma Estratégico de Gestão de Manufatura Indústria 4.0. Não há ainda literatura com a descrição destas funções, conforme visto na metodologia utilizada. Foi feito um estudo da proposta de Godinho Filho (2004), que abordou o alinhamento do Planejamento e Controle da Produção com os Paradigmas Estratégicos de Gestão de Manufatura. Neste sentido, o estudo configurou condicionadores, objetivos, facilitadores e objetivos de desempenho da manufatura para o PEGEM Indústria 4.0 no mesmo cenário teórico proposto por Godinho Filho (2004). O objetivo desta pesquisa foi alcançado de maneira satisfatória, de forma que pôde-se afirmar que há uma estrutura funcional específica do Planejamento e Controle da Produção no PEGEM Indústria 4.0. O próximo passo será estabelecer quais são estas funções

e qual é sua estrutura funcional.

PALAVRAS-CHAVE: Paradigmas Estratégicos de Gestão de Manufatura; Indústria 4.0; Planejamento e Controle da Produção

ABSTRACT: The present paper tries to construct a scenario to report the functions of Production Planning and Control in the Strategic Paradigm of Manufacturing Management Industry 4.0. There is not yet a literature describing these functions, as seen in the used methodology. Was made a study of the Godinho Filho (2004) proposal, which approached the alignment of Production Planning and Control with Strategic Manufacturing Management Paradigms. In this way, the study configured conditioners, objectives, facilitators and manufacturing performance objectives for PEGEM Indústria 4.0 in the same theoretic scenario proposed by Godinho Filho (2004). The objective of this research was achieved in a satisfactory way, so that it can be affirmed that there is a specific functional structure of Production Planning and Control in PEGEM Indústria 4.0. The next step will be to establish what these functions are and what their functional structure is.

KEYWORDS: Strategic Paradigms of Manufacturing Management; Industry 4.0; Production Planning & Control

1 | INTRODUÇÃO

Muitos são os itens que compõem o PCP na indústria convencional. Com o alto número de elementos, técnicas e ferramentas utilizadas com a finalidade de se atingir objetivos específicos de desempenho relacionados à determinados requisitos de mercado, a tarefa de Planejar e Controlar a Produção mostra-se de grande complexidade. Estes diversos elementos quando agrupados com a finalidade de se atingir determinados objetivos de desempenho conferem características que nos permitem classificar os sistemas de produção como ideais para determinados ambientes. A manufatura em massa, por exemplo, é conseguida através da combinação de determinados elementos como maquinaria rígida, baixa flexibilidade, arranjo físico em linha, processo altamente dividido entre outros elementos. Estes elementos combinados permitem ao sistema de produção atingir seu objetivo principal, o baixo custo unitário e/ou economia de escala. O mesmo acontece com outros Paradigmas Estratégicos de Gestão de Manufatura (PEGEMs) como, por exemplo, a manufatura em massa atual, a manufatura enxuta, a manufatura de resposta rápida a manufatura ágil e, não diferente, com a Indústria 4.0. Godinho Filho (2004) agrupou os diversos elementos técnicos que objetivam resultados similares em quatro elementos-chave, a fim de permitir maior integração entre o PCP e os Paradigmas Estratégicos de Gestão de Manufatura (PEGEMs) que, segundo o mesmo autor pode ser definido como modelos/padrões estratégicos e integrados de gestão, direcionadas a certas situações de mercado, que se propõem a auxiliar as empresas a alcançarem determinados objetivos de desempenho (daí o nome estratégicos); paradigmas estes compostos de uma série de princípios e capacitadores (daí a denominação gestão) que possibilitam que a empresa, a partir de sua função manufatura (daí a denominação manufatura, atinja tais objetivos, aumentando desta forma seu poder competitivo).

Diversos PEGEMs foram classificados por Godinho Filho (2004) Manufatura em Massa Atual (MMA), Manufatura Enxuta (ME), Manufatura Responsiva (MR), Customização em Massa (CM), Manufatura Ágil (MA), cada um com seus quatro elementos-chave direcionadores, princípios, capacitadores e objetivos de desempenho.

O avanço das tecnologias, no entanto, trouxe consigo o surgimento de um novo PEGEM, denominado Indústria 4.0 (I 4.0).

Segundo Godinho Filho (2004) os direcionadores são as condições de mercado que possibilitam, requerem ou facilitam a implantação de determinado PEGEM. Os princípios são as ideias (ou regras, fundamentos, ensinamentos) que norteiam a empresa na adoção de um PEGEM. Os princípios representam o “o quê” deve ser feito para se atingir os objetivos de produção, os capacitadores são as ferramentas, tecnologias e metodologias que devem ser implementadas. Os capacitadores representam o “como” seguir os princípios, alcançando-se desta forma excelentes resultados com relação aos objetivos de desempenho da produção. Os objetivos de desempenho da produção são os objetivos estratégicos da produção relacionados

com o paradigma. Cada PEGEM está relacionado a determinados objetivos de desempenho da produção.

Percebe-se não haver na literatura atual classificação que aponte os itens que integram os quatro elementos-chave que são os pilares do PEGEM I 4.0. Este trabalho pretende preencher esta lacuna através de uma pesquisa teórico-conceitual.

Na seção 1 deste artigo introduzimos alguns conceitos fundamentais para o entendimento deste trabalho. Na seção 1.1 apresentamos o objetivo deste trabalho. Na seção 1.2 levantamos os principais elementos que compõem o Planejamento e Controle da Produção no PEGEM Indústria 4.0. Na seção 02 tecemos a metodologia, compilando e posteriormente classificando os dados levantados direcionando-os aos quatro elementos-chave do PEGEM. Na seção 03 apresentamos as considerações finais deste trabalho sugerindo a continuidade do mesmo, sugerindo o estabelecimento das funções e a respectiva estrutura funcional do Planejamento e Controle da Produção no PEGEM Indústria 4.0.

1.1 Objetivo

O objetivo do presente trabalho é construir um primeiro cenário do Planejamento e Controle da Produção na Indústria 4.0, apresentando os elementos que compõe o Planejamento e Controle da Produção e classificando-os dentro dos quatro pilares que são a base de um PEGEM.

1.2 Revisão Bibliográfica

O termo I 4.0 foi primeiramente publicado em um artigo em novembro de 2011 e, segundo Mrugalska e Wyrwicka (p. 04, 2016), no mesmo ano se tornou uma estratégia do governo alemão incluída no plano de ação estratégico de alta tecnologia para 2020. Os mesmos autores afirmam ainda que não temos uma definição formalmente respeitada para os conceitos da indústria 4.0.

Em 2014 o *Industrial Internet Consortium* apontou que a maquinaria física complexa e dispositivos, sensores ligados em rede e softwares são utilizados para prever, planejar e controlar a fim de atingir melhores resultados sociais. Para Kargermann e Helbig (2013) um novo nível de valor no gerenciamento e organização da cadeia de suprimentos em torno do ciclo de vida do produto está acontecendo na indústria 4.0. De acordo com a *Acatech Plattform Industrie 4.0* (2016), a indústria 4.0 está focada na otimização da cadeia de valor devido à dinâmica de produção autonomamente controlada. Broy, Kargermann e Achatz (2010) apontam que a indústria 4.0 cobre o *design* e a implementação de produtos e serviços competitivos, logística e sistema de produção flexível e administração eficiente.

De acordo com Wyrwicka (2014), Sistemas Ciber Físicos (CPS) podem ser usados para trabalhar autonomamente e interagir com o ambiente de produção via micro controladores, atuadores e uma interface de comunicação.

Cimini, Pinto e Cavalieri (2017) nos afirmam que a integração horizontal refere-se à conexão de diferentes sistemas de produção em uma cadeia de produção inteligente. Zhong et al. (2017) apontam os sistemas incorporados e controle distribuído e descentralizado como elemento da Indústria 4.0. Os mesmos autores apontam também o uso de tecnologia Big-Data como elemento que dá suporte à Indústria 4.0. Santos et al. (2017) indicam diversos elementos que compõem a estrutura da I 4.0 tais como: Computação em nuvem, IoT, Sistemas Incorporados, Colaboração, Interconexão, Fábrica Inteligente, Segurança, impressão 3D, Análise de dados, Inteligência e autonomia, Customização em massa, Cadeia de Valores, Realidade Virtual Aumentada, Digitalização, Adaptabilidade, Teoria do Agente. Vaidya, Ambad e Bhosle (2018) também confirmaram que a digitalização é uma necessidade para a indústria de hoje. Os mesmos autores, suportados por outros apontaram também nove elementos que compõem o PEGEM I 4.0, sendo eles *Big Data* e Análise (Rüßmann et al. (2015)), Robôs autônomos ((Rüßmann et al (2015); (Mak et al (2016))), Simulação (2 e 3D) ((Rüßmann et al (2015); (Simons, Abé, Naser (2017); Schuh et al (2014))), Integração (vertical e horizontal) (Erol et al. (2016); Schuh et al. (2014); Stock e Seliger (2016)), IoT (Neugebauer et al (2016); Hozdić (2015); Schumacher, Erol, Sihna (2016); Valdeza, Brauner, Schaara (2015); Dutra e Silva (2016)), Sistemas de Segurança e Ciber Físicos (Qin, Liu e Grosvenor (2016); Rüßmann et al (2015); (Neugebauer et al (2016); Bagheri et al (2015); Stock e Seliger (2016); Landherr, Schneider e Bauernhansl (2016); Ivanov, Sokolov e Ivanova (2016); Kolberg e Zühlke (2015)), Manufatura Aditiva (Rüßmann et al (2015); Landherr, Schneider e Bauernhansl (2016); Marilungo et al (2017)), Nuvem (Rüßmann et al (2015); Rennung, Luminosu e Draghisi (2016)), e Realidade Aumentada (Brettel, Friederichsen e Keller (2014)).

O Roteiro Tecnológico é citado por Garcia e Bray (1997) como outro fator de grande importância para a arquitetura da indústria 4.0. Hermann, Pentek e Otto (2016) e Qin, Liu e Grosvenor (2016) apontaram seis princípios e quatro direcionadores da indústria 4.0, sendo os princípios a interoperabilidade, a virtualidade, a capacidade de resposta em tempo real, a descentralização, a orientação para serviços e a Modularidade. Já os direcionadores apontados pelos pesquisadores são: direcionadores organizacionais, tecnológicos, de inovação e operacionais, sendo importante ressaltar que dentro de cada um dos direcionadores citados temos diversos elementos que o compõem.

(Brynjolfsson, McAfee, (2014); Lasi et al., (2014); Russwurm, (2014); Schröder et al., (2015); Sugayama, Negrelli, (2015)) sugerem três elementos como sendo os principais componentes do PEGEM I 4.0: A rede de produção e de produto, o ciclo de vida do produto e sistemas ciber-físicos. O primeiro elemento citado engloba os sistemas MES (*Manufacturing Execution Systems*) e ERP (*Enterprise Resource Planning*). O segundo elemento engloba os ciclos de vida da produção e do produto. O terceiro elemento incluiu a integração entre os mundos virtual e físico e engloba sensores e atuadores, softwares integrados a todas as partes do processo, permitindo uma rápida troca de informações, alta flexibilidade de processos e controle preciso do

processo produtivo.

Hermann; Pentek; Otto, (2016) e Nunes; Menezes, (2014) destacam o uso da tecnologia de RFID para o controle de produção na indústria 4.0. Feeney, Frechette e Srinivassan (2015) afirmam que na era da Indústria 4.0 um sistema de manufatura inteligente usa uma arquitetura orientada a serviços (SOA) através da internet para providenciar serviços colaborativos, customizáveis, flexíveis reconfiguráveis aos usuários finais, permitindo um sistema de manufatura homem-maquina altamente integrado.

Neste contexto pode-se perceber que o PEGEM Indústria 4.0 traz consigo complexidade e quantidade de elementos que não são encontrados em outros PEGEMS.

Classificamos cada um dos elementos como pertencentes a um dos quatro elementos-chave que compõem um PEGEM, sendo eles Princípios, Capacitadores, Direcionadores e Objetivos de desempenho.

2 | METODOLOGIA

Feito a revisão bibliográfica e estabelecido os principais componentes que compõem os elementos-chave do PEGEM I 4.0, a síntese dos componentes encontrados, é apresentada, classificando-os como pertencentes a cada um dos quatro elementos-chave de um PEGEM (Tabela 1).

Componentes	Referenciais Teóricos
Adaptabilidade	Santos et al. (2017)
Alto Valor na Cadeia de Suprimentos	Kargermann e Helbig (2013)
Arquitetura Orientada para Serviços	Feeney, Frechette e Srinivassan (2015)
Big Data	Vaidya, Ambad e Bhosle (2018)
Cadeia de Suprimentos Inteligente	Cimini, Pinto e Cavalieri (2017)
Capacidade de Resposta em Tempo Real	Hermann, Pentek e Otto (2016) e Qin, Liu e Grosvenor (2016)
Colaboratividade	Feeney, Frechette e Srinivassan (2015)
Computação em Nuvem	Santos et al. (2017); Rüßmann et al (2015); Rennung, Luminosu e Draghisi (2016)
Controle Distribuído/Descentralizado	Zhong et al. (2017)
Customização em Massa	Santos et al. (2017)
<i>Design</i>	Broy, Kargermann e Achatz (2010)
Digitalização	Santos et al (2017); Vaidya, Ambad e Bhosle (2018)
Dispositivos/Sensores Ligados em Rede	Industrial Internet Consortium (2014)
Identificação por Rádio Frequência	HERMANN; PENTEK; OTTO, (2016) e NUNES; MENEZES, (2014)
Impressão 3D	Santos et al. (2017)
Integração Vertical e Horizontal	Cimini, Pinto e Cavalieri (2017); Erol et al, (2016); Schuh et al (2014); Stock e Seliger (2016)
Interconectividade	Santos et al. (2017)

Interface de Comunicação	Wyrwicka (2014)
Internet das Coisas	Santos et al. (2017); Neugebauer et al. (2016); Hozdić (2015); Schumacher, Erol, Sihna (2016); Valdeza, Braunera, Schaara (2015); Dutra e Silva (2016)
Interoperabilidade	Hermann, Pentek e Otto (2016) e Qin, Liu e Grosvenor (2016)
Logística Eficiente	Broy, Kargermann e Achatz (2010)
Manufatura Aditiva	Rüßmann et al (2015); Landherr, Schneider e Bauernhansl (2016); Marilungo et al. (2017)
Maquinaria Física Complexa	Industrial Internet Consortium (2014)
Modularidade	Hermann, Pentek e Otto (2016) e Qin, Liu e Grosvenor (2016)
Produção Autonomamente Controlada	Acatech Plattform Industrie 4.0 (2016)
Produtos/Serviços Mais Competitivos	Broy, Kargermann e Achatz (2010)
Realidade Virtual Aumentada	Santos et al. (2017); Brettel, Friederichsen e Keller (2014)
Robótica autônoma	Rüßmann et al. (2015); (Mak et al. (2016)
Roteiro Tecnológico	Garcia e Bray (1997)
Segurança da Informação	Qin, Liu e Grosvenor (2016); Santos et al. (2017)
Simulação	Rüßmann et al (2015); (Simons, Abé, Nesper (2017); Schuh et al. (2014)
Sistemas Ciber Físicos	Wyrwicka (2014)
Softwares	Brynjolfsson, McAfee, (2014); Lasi et al. (2014); Russwurm, (2014); Schröder et al. (2015); Sugayama, Negrelli (2015)
Teoria do Agente	Santos et al. (2017)

Tabela 1-Componentes do PEGEM I 4.0 e referenciais teóricos

Fonte: Autor

Componente	Direcionadores	Princípios	Capacitadores	Objetivos de Desempenho
Adaptabilidade				X
Alto Valor na Cadeia de Suprimentos		X		
Arquitetura Orientada para Serviços (SOA)		X		
Big Data			X	
Cadeia de Suprimentos Inteligente			X	
Capacidade de Resposta em Tempo Real		X		
Colaboratividade		X		
Computação em Nuvem			X	
Controle Distribuído/ Descentralizado		X		
Customização em Massa	X			
Design			X	
Digitalização			X	

Dispositivos/ Sensores Ligados em Rede			X	
Identificação por Rádio Frequência			X	
Impressão 3D			X	
Integração Vertical e Horizontal		X		
Interconectividade		X		
Interface de Comunicação			X	
Internet das Coisas (IoT)			X	
Interoperabilidade		X		
Logística Eficiente		X		
Manufatura Aditiva		X		
Maquinaria Física Complexa		X		
Mercado				X
Modularidade		X		
Produção Autonomamente Controlada		X		
Produtos/Serviços Mais Competitivos		X		
Realidade Virtual Aumentada		X		
Robótica autônoma			X	
Roteiro Tecnológico		X		
Segurança da Informação			X	
Simulação			X	
Sistemas Ciber Físicos			X	
Softwares			X	
Teoria do Agente		X		

Tabela 2: Elementos do PCP classificados segundo os quatro elementos-chave de um PEGEM

Fonte: Autor

Apresenta-se abaixo um gráfico adaptado de Booth (1996), que apresenta as principais indicadores-chave de desempenho de vários dos PEGEMs, posteriormente classificados por Godinho Filho (2014).

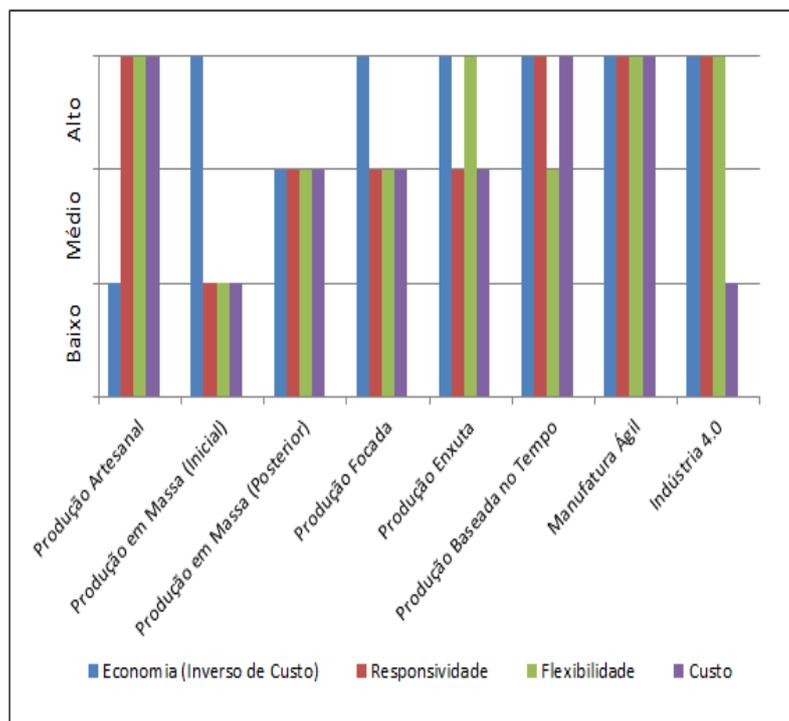


Figura 01: Modelo que representa o desempenho de diversos PEGEMs em quatro Indicadores-Chave de desempenho.

Fonte: Adaptado de BOOTH (1996)

Percebeu-se que, no modelo apresentado por Booth (1996) o PEGEM Indústria 4.0 seria representado igual a Manufatura Ágil. Para eliminar esta fonte de confusão adicionou-se a este modelo o indicador custo. Desta forma, como o desempenho dos dois PEGEMs no que tange o indicador custo são diferentes, pôde-se melhor representar as características dos dois sistemas.

Na manufatura ágil, os custos fixos e variáveis são altos em decorrência da baixa utilização de maquinário, uso de mão de obra altamente especializada e falta de integração entre máquinas, tornando o fluxo dos produtos pelo processo produtivo difícil de prever e coordenar.

Os Sistemas de Coordenação de Ordens de Produção e Compra (SICOPROCs), aqui denominado arquitetura funcional do planejamento e controle da produção – esta nomenclatura melhor caracteriza ferramentas responsáveis por operacionalizar e/ou tornar funcional o planejamento e controle da produção – se tornam difíceis de serem implantados e até mesmo de serem adaptados com a finalidade de se atingir os objetivos de desempenho da manufatura ágil.

A Indústria 4.0 atinge baixos custos de produção em decorrência de tecnologias que conferem inteligência aos sistemas de produção, tais como a internet das coisas, a internet de serviços, sistemas ciber físicos entre outras ferramentas que permitem análise de grande quantidade de dados em tempo real podendo produzir em lotes unitários de produção sem incorrer em altos custos com paradas de máquina e *set-ups* como acontece nos outros PEGEMs.

3 | DISCUSSÃO

A construção deste texto baseou-se primeiramente numa revisão bibliográfica acerca dos conceitos que envolvem o tema central deste trabalho, considerando os principais fatores que caracterizam os Paradigmas Estratégicos de Gestão de Manufatura PEGEMs proposto por Godinho Filho (2004). Foi definido, segundo Godinho Filho (2004), PEGEM, direcionadores, capacitadores, princípios e objetivos de desempenho.

Num segundo momento, procurou-se neste trabalho, verificar se a teoria proposta por Godinho Filho (2004) pode ser aplicada à Indústria 4.0, classificando-a como um PEGEM.

Identificaram-se os elementos e seu alinhamento com o Planejamento e Controle da Produção. Identificou-se neste trabalho 35 elementos que pertencem ao PEGEM I 4.0, reagrupando-os, posteriormente, nos quatro elementos-chave que são os pilares de um PEGEM.

Aponta-se para o fato de que a indústria 4.0 objetiva agregar valor à cadeia de suprimentos através da produção customizada em massa autonomamente controlada. Além dos 35 elementos encontrados na literatura, classifica-se o mercado como um elemento.

Um ponto importante a ser considerado nesta pesquisa é a diferença entre os PEGEMs Manufatura Ágil e a Indústria 4.0. O primeiro tem como objetivo de desempenho a agilidade.

Sabemos que esta agilidade por uma questão de *trade-off*, é conseguida em grande parte através da baixa utilização de maquinário, o que por consequência compromete a eficiência do sistema produtivo da empresa. Na I 4.0 não há problemas com baixa utilização, mesmo em casos com produção em lotes praticamente unitários.

Uma das dificuldades encontradas durante a realização deste trabalho refere-se ao alto nível de complexidade que envolve a Indústria 4.0, que torna os elementos técnicos que a compõe difícil de ser avaliados e classificados nos quatro elementos-chave que são os pilares de um PEGEM. Godinho Filho (2004) analisou a estrutura funcional do Planejamento e Controle da Produção e sua relação com cada um dos cinco Paradigmas Estratégicos de Gestão de Manufatura. Esta estrutura foi denominada Sistemas de Coordenação de Ordens de Produção e Compras (SICOPROCs) e aponta a relação entre a estrutura funcional e o Planejamento e Controle da Produção para cada um dos PEGEMs identificados.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pôde-se concluir que, ao considerar o mercado como objetivo de desempenho do PEGEM Indústria 4.0, tem-se que este objetivo engloba a produtividade, a qualidade, a responsividade, a customabilidade e a agilidade, objetivos de desempenho de outros

cinco PEGEMs, classificados por Godinho Filho (2004). Este fenômeno acontece devido à integração em tempo real da informação com os processos de produção, possibilitado pela Internet das coisas (IoT), pela Internet de Serviços e do uso de Big Data Analysis.

Pode-se verificar mais sobre a dinâmica básica das fábricas e o efeito da utilização no *work in process* (WIP) em Hopp e Spearman (2013).

O PEGEM I 4.0 objetiva a aquisição de informação em grande quantidade e em tempo real. Neste PEGEM o sistema de manufatura controla autonomamente os parâmetros, especificações, ordens de produção com lotes unitários de produção e altíssimos índices de produtividade e eficiência uma vez que todos os parâmetros e requisitos, bem como a cadeia de suprimentos serão integrados e controlados autonomamente, o que refletirá os baixos custos de produção apresentados no modelo adaptado de Booth (1996).

Pretende-se dar sequência a esta pesquisa definindo-se a arquitetura e a estrutura funcional do Planejamento e Controle da Produção no PEGEM Indústria 4.0.

5 | AGRADECIMENTOS

Agradecemos a CAPES/PROSUP pelo financiamento desta pesquisa e ao Professor Dr. José Benedito Sacomano pelas inúmeras discussões e contribuições dadas a este trabalho.

REFERÊNCIAS

A global nonprofit partnership of industry, government and academia. The Industrial Internet Consortium; 2014, <http://www.iiconsortium.org> (retrieved 15.04.2016).

BAGHERI, B., YANG, S., KAO, H.A., LEE, J.; 2015, **Cyber-physical Systems Architecture for Self-Aware Machines in Industry 4.0 Environment**, IFAC Conference 38-3 (2015) 1622–1627.

BAHRIN, M. A. K., OTHMAN, M.F., NOR, N.H., AZLI, M.F.T.; 2016, **Industry 4.0: A Review on Industrial Automation and Robotic**, Journal Teknologi (Sciences & Engineering), eISSN 2180–3722, 137–143.

BOOTH, R.; 1996, **Agile Manufacturing**. Engineering Management Journal, vol. 6, n. 2, pp. 105 – 112, April 1996.

BRETTEL, M., FRIEDRICHSEN, N., KELLER, M.; 2014, **How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective**, International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering Vol: 8, No: 1, 2014, 37-36.

BROY M, KARGERMAN H, ACHATZ R. 2010 **Agenda cyber physical systems: outlines of a new research domain**. Berlin: Acatech.

BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A.; 2014, **The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies**. WW Norton & Company, p. 420–421.

DUTRA, D.S., SILVA, J.R. 2016, **Product-Service Architecture (PSA): toward a Service Engineering perspective in Industry 4.0**, IFAC Conference 39- 31 (2016) 91–96.

EROL, S., JÄGER, A. , HOLD, P., OTT, K., SIHN, W.; 2016, **Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of production**, 6th CLF - 6th CIRP Conference on Learning Factories, Procedia CIRP 54 (2016) 13 – 18.

GODINHO FILHO, M. 01/2004. **Paradigmas estratégicos de gestão da manufatura: Configuração, relações com o Planejamento e Controle da Produção e estudo exploratório na indústria de calçados**. 2004. 286p. Tese Doutorado – Universidade Federal de São Carlos. São Paulo.

GODINHO FILHO, M., FERNANDES, F. C. F.; set.- dez. 2005 **Paradigmas estratégicos de gestão da manufatura (PEGEMs): Elementos-Chave e modelo conceitual**. Revista Gestão e Produção v.12, n.3, p.333-345.

GOECKY, D., SCHMITT, M., LOSKYLL, M.; 2014, **Human-machine-interaction in the industry 4.0 era**. 12th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN), p.289–294.

HERMANN M., PENTEK T., OTTO B.; 2015, **Design principles for Industrie 4.0 scenarios: a literature review**, 2015, http://www.snom.mb.tudortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/DesignPrinciples-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf (retrieved 15.04.2016).

HERMANN, M., PENTEK, T., OTTO, B. **Design principles for industrie 4.0 scenarios**. Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences, v. 2016–March, p. 3928–3937, 2016.

HOZDIĆ, E.; 2015, **Smart Factory for Industry 4.0: A Review**, *International Journal of Modern Manufacturing Technologies*, ISSN 2067–3604, (Vol. VII, No. 1 / 2015) 28-35.

Industrie 4.0 – White paper FuE-Themen. Acatech-Plattform Industrie 4.0; 2014, http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Aktuelles___Presse/Presseinfos___News/ab_2014/Whitepaper_Industrie_4.0.pdf (retrieved 15.04.2016).

IVANOV, D., SOKOLOV, B., IVANOVA, M.; 2016, **Schedule Coordination in Cyber-Physical Supply Networks Industry 4.0**, IFAC conference 39-12 (2016) 836–839.

KARGERMANN, H., HELBIG, J.; 2013, **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0**; 2013, http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report___Industrie_4.0_accessible.pdf (retrieved 15.04.2016).

KEMPF, D.; 2014, **Introduction to Industrie 4.0, Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland [Economics potential for Germany]**; 2014, http://www.bitkom.org/files/documents/Studie_Industrie_4.0.pdf (retrieved 15.04.2016).

KOLBERG, D., ZÜHLKE, D.; 2015, **Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies**, IFAC Conference 38-3 (2015) 1870–1875.

LANDHERR, M., SCHNEIDER, U., BAUERNHANSL, T.; 2016, **The Application Centre Industrie 4.0 - Industry-driven manufacturing, research and development**, 49th CIRP Conference on Manufacturing Systems (CIRP-CMS 2016), Procedia CIRP 57 (2016) 26 – 31.

GARCIA, M. L., BRAY, O. H.; 1997, **Fundamentals of Technology Road mapping**. Distribution. 4205 (1997) 34.

MARILUNGO, E., PAPETTI, A., GERMANI, M., PERUZZINI, M.; 2017, **From PSS to CPS design: a**

real industrial use case toward Industry 4.0, The 9th CIRP IPSS Conference: Circular Perspectives on Product/Service-Systems, Procedia CIRP 64 (2017) 357 – 362.

MRUGALSKA, B., WYRWICKA, M.; 2016, **Towards lean production in industry 4.0** Poland, 2016.

NUNES, F. L. de, MENEZES, F. M. 2014, **Sistema Hyundai de Produção e Sistema Toyota de Produção: Suas Interações e Diferenças**. Revista Acadêmica São Marcos, v. 4, n. 2, p. 101–120, 2014.

QIN, J., LIU, Y., GROSVENOR, R.; 2016, **A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond, Changeable, Agile, Reconfigurable & Virtual Production**, Procedia CIRP 52 (2016) 173 – 178.

NEUGEBAUER, R., HIPPMANN, S., LEIS, M., LANDHERR, M.; 2016, **Industrie 4.0 - Form the perspective of applied research**, 49th CIRP conference on Manufacturing systems (CIRP-CMS 2016), 2-7.

PISSARDINI, P. E., SACOMANO, J. B.; 2018, **A indústria 4.0 como Paradigma Estratégico da Gestão de Manufatura (PEGEM) e seu alinhamento estratégico com o Planejamento e Controle da Produção (PCP)**, 1st International Conference on Network Enterprises & Logistic Management, 04-05 Junho de 2018, São Paulo – SP, Brasil.

RAD, C. R., HANCU O., TAKACS I. A., OLTEANU G.; 2015, **Smart monitoring of potato crop: a cyber-physical system architecture model in the field of precision agriculture**. Life for Agriculture 2015; 6: 73–79.

RENNUNG, F., LUMINOSU C. T., DRAGHICI; 2016, A. **Service Provision in the Framework of Industry 4.0**, SIM 2015 / 13th International Symposium in Management, Procedia - Social and Behavioural Sciences 221 (2016) 372 – 377.

RÜBMAN, M. LORENZ, M. GERBERT, P. WALDNER, M.; 2015, **Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries**, (April 09, 2015) 1-14.

RUSSWURM, S.; 2014, **Industry 4.0 - from vision to reality**. Background Information, p. 1, 2014.

SANTOS et al., **Towards I 4.0: An overview of European Strategy Roadmaps**. Manufacturing Engineering Society International Conference 2017, MESIC 2017, 28-30 June 2017, Vigo (Pontevedra), Spain.

SCHRÖDER, R. et al.; 2015, **Análise da Implantação de um Processo Automatizado em uma Empresa Calçadista : Um Estudo de Caso a Luz do Sistema Hyundai de Produção e a Indústria 4.0**. Revista Espacios Caracas, v. 36, n. 18, p. 19, 2015.

SCHUH, G., POTENTE, T., WESCH-POTENTE, C., WEBER, A.R.; 2014, **Collaboration Mechanisms to increase Productivity in the Context of Industrie 4.0**, Robust Manufacturing Conference (RoMaC 2014), Procedia CIRP 19 (2014) 51 – 56.

SCHUMACHER, A., EROL, S., SIHNA, W.; 2016, **A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises, Changeable, Agile, Reconfigurable & Virtual Production**, Procedia CIRP 52 (2016) 161 – 166.

SIMONS, S., ABÉ, P., NESER, S.; 2017, **Learning in the AutFab – the fully automated Industrie 4.0 learning factory of the University of Applied Sciences Darmstadt**, 7th Conference on Learning Factories, CLF 2017, Procedia Manufacturing 9 (2017) 81 – 88.

STOCK, T., SELIGER, G.; 2016, **Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0, 13th Global Conference on Sustainable Manufacturing - Decoupling Growth from Resource Use**,

Procedia CIRP 40 (2016) 536 – 541.

SUGAYAMA, R.; NEGRELLI, E.; 2015, **Connected vehicle on the way of Industry 4.0. Anais do XXIV Simpósio Internacional de Engenharia Automotiva - SIMEA 2016**, p. 48–63, 2015.

VALDEZA, A.C., BRAUNERA, P., SCHAARA, A.K.; 2015, **Reducing Complexity with Simplicity - Usability Methods for Industry 4.0**, Proceedings 19th Triennial Congress of the IEA, Melbourne 9-14 August 2015.

WITKOWSKI, K.; 2017, **Internet of Things, Big Data, Industry 4.0- Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management**, 7th International Conference on Engineering, Project, and Production Management, Procedia Engineering 182 (2017) 763-769.

ZAMFIRENCU, C. B., PÎRVU, B.C., LOSKYLL M., ZÜHLKE, D.; 2014, **Do not cancel my race with cyber physical systems. IFAC proceedings 2014**; 47(3): 4346–4351.

UM MODELO DE PROCESSOS DO PROJETO DE ADAPTAÇÃO EMPRESARIAL AO PARADIGMA DAS INDÚSTRIAS 4.0

Thales Botelho de Sousa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Registro, Departamento de Engenharia de Produção, Registro - SP

Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Produção, São Carlos - SP

Fábio Müller Guerrini

Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Produção, São Carlos - SP

Carlos Eduardo Gurgel Paiola

Fundação Vanzolini, São Paulo - SP

Márcio Henrique Ventureli

SENAI, Departamento de Inovação e Tecnologia, São Paulo - SP

RESUMO: A Indústria 4.0 surgiu na Alemanha, em 2011, como uma proposta para o desenvolvimento de um novo conceito de política econômica com base em estratégias de alta tecnologia. Esta estratégia representa a quarta revolução industrial, e é uma das abordagens da manufatura inteligente, a qual é baseada em tecnologias que incluem os sistemas ciber-físicos, a internet das coisas, a internet de serviços e a manufatura em nuvem, e que via internet permitem uma interação contínua e troca de informações

entre homens, homens e máquinas, e entre as próprias máquinas. A literatura apresenta a necessidade de apresentação de modelos de empresas e linguagens visuais que auxiliem no desenvolvimento das Indústrias 4.0. Nesse contexto, com o intuito de facilitar a compreensão dos principais processos necessários para o projeto de adaptação empresarial, este artigo visa apresentar um Modelo de Processos desenvolvido por meio do método *For Enterprise Modeling* (4EM). As informações foram obtidas por meio de um estudo de caso. A contribuição deste artigo é a identificação e apresentação das principais atividades necessárias para o projeto de adaptação empresarial ao paradigma das Indústrias 4.0, a fim de que as empresas interessadas tenham um referencial como base, uma vez que o modelo permitiu absorver o conhecimento tácito de uma empresa fornecedora de tecnologias e apresentá-lo de forma explícita e compreensível para diversos *stakeholders*.

PALAVRAS-CHAVE: Indústrias 4.0; Modelo de Processos; *For Enterprise Modeling*; Modelagem de Empresas; Estudo de Caso.

ABSTRACT: Industry 4.0 emerged in Germany in 2011 as a proposal for the development of a new concept of economic policy based on high-tech strategies. As the fourth industrial revolution, this strategy is one the intelligent

manufacturing approaches, and is based on cyber-physical systems, internet of things, internet of services and cloud manufacturing. Through internet, Industry 4.0 allows continuous interaction and exchange of information between men, men and machines, and between the machines themselves. Literature states that enterprise models and visual languages that help the development of Industries 4.0 are needed. In this context, to facilitate the understanding of the main processes required for the enterprise adaptation project, this paper aims to present a Process Model developed through For Enterprise Modeling (4EM) method. The information was obtained through a case study. Identification and presentation of the main activities needed for the enterprise adaptation project to the Industry 4.0 paradigm are the main contributions of this paper. The developed enterprise model allowed us to absorb the tacit knowledge of a company that provides technologies and present it explicitly and understandably to several stakeholders.

KEYWORDS: Industries 4.0; Processes Model; For Enterprise Modeling; Enterprise Modeling; Case Study.

1 | INTRODUÇÃO

Em todo o mundo, esforços têm sido feitos para melhorar a produtividade e eficiência das indústrias e essa melhoria pode ser alcançada por meio da integração da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) com a manufatura (SHAFIQ et al., 2015). Com a evolução da TIC, organizações necessitam adotar novos modelos de negócios, renunciando a métodos tradicionais e arcaicos de gestão, para inserção e/ou permanência no mercado altamente competitivo e caracterizado por rápidas e intensas mudanças.

A manufatura inteligente representa um sistema de manufatura em nuvem integrado por homens e máquinas para conduzir atividades inteligentes na empresa (LIU et al., 2017; ZHONG et al., 2016); e visa mudar a forma de gerenciamento das unidades empresariais, empresa como um todo e cadeia de suprimentos (JIA; TANG; LV, 2016). A adaptabilidade, eficiência de recursos, ergonomia, integração de clientes e parceiros em processos de negócios e de valor são características da manufatura inteligente (SHAFIQ et al., 2015).

O ambiente empresarial encontra-se em processo de adaptação à quarta revolução industrial, a qual é caracterizada pela manufatura inteligente. Pode-se afirmar que esta revolução foi desencadeada pela iniciativa alemã conhecida como Indústrias 4.0, e baseia-se em ciência da computação, TIC e ciência e tecnologia de fabricação para desenvolver futuros sistemas industriais que permitem a aquisição inteligente de informações, conectividade entre elementos do sistema e capacidade de resposta às mudanças internas e externas (BOKRANTZ et al., 2017).

O termo Indústria 4.0 foi oficialmente apresentado ao público pela primeira vez por Kagermann, Lukas e Wahlster em 2011 na Alemanha, durante a Hanover

Fair (UHLMANN; HOHWIELER; GEISERT, 2017). A Indústria 4.0 é sinônimo de transformação das fábricas atuais em fábricas inteligentes, as quais abordam e superam desafios atuais como ciclos de vida mais curtos dos produtos, produtos altamente personalizados, concorrência global rígida e produção enxuta (UPASANI et al., 2017). A Indústria 4.0 combina máquinas, sistemas, produção e processos inteligentes para formar uma rede sofisticada, enfatizando a ideia de digitalização consistente e ligação de todas as unidades produtivas em uma instalação de fabricação, ao criar uma virtualização do mundo real em um grande sistema de informação (SHAFIQ et al., 2016). A Indústria 4.0 deve ser uma integração e assimilação de conceitos como sistemas ciber-físicos, internet das coisas, internet de serviços, fabricação inteligente, computação móvel, computação em nuvem, redes sem fio industriais, *big data*, manufatura sustentável, autoconfiguração e auto-otimização de processos produtivos, e personalização de produtos (GORECKY; KHAMIS; MURA, 2017; HSU; YANG, 2017; OH; SON, 2016; ROBLEK; MEŠKO; KRAPEŽ, 2016; SEPULCRE; GOZALVEZ; COLLPERALES, 2016; SHAFIQ et al., 2016).

Para Lasi et al. (2014), a Indústria 4.0 necessita de métodos avançados de modelagem e segundo Koussouris et al. (2010) as técnicas de modelagem de empresas e as linguagens visuais associadas são muito importantes e úteis para apoiar o desenvolvimento de empresas inteligentes. Assim, este artigo busca apresentar os principais processos a serem realizados por empresas que visam se adequar ao paradigma das Indústrias 4.0. O trabalho foi desenvolvido por meio do método de modelagem de empresas *For Enterprise Modeling* (4EM) e um Modelo de Processos é apresentado. As informações necessárias para a modelagem foram obtidas por meio de um estudo de caso realizado em uma empresa brasileira fornecedora de tecnologias para a Indústria 4.0.

O restante deste trabalho é estruturado da seguinte maneira: a seção 2 descreve os métodos utilizados para pesquisar, organizar e analisar a literatura, os procedimentos para a estruturação do estudo de caso e a justificativa da escolha do método de modelagem de empresas. A seção 3 apresenta o Modelo de Processos do projeto de adaptação empresarial às Indústrias 4.0. A última seção apresenta as conclusões relacionadas ao estudo, apontando as principais limitações da pesquisa.

2 | METODOLOGIA

Esta pesquisa foi desenvolvida por meio de um estudo de caso e da técnica de modelagem de empresas. É uma pesquisa de abordagem qualitativa, fornecendo maior proximidade entre os pesquisadores e os problemas estudados; bem como possui caráter exploratório, fornecendo correlações entre os objetos de estudo para colaborar com futuras pesquisas.

2.1 Estruturação do estudo de caso

Para o desenvolvimento deste trabalho, primeiramente foi realizada uma revisão bibliográfica, de caráter exploratório, sobre fundamentos, princípios e conceitos de Indústrias 4.0. Devido à sua ampla utilização e impacto na comunidade acadêmica internacional (ROMO-FERNÁNDEZ et al., 2011), foram levantados artigos publicados nas bases de dados Scopus e *Web of Science*. Para selecionar as publicações de interesse e desconsiderando o período de publicação, os seguintes termos foram pesquisados por meio do título, resumo e palavras-chave: “*Industr* 4.0*”, “*Intelligent Manufacturing*”, “*Smart Compan**”, “*Smart Enterprise*”, “*Smart Fabric*”, “*Smart Factory*” e “*Smart Manufacturing*”.

Após a conclusão da etapa de pesquisa bibliográfica, foi realizado um estudo de caso alicerçado em um roteiro de entrevista, para obtenção de informações que possibilitassem realizar o desenvolvimento e posterior apresentação de modelos de empresas relacionados ao processo de adaptação de empresas ao paradigma das Indústrias 4.0. Justifica-se a escolha deste procedimento metodológico por ele ser adequado para o desenvolvimento da pesquisa, tendo em vista que a modelagem de empresas tem sido dominada por abordagens qualitativas (SUZUKI et al., 2012), já que a modelagem qualitativa permite que os modeladores vejam a existência sinérgica da organização em sua totalidade (WHITMAN; GIBSON, 1996). Ainda, justifica-se a escolha de um único caso pelo fato de ele fornecer maior riqueza nos detalhes analisados (BEVERLAND; LINDGREEN, 2010), permitir que o pesquisador capte melhor o contexto dentro do qual os fenômenos em estudo ocorrem (BARRATT; CHOI; LI, 2011) e ser adequado para as fases iniciais da natureza exploratória de um trabalho de pesquisa (MONDRAGON; MONDRAGON; CORONADO, 2017).

A empresa que participou do estudo de caso possui uma unidade industrial no Brasil, conta com 30 funcionários, e de acordo com seu faturamento é classificada como empresa de médio porte. A empresa é uma das líderes nacionais no fornecimento de *softwares* para indústrias manufatureiras, disponibilizando sistemas de: supervisão; coleta de dados históricos; apresentação de informações sobre eficiência, qualidade e rastreamento; malhas de controle; gerenciamento de alarmes, etc. O profissional entrevistado é um engenheiro eletricista e tem como responsabilidades implantar as tecnologias de Indústrias 4.0 nas empresas clientes.

2.2 Seleção do método de modelagem de empresas

A modelagem de empresas é uma técnica utilizada para estudar a operação de uma empresa, considerando-a dos seus pontos de vista funcionais, operacionais e/ou de recursos (BHUIYAN; THOMSON, 1999). A modelagem de empresas proporciona benefícios como compreensão das atividades empresariais; atribuição de múltiplas perspectivas nos modelos desenvolvidos; transparência e representação dos processos empresariais; unificação das visões dos diversos *stakeholders*; apoio à

tomada de decisão; melhor gerenciamento de processos de mudança; *benchmarking* e a possibilidade de reuso generalizado dos modelos desenvolvidos (KOSANKE; VERNADAT; ZELM, 1999; ONG et al., 2006; RAHIMIFARD; WESTON, 2007).

Pesquisas no campo de modelagem de empresas resultaram no desenvolvimento de uma ampla gama de técnicas de modelagem que fornecem representações visuais para melhorar a compreensão e comunicação sobre a arquitetura de negócios (ROELENS; STEENACKER; POELS, 2017). A seleção da técnica adequada é um dos estágios essenciais em um projeto de modelagem de empresas e pode aumentar substancialmente as chances de sucesso (KASSEM; DAWOOD; MITCHELL, 2011).

A Tabela 1 apresenta uma comparação entre alguns dos principais métodos de modelagem de empresas (CARVALHO; GUERRINI, 2017; DAABOUL et al., 2014; GUERRINI; PELLEGRINOTTI, 2016; LAKHOUA; RAHMOUNI, 2011), visando apresentar se ele atende ou não os quesitos analisados, tidos como importantes para a modelagem.

Método	Objetivo	Decisão	Atividade	Dados	Organização	Informações	Processo
ARIS	-	-	X	X	X	X	X
CIMOSA	X	-	X	X	X	X	X
GERAM	X	X	-	X	-	X	-
GRAI	-	X	X	-	X	X	X
IDEF	-	-	X	X	-	-	X
ORDIT	-	-	X	X	X	X	-
PERA	X	X	X	X	X	X	-
SADT	-	-	X	-	-	-	X
UML	-	-	X	-	X	-	X
4EM	X	X	X	X	X	X	X

Tabela 1 - Comparação entre os principais métodos de modelagem de empresas

Com o propósito de analisar e realizar a modelagem de empresas, apresentando um Modelo de Processos do projeto de adaptação empresarial ao paradigma das Indústrias 4.0, foi utilizado o método 4EM, pois o mesmo atende integralmente uma série de quesitos que outros métodos não contemplam, leva em consideração os aspectos destacados por Berio e Vernadat (2001) para modelagem de empresas, e o resultado final é um conjunto de modelos conceituais que examinam a empresa e seus requisitos sob uma série de perspectivas inter-relacionadas (BUBENKO; PERSSON; STIRNA, 2001). Pádua, Cazarini e Inamasu (2004) realizaram um trabalho sobre a captura dos requisitos organizacionais no desenvolvimento de sistemas de informação a partir das técnicas e métodos de modelagem de empresas, no qual avaliaram as principais técnicas. Como resultado, concluiu-se que o 4EM satisfaz 23 dos 28 requisitos técnicos abordados, ao passo que os demais métodos não chegam a cumprir 13 requisitos.

Para Pádua, Cazarini e Inamasu (2004), a utilização do 4EM visa fornecer uma

descrição clara e não ambígua de como a organização funciona atualmente, quais são os requisitos e as razões para a mudança, quais alternativas deveriam ser criadas para encontrar esses requisitos e quais são os critérios e argumentos para avaliação dessas alternativas. O 4EM é composto por seis modelos, o Modelo de Objetivos, o Modelo de Regras do Negócio, o Modelo de Processos, o Modelo de Atores e Recursos, o Modelo de Componentes e Requisitos Técnicos e o Modelo de Conceitos.

Neste artigo, é apresentado um Modelo de Processos do projeto de adaptação empresarial ao paradigma das Indústrias 4.0. O Modelo de Processos define as atividades organizacionais e a forma pela qual os processos interagem e manipulam informações e materiais, descreve qual a interação entre os processos do negócio, esclarece as entradas e saídas do processo (BAJEC; KRISPER, 2005; CASTILLO; CAZARINI, 2014), e permite a obtenção de melhorias como *benchmarking*, reengenharia de processos de negócio, gestão por processos e melhoria contínua de processos (GREGORIADES; SUTCLIFFE, 2008; NEUBAUER, 2009).

A Tabela 2 apresenta os principais conectores utilizados no Modelo de Processos do método 4EM (SANDKUHL et al., 2014).

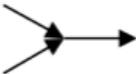
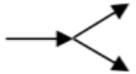
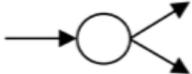
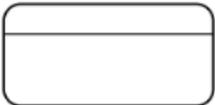
Conectores	Finalidades
	É usado para especificar que dois processos se unem para formar um conjunto de informações ou materiais.
	É usado para especificar que um processo se divide para formar dois conjuntos de informações ou materiais.
	É usado para especificar que um conjunto de informações ou materiais se divide para formar dois conjuntos de informações ou materiais, ou para gerar dois processos.
	É usado para especificar que dois conjuntos de informações ou materiais se unem para formar um conjunto de informações ou materiais, ou para gerar um processo.

Tabela 2 - Conectores utilizados no Modelo de Processos do método 4EM

A notação dos componentes do Modelo de Processos difere da notação usada em outros modelos do método 4EM. A Tabela 3 apresenta os componentes do supracitado modelo (SANDKUHL et al., 2014).

Componente	Descrição
	Processo realizado na organização. É controlado por um conjunto de regras, indicando como processar as entradas e produzir as saídas.

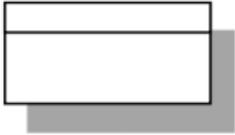
	<p>Conjunto de informações ou materiais enviado de um processo ou processo externo a outro processo.</p>
	<p>Processo realizado externamente à organização. Comunica-se com processos ou atividades da área domínio do problema e é essencial que seja documentado.</p>

Tabela 3 - Notação dos componentes do Modelo de Processos

3 | MODELO DE PROCESSOS DO PROJETO DE ADAPTAÇÃO EMPRESARIAL AO PARADIGMA DAS INDÚSTRIAS 4.0

Segundo o profissional entrevistado, para que uma empresa alcance o paradigma das Indústrias 4.0 é necessário que a mesma avalie o que o mercado disponibiliza; analise o que é importante para si a curto, médio e longo prazo; defina as estratégias organizacionais; crie projetos piloto; e dissemine o projeto em outras unidades industriais. De acordo com a experiência obtida pelo profissional em projetos de implantação, as áreas mais afetadas com a adoção de tecnologias da Indústria 4.0 são a TI, automação e alta gerência. Porém, é importante ressaltar que a adequação ao paradigma da Indústria 4.0 é bastante complexa, e assim, as experiências obtidas durante o projeto variam muito entre as organizações.

A Figura 1 apresenta o Modelo de Processos do projeto de adaptação empresarial ao paradigma das Indústrias 4.0. De modo geral, os processos transformam determinadas informações e/ou materiais (*input*) em outras informações e/ou materiais (*output*).

Com a formulação da estratégia da empresa para alcançar a filosofia da Indústria 4.0 (InfoSet 1), deve-se reunir o pessoal da área técnica de engenharia da empresa (Processo 1) para que sejam atribuídos os papéis e responsabilidades de cada funcionário. A realização da(s) reunião(ões) resulta na definição das necessidades da empresa quanto à aquisição de tecnologia(s) da Indústria 4.0 (InfoSet 2). De posse de tal conjunto de definições, deve-se analisar as tecnologias disponíveis no mercado (Processo 2), o que resulta no esboço do projeto (InfoSet 3). Após contratar empresa fornecedora de tecnologias (Processo 3), um contrato de serviço (InfoSet 4) é elaborado.

De acordo com o profissional entrevistado, para a execução das atividades do projeto, uma empresa adquirente pode seguir duas estratégias, ambas envolvendo uma empresa fornecedora de tecnologias da Indústria 4.0: qualificar seus próprios funcionários técnicos para que eles mesmos desenvolvam o projeto (Processo 4), ou comprar tecnologia(s) da empresa fornecedora (Processo 5).

Caso a empresa adquirente resolva comprar tecnologia(s) da Indústria 4.0

(Processo 5), após a aquisição da(s) tecnologia(s) (InfoSet 6), inicia-se o processo de implantação (Processo 7). Alternativamente, a qualificação de seus próprios funcionários técnicos (Processo 4), resulta na obtenção de certificações (InfoSet 5). Os profissionais devidamente habilitados desenvolvem a(s) tecnologia(s) da Indústria 4.0 (Processo 6) e apresentam os resultados à empresa, a qual disponibiliza a aprovação do início do projeto (InfoSet 7), o que resulta no início do processo de implantação (Processo 7).

Segundo o profissional entrevistado, o processo de implantação da(s) tecnologia(s) da Indústria 4.0 (Processo 7) é bastante complexo, envolvendo atividades como integração dos vários departamentos da empresa adquirente, visitas técnicas à empresa, testes da(s) tecnologia(s) implantada(s), etc. A conclusão bem-sucedida do processo de implantação (Processo 7) resulta na parametrização da(s) tecnologia(s) (InfoSet 8). Após os funcionários que serão usuários finais da(s) tecnologia(s) adquirida(s) serem devidamente treinados (Processo 8), o projeto de implantação é validado (InfoSet 9).

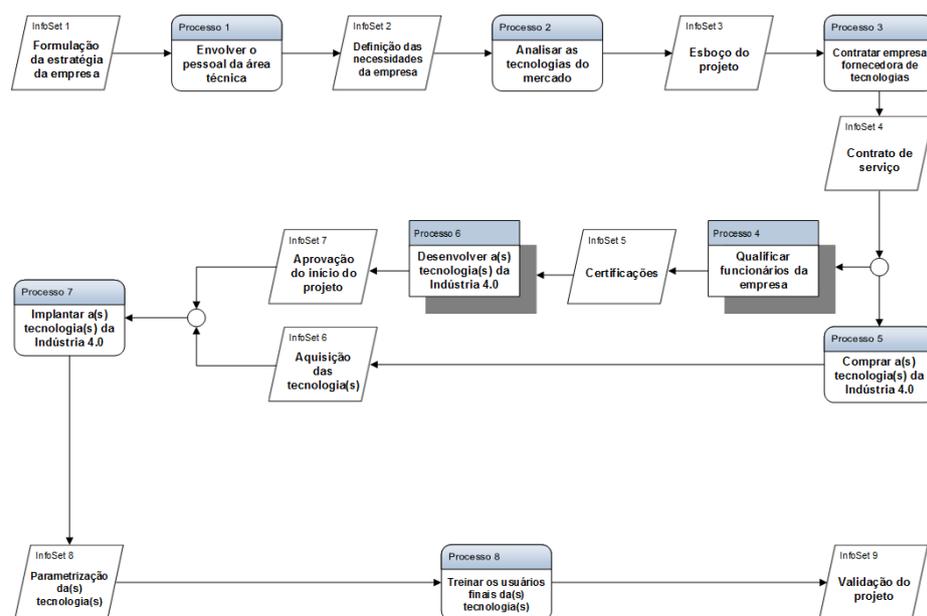


Figura 1 - Modelo de Processos

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A iniciativa conhecida como Indústria 4.0 tem obtido grande atenção por seu potencial de reunir um conjunto de tecnologias que podem ajudar a conseguir maior eficiência em processos produtivos. A Indústria 4.0 representa a quarta revolução industrial, sendo ao mesmo tempo uma grande oportunidade e um desafio muito complexo e exigente para as empresas.

Considerando que a modelagem de empresas auxilia no desenvolvimento de empresas inteligentes e que a Indústria 4.0 necessita de métodos avançados de

modelagem de empresas, esta pesquisa teve como finalidade desenvolver e apresentar um Modelo de Processos do método 4EM para o projeto de adaptação empresarial ao paradigma das Indústrias 4.0. Por meio de uma revisão de literatura sobre métodos utilizados para modelagem de empresas, foi verificado que 4EM é o mais adequado, por ser bastante abrangente.

O Modelo de Processos desenvolvido mapeou os fluxos físico (de profissionais e materiais) e lógico (de informações) realizados durante o projeto de implantação. Este modelo representa uma base adequada para *benchmarking* de empresas interessadas na adaptação ao paradigma da Indústria 4.0, já que não há tanta necessidade de tais empresas entrarem em contato com outras organizações que já se adaptaram. Segundo o profissional entrevistado, o *benchmarking* é bastante importante no âmbito da Indústria 4.0, pois antes de implantarem as tecnologias relacionadas ao paradigma, algumas empresas visitam outras organizações que já desenvolveram projetos semelhantes, a fim de avaliar os resultados obtidos.

Assim como todo trabalho, este artigo apresenta algumas limitações, pois foi desenvolvido com base em um único estudo de caso para explorar os assuntos em questão. Pesquisas posteriores devem fornecer informações mais sistemáticas sobre os tópicos de pesquisa abordados aqui, examinando um conjunto mais amplo de unidades de análise. Considerando que as informações deste estudo de caso são provenientes da experiência de uma empresa fornecedora de tecnologias da Indústria 4.0, o(s) estudo(s) de caso a ser(em) realizado(s) deve(m) contemplar o recorte analítico baseado na visão de empresas usuárias.

Futuras pesquisas podem analisar um maior número de empresas, desenvolver os outros modelos do método 4EM e incorporá-los ao Modelo de Processos aqui apresentado, a fim de contribuir mais significativamente para o desenvolvimento da temática.

REFERÊNCIAS

BAJEC, M.; KRISPER, M. A methodology and tool support for managing business rules in organisations. **Information Systems**, v. 30, n. 6, p. 423-443, 2005.

BARRATT, M.; CHOI, T. Y.; LI, M. Qualitative case studies in operations management: Trends, research outcomes, and future research implications. **Journal of Operations Management**, v. 29, n. 4, p. 329-342, 2011.

BERIO, G.; VERNADAT, F. Enterprise modelling with CIMOSA: functional and organizational aspects. **Production Planning & Control**, v. 12, n. 2, p. 128-136, 2001.

BEVERLAND, M.; LINDGREEN, A. What makes a good case study? A positivist review of qualitative case research published in Industrial Marketing Management, 1971-2006. **Industrial Marketing Management**, v. 39, n. 1, p. 56-63, 2010.

BHUIYAN, N.; THOMSON, V. The use of continuous approval methods in defence acquisition projects. **International Journal of Project Management**, v. 17, n. 2, p. 121-130, 1999.

- BOKRANTZ, J. et al. Maintenance in digitalised manufacturing: Delphi-based scenarios for 2030. **International Journal of Production Economics**, v. 191, p. 154-169, 2017.
- BUBENKO, J. A.; PERSSON, A.; STIRNA, J. **D3: User guide of the knowledge management approach using enterprise knowledge patterns**. Stockholm: Department of Computer and Systems Science, Royal Institute of Technology, 2001.
- CARVALHO, H. L.; GUERRINI, F. M. Reference model for implementing ERP systems: an analytical innovation networks perspective. **Production Planning & Control**, v. 28, n. 4, p. 281-294, 2017.
- CASTILLO, L. A. M.; CAZARINI, E. W. Integrated model for implementation and development of knowledge management. **Knowledge Management Research & Practice**, v. 12, n. 2, p. 145-160, 2014.
- DAABOUL, J. et al. Value network modelling and simulation for strategic analysis: a discrete event simulation approach. **International Journal of Production Research**, v. 52, n. 17, p. 5002-5020, 2014.
- GOECKY, D.; KHAMIS, M.; MURA, K. Introduction and establishment of virtual training in the factory of the future. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 30, n. 1, p. 182-190, 2017.
- GREGORIADES, A.; SUTCLIFFE, A. A socio-technical approach to business process simulation. **Decision Support Systems**, v. 45, n. 4, p. 1017-1030, 2008.
- GUERRINI, F. M.; PELLEGRINOTTI, C. C. Reference model for collaborative management in the automotive industry. **Production Planning & Control**, v. 27, n. 3, p. 183-197, 2016.
- HSU, C-H.; YANG, H-C. Real-time near-optimal scheduling with rolling horizon for automatic manufacturing cell. **IEEE Access**, v. 5, p. 3369-3375, 2017.
- JIA, S.; TANG, R.; LV, J. Machining activity extraction and energy attributes inheritance method to support intelligent energy estimation of machining process. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 27, n. 3, p. 595-616, 2016.
- KASSEM, M.; DAWOOD, N. N.; MITCHELL, D. A structured methodology for enterprise modeling: a case study for modeling the operation of a British organization. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 16, p. 381-410, 2011.
- KOSANKE, K.; VERNADAT, F.; ZELM, M. CIMOSA: enterprise engineering and integration. **Computers in Industry**, v. 40, n. 2-3, p. 83-97, 1999.
- KOUSSOURIS, S. et al. Transforming traditional production system transactions to interoperable eBusiness-aware systems with the use of generic process models. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 19, p. 5711-5727, 2010.
- LAKHOUA, M. N.; RAHMOUNI, M. Investigation of the methods of the enterprise modeling. **African Journal of Business Management**, v. 5, n. 16, p. 6845, 2011.
- LASI, H. et al. Industry 4.0. **Business & Information Systems Engineering**, v. 6, n. 4, p. 239-242, 2014.
- LIU, M. et al. Intelligent assembly system for mechanical products and key technology based on internet of things. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 28, n. 2, p. 271-299, 2017.

MONDRAGON, A. E. C.; MONDRAGON, C. E. C.; CORONADO, E. S. ICT adoption in multimodal transport sites: Investigating institutional-related influences in international seaports terminals. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 97, p. 69-88, 2017.

NEUBAUER, T. An empirical study about the status of business process management. **Business Process Management Journal**, v. 15, n. 2, p. 166-183, 2009.

OH, E.; SON, S-Y. Toward dynamic energy management for green manufacturing systems. **IEEE Communications Magazine**, v. 54, n. 10, p. 74-79, 2016.

ONG, M. H. et al. A structured approach to evaluating the impact of implementing a component-based system in the automotive engine manufacturing domain. **International Journal of Production Research**, v. 44, n. 13, p. 2645-2670, 2006.

PÁDUA, S. I. D.; CAZARINI, E. W.; INAMASU, R. Y. Modelagem organizacional: captura dos requisitos organizacionais no desenvolvimento de sistemas de informação. **Gestão & Produção**, v. 11, n. 2, p. 197-209, 2004.

RAHIMIFARD, A.; WESTON, R. The enhanced use of enterprise and simulation modelling techniques to support factory changeability. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 20, n. 4, p. 307-328, 2007.

ROBLEK, V.; MEŠKO, M.; KRAPEŽ, A. A complex view of industry 4.0. **SAGE Open**, v. 6, n. 2, p. 2158244016653987, 2016.

ROELENS, B.; STEENACKER, W.; POELS, G. Realizing strategic fit within the business architecture: the design of a Process-Goal Alignment modeling and analysis technique. **Software & Systems Modeling**, p. 1-32, 2017.

ROMO-FERNÁNDEZ, L. M. et al. Analysis of Europe's scientific production on renewable energies. **Renewable energy**, v. 36, n. 9, p. 2529-2537, 2011.

SANDKUHL, K. et al. **Enterprise modeling: tackling business challenges with 4EM method**. Heidelberg: Springer-Verlag, 2014.

SEPULCRE, M.; GOZALVEZ, J.; COLL-PERALES, B. Multipath QoS-driven routing protocol for industrial wireless networks. **Journal of Network and Computer Applications**, v. 74, p. 121-132, 2016.

SHAFIQ, S. I. et al. Virtual Engineering Object / Virtual Engineering Process: A specialized form of Cyber Physical System for Industrie 4.0. **Procedia Computer Science**, v. 60, p. 1146-1155, 2015.

SHAFIQ, S. I. et al. Virtual engineering factory: Creating experience base for industry 4.0. **Cybernetics and Systems**, v. 47, n. 1-2, p. 32-47, 2016.

SUZUKI, Y. et al. Simulation based process design: Modeling and applications. **Advanced Engineering Informatics**, v. 26, n. 4, p. 763-781, 2012.

UHLMANN, E.; HOHWIELER, E.; GEISERT, C. Intelligent production systems in the era of Industrie 4.0—changing mindsets and business models. **Journal of Machine Engineering**, v. 17, 2017.

UPASANI, K. et al. Distributed maintenance planning in manufacturing industries. **Computers & Industrial Engineering**, v. 108, p. 1-14, 2017.

WHITMAN, M. E.; GIBSON, M. L. Enterprise modeling for strategic support. **Information Systems Management**, v. 13, n. 2, p. 64-72, 1996.

ZHONG, R. Y. et al. Visualization of RFID-enabled shopfloor logistics Big Data in Cloud Manufacturing. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 84, n. 1-4, p. 5-16, 2016.

ESTIMANDO A RECIPROCIDADE DO MODAL DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO BRASILEIRO

Ronan Silva Ferreira

Universidade Federal de Ouro Preto,
Departamento de Ciências Exatas e Aplicadas
João Monlevade – Minas Gerais

Priscila Caroline Albuquerque da Silva

Marinha do Brasil, Centro de Instrução Almirante
Braz de Aguiar
Belém – Pará

RESUMO: Em maio de 2018, o Brasil presenciou uma greve de caminhoneiros que durou cerca de 10 dias, acarretando diversas consequências econômicas. Isso revela a fragilidade da economia brasileira em face à dependência do modal de transporte rodoviário. Por essas rotas são transportadas aproximadamente 60% de todas as cargas em território nacional, além do transporte de passageiros entre diferentes regiões. Essa matriz rodoviária é o principal meio para o fluxo de produtos e serviços fundamentais para o progresso econômico do país. Neste trabalho é investigada a topologia de conexões das principais rotas de produtos e serviços brasileiras utilizando ferramentas da ciência de redes. Nesta abordagem, os nós de uma rede correspondem a localidades enquanto as rotas que as interligam são representadas por arestas. Os dados trabalhados foram obtidos da base de dados da Agência Nacional

de Transportes Terrestres, referente ao ano de 2015. Particularmente, investiga-se a propriedade de reciprocidade desse modal rodoviário. Essa característica ocorre quando há ligação mútua entre duas localidades quaisquer. Esse tipo de análise é fundamental para estudos sobre padrões de mobilidade humana e de distribuição de cargas.

PALAVRAS-CHAVE: Engenharia de produção; Modal rodoviário; Sistemas complexos.

ABSTRACT: In May 2018, Brazil witnessed a truck drivers strike that lasted for about 10 days, leading to several economic consequences. This shows the fragility of the Brazilian economy in view of the dependence on the mode of road transport. Approximately 60% of all freights are transported through these routes in national territory, as well as the transportation of passengers among different regions. The transportation mode is crucial for the flow of products and services to the country's economic progress. In this work, we investigate the topology of connections of the Brazilian routes of products and services using tools of the complex networks science. In this approach, the nodes of a network correspond to localities while the routes that interconnect them are represented by edges. The data were obtained from the database of the National Land Transport Agency for the year 2015. In particular,

the reciprocity property of this road modal is investigated. This characteristic occurs when there is mutual connection between any two localities. This type of analysis is fundamental for studies on patterns of human mobility and load spreading.

KEYWORDS: Production engineering, Road transport, Complex systems

1 | INTRODUÇÃO

As pesquisas em transporte envolvem diferentes fatores, como histórico, econômico, urbanístico, topológico, etc. (BELL; LIDA, 2014; MARSHALL, 2005). Nos últimos anos, vem crescendo o número de estudos que investigam as características estruturais de sistemas no domínio dos transportes por meio da aplicação da teoria de redes complexas. (LIN; BAN, 2013; VERMA; ARAÚJO; HERRMANN, 2014). Particularmente, o modal de transporte rodoviário é crucial para a sociedade moderna em países em desenvolvimento. Parte deles experimentou um rápido crescimento da mobilidade para áreas urbanas nas últimas décadas por vias rodoviárias, como é o caso brasileiro. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), estima-se que o número de pessoas vivendo em áreas urbanas chegue a cerca de 160.925.792, correspondendo a cerca de 84,4% da população. Isso representa um crescimento de aproximadamente 78.912.417 pessoas em três décadas (1980-2010) (BRASIL, 2011). Além disso, os sistemas de transporte rodoviários serão cada vez mais importantes não apenas para a mobilidade humana, mas também na distribuição de produtos *e-commercies*.

No Brasil, foram 28,2 bilhões de reais de investimento, público e privado, em infraestrutura federal de transporte em 2016. Deste montante cerca de 39% de investimentos no setor rodoviário (BRASIL, 2017). É o que mostra a evolução de investimentos no período 2012-2016 apresentada na Tabela 1.

(R\$ milhões)

Investimentos	2012	2013	2014	2015	2016	Total
Rodoviária	10.846,94	10.658,33	12.323,78	10.940,39	11.082,70	80.005,07
Ferrovária	4.960,21	6.172,93	8.973,41	9.801,80	7.054,93	49.389,83
Hidroviária	1.041,38	436,49	450,22	604,06	703,30	5.977,96
Portuária**	992,99	326,80	336,96	526,22	650,69	5.174,92
Aeroportuária	1.048,08	6.740,87	6.664,09	4.563,42	3.288,88	22.312,68
Fundo da Marinha Mercante	4.767,15	3.776,41	4.415,58	4.993,07	3.477,24	26.656,86
Fundo Nacional da Aviação Civil	0,0	1.471,18	2.021,05	2.077,80	1.911,00	7.481,04
Total	23.656,75	29.583,02	35.185,10	33.506,76	28.168,74	196.998,36

Tabela 1 – Investimento público e privado em infraestrutura de transportes. O investimento no setor portuário (marcado com **) não contempla investimento privado.

Fonte: BRASIL (2017).

No que se refere à mobilidade humana, 131.561.738 milhões de passageiros foram transportados em 2011, cobrindo o transporte interestadual e internacional, segundo dados do Boletim Estatístico de Dezembro de 2015 da Confederação Nacional do Transporte. Além disso, 188.237 empresas de transporte de cargas e 195 empresas de transporte interestadual e internacional de passageiros utilizaram a malha rodoviária brasileira no mesmo período (CNT, 2015). Em resumo, esse modal é o mais expressivo no país, sendo responsável por cerca de 1.548,0 bilhões de TKU (Toneladas Quilômetro Útil) correspondendo a 65% de todas as cargas movimentadas no país. Para uma comparação, o segundo maior modal é o ferroviário com 356,8 bilhões de TKU, representando 15% (BRASIL, 2016). A Figura 1 mostra uma comparação entre os modais de transporte brasileiros.

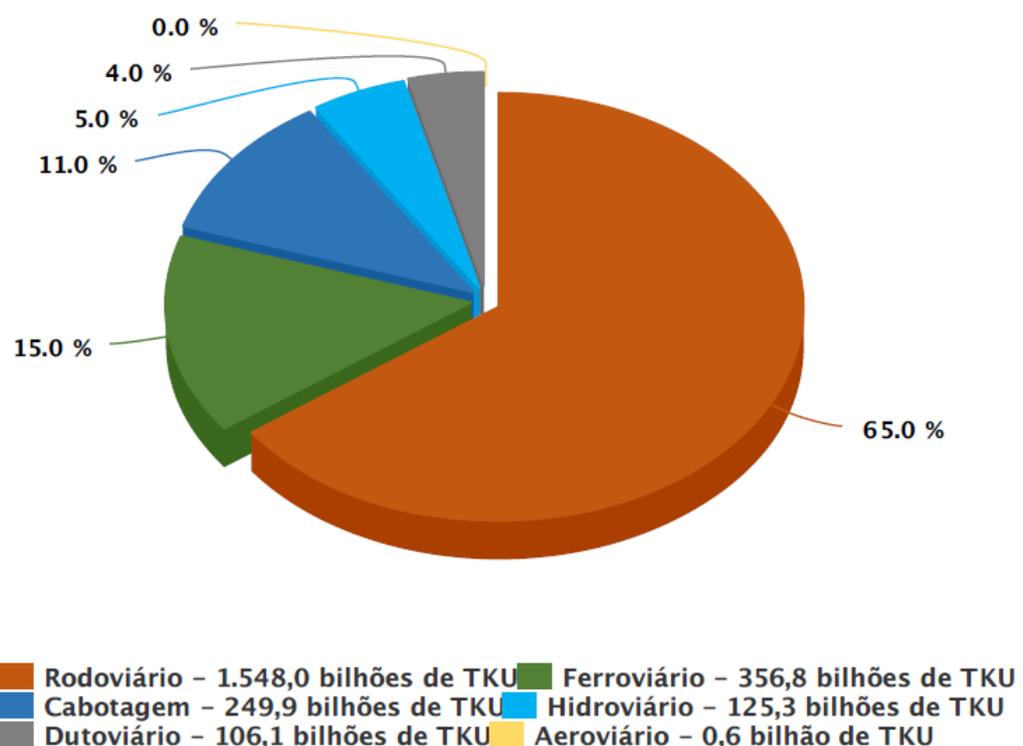


Figura 1 - Comparação entre os modais de transporte brasileiros.

Fonte: BRASIL (2016).

Neste artigo, nosso objetivo é investigar a reciprocidade do modal de transporte rodoviário brasileiro, a partir de uma análise topológica. Tomamos como base dados sobre empresas cadastradas na Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), as quais trafegam por rodovias brasileiras. Nesse sentido, trata-se de rotas de produtos e serviços do país. Apesar de falarmos sobre rodovias e imaginarmos vias de mão dupla, um determinado produto pode ser comercializado, por exemplo, por uma empresa apenas em um único sentido entre duas localidades. Este é um problema fundamental sobre vários aspectos, sendo a reciprocidade uma propriedade fundamental em vários processos. Desde sinapses químicas em redes neurais até tratados internacionais

de comércio, esta característica é fundamental para a manutenção de processos dinâmicos ocorrendo em sistemas arranjados em forma de rede (GARLASCHELLI; LOFREDO, 2004). A medida da reciprocidade reflete a tendência de que os nós em uma rede se relacionem por ligações mútuas, sendo este tipo de análise fundamental para estudos sobre padrões de mobilidade humana e de distribuição de cargas. Para esta característica, combinamos conceitos básicos da teoria de redes complexas e um conjunto de informações sobre empresas presentes na base de dados da ANTT, em 2015. Além disso, levamos em conta o sentido do fluxo dos deslocamentos entre diferentes localidades brasileiras através da malha rodoviária. Ao menos do nosso conhecimento, este é o primeiro trabalho que usa a abordagem de redes complexas para tratar de forma quantitativa o problema de deslocamento pela malha rodoviária em escala nacional.

Uma rede complexa é um conjunto de vértices (ou nós) interligados por arestas, conforme alguma distribuição de pesos estatísticos, em que associamos interpretações físicas para esses elementos (DOROGOVTSEV, 2010). A teoria de redes complexas possibilitou importantes avanços em vários setores, desde o desenvolvimento de novos medicamentos (BARABASI; LOSCALZO, 2011) até o controle epidemiológico (VALDANO et al., 2018). Na abordagem deste trabalho, os nós da rede assumem o papel das localidades, enquanto seus *links* representam rotas de produtos e serviços entre esse nós com o sentido de fluxo indicado por setas. Dessa forma, revelam-se padrões de entrada e saída para cada localidade. Como sistemas de transporte naturalmente definem um arranjo em rede, essa teoria aparece genuinamente como a ferramenta adequada para este tipo de análise estrutural e topológica.

2 | METODOLOGIA

As informações acerca das conexões entre as localidades de origem e de destino estão gravadas na forma de planilhas eletrônicas. Resumidamente, podemos dizer que esses dados são apresentados na forma de uma lista de ligações. Em linguagem matemática, essa lista é uma matriz do tipo E: 1×2 , em que 1 é o número total de *links* que ligam uma dada localidade de origem a uma localidade de destino. Portanto, a matriz possui 1 linhas e 2 colunas: na primeira coluna estão as localidades de origem e na segunda as localidades de destino. Os elementos $e_{i,j}$ da matriz E seguem a seguinte regra: se existe uma rota da localidade m de origem para a localidade n de destino, $e_{i,j=1} = m$ e $e_{(i,j=2)} = n$. Dessa forma, a matriz E mapeia também as direções dos fluxos entrada e de saída na rede.

A partir daí, podemos construir abordagens matemáticas e computacionais por meio de uma matriz de adjacências. Uma matriz de adjacências é do tipo A: $N \times N$ em que N é o número total de nós. Os elementos a_{ij} da matriz A possuem o valor 1 quando há uma conexão de i para j ($a_{ij} = 0$, caso contrário) e, reciprocamente, $a_{ij} = 1$ se o fluxo

também se dá de j para i . Os índices i e j correspondem aos números m e n que são lidos da matriz E , nas colunas 1 e 2, respectivamente. É por meio desta matriz de adjacências que é possível estudar o modal de transporte rodoviário usando a teoria de redes complexas. Por exemplo, a distribuição de conectividade entre as localidades pode ser obtida com o cálculo do número de conexões de cada uma das i localidades,

$$k_i^{out} = \sum_j^N a_{ij} \quad (1)$$

e

$$k_i^{in} = \sum_j^N a_{ji} \quad (2)$$

em que K_i^{out} contabiliza as conexões de saída ou origem e K_i^{in} as de entrada ou destino, respectivamente, para as Eq. (1) e (2). Evidentemente, como o volume de dados é grande, utilizamos códigos computacionais para realizar estes cálculos. Para as Eq. (1) e (2) podemos escrever o algoritmo apresentado na figura 2.

Com os conjuntos obtidos das Eq. (1) e (2), podemos traçar o perfil de conectividade dessas rotas levando os dados reais para o limite de uma rede infinita. Essa operação significa estimar a probabilidade $P(k)$ de um nó com k conexões ser escolhido ao acaso dentro da rede. Equivalentemente, podemos escrever uma função $P(k)$ sendo a fração de nós com k conexões na rede, isto é, $P(k) = \frac{N_k}{N}$, em que N_k é o número de nós com conexões. Na figura 3 está apresentado um algoritmo para calcular essa quantidade.

Devido a esse caráter estatístico, podemos obter também o número médio de conexões da rede, dado por:

$$\langle k \rangle = \sum_k k P(k) \quad (3)$$

Na próxima seção abriremos as discussões acerca de nossos resultados.

```

1:  $\{a_{ij}\}$ : Entrada da matriz de adjacências  $A$ ;
2:  $k_i^{in}$ : Número de conexões de entrada do nó  $i$ ;
3:  $k_i^{out}$ : Número de conexões de saída do nó  $i$ ;
4: para cada nó  $i \leq N$  faça
    para cada nó  $j \leq N$  faça
         $k_i^{in} = k_i^{in} + a_{ji}$ 
    fim
fim
5: para cada nó  $j \leq N$  faça
    para cada nó  $i \leq N$  faça
         $k_i^{out} = k_i^{out} + a_{ij}$ 
    fim
fim

```

Figura 2: Algoritmo para o cálculo do grau de conectividade k .

- 1: $\{a_{ij}\}$: Entrada da matriz de adjacências A ;
- 2: $k_{m\acute{a}x}$: conectividade máxima na rede;
- 3: **para** $i \leq N$ **faça**

$$P(k_i) = P(k_i) + \frac{1}{N}$$
- fim**

Figura 3 – Algoritmo para cálculo da função $P(k)$.

Fonte: Autores (2018).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A figura 4 mostra o grau de conexões de entrada e de saída, k_{in} e k_{out} , respectivamente, para as 26 capitais brasileiras.

Com os valores de conexões de entrada e saída de todas as localidades interligadas na malha rodoviária, e fazendo uso da definição de $P(k)$, podemos encontrar a fração de nos com k_{in} conexões de entrada e k_{out} de saída dadas por:

$$P(k_{in}) = \frac{N_{k_{in}}}{N_{in}} \tag{4}$$

e

$$P(k_{out}) = \frac{N_{k_{out}}}{N_{out}} \tag{5}$$

As Eqs. (4) e (5) representam histogramas normalizados de probabilidades discretas de encontrar uma localidade com grau k_{in} e k_{out} , em que $\sum N_{k_{in}} = N_{in}$ e $\sum N_{k_{out}} = N_{out}$. Os resultados desta análise estão apresentados na figura 5 (a)-(b).

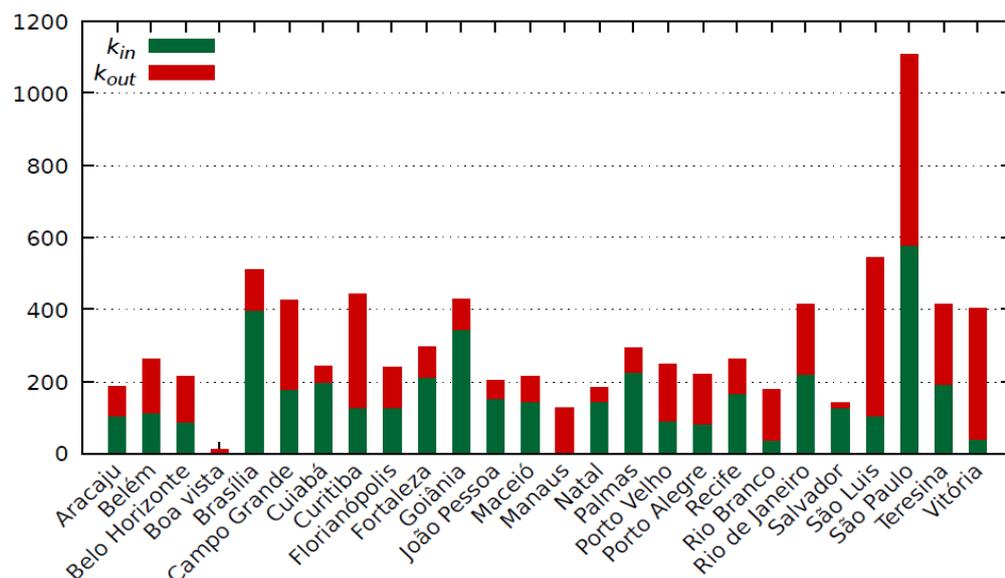


Figura 4 - Número de conexões de entrada e saída para cada uma das 26 capitais brasileiras.

Fonte: Autores (2018).

Apesar das figuras 5 (a)-(b) apresentarem o mesmo comportamento funcional para as distribuições de entrada e saída, as flutuações na cauda ($k \gg 1$), que tipicamente são encontradas em dados reais e são frequentemente tratadas, para propósitos estatísticos, com processos de encaixotamento logarítmico, prejudicam a análise específica de cada caso. Os resultados apresentados na figura 6 (a)-(b) foram obtidos procedendo com o método de encaixotamento utilizando “caixas” de largura crescente, num fator $k_{n+1} = 1,8 \cdot k_n$. Com efeito, obtivemos a melhor regressão para os dados, seguindo a forma funcional $y(x) \propto x^{-\alpha}$. Este decaimento em lei de potência é mostrado por meio da linha tracejada em destaque na figura 6 (a)-(b).

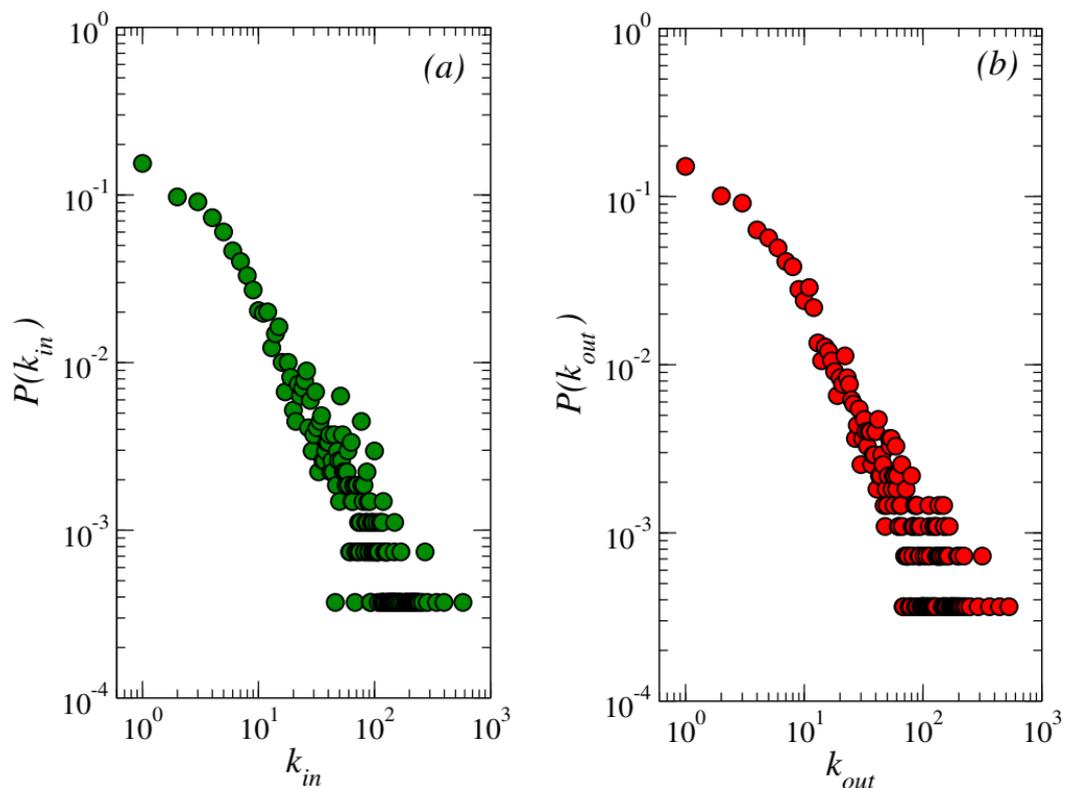


Figura 5 – Histogramas normalizados das probabilidades discretas para as conexões de (a) entrada e (b) saída nas localidades interligadas pela malha rodoviária brasileira.

Fonte: Autores (2018).

Para ganharmos algum *insight* analítico, assumimos a probabilidade unitária de encontrar ao menos um valor não nulo de grau, qualquer que seja, e portanto, não distinguindo mais entre $y(x)$ e $P(k)$. Além disso, consideramos a constante de proporcionalidade $C = \int k^{-\alpha} dk$ fora de discussão, uma vez que requerimos a normalização para $P(k) \propto k^{-\alpha}$ que, por sua vez, torna-se assintoticamente entendida como .

Deste ponto, e tomando essa relação e o limite contínuo da Equação (3), resulta que $\langle k^n \rangle = q^{[(n+1)-\alpha]}$ é o maior valor de grau encontrado na rede. Então, para $\alpha < 2$, o

primeiro e segundo momentos da distribuição de graus ($n = 1$ e $n = 2$, respectivamente) não são bem definidos no regime assintótico. Por outro lado, no caso tratado aqui, significa uma distribuição com a cauda muito pesada devido ao número muito baixo de localidades com alto valor de grau. Dito de outra forma, os resultados sugerem que no caso brasileiro há um número muito baixo de localidades que desempenham um papel de centros urbanos para a mobilidade distribuição de cargas. Atualmente, não há na literatura uma grande discussão sobre redes reais com o expoente da lei de potência abaixo de 2.

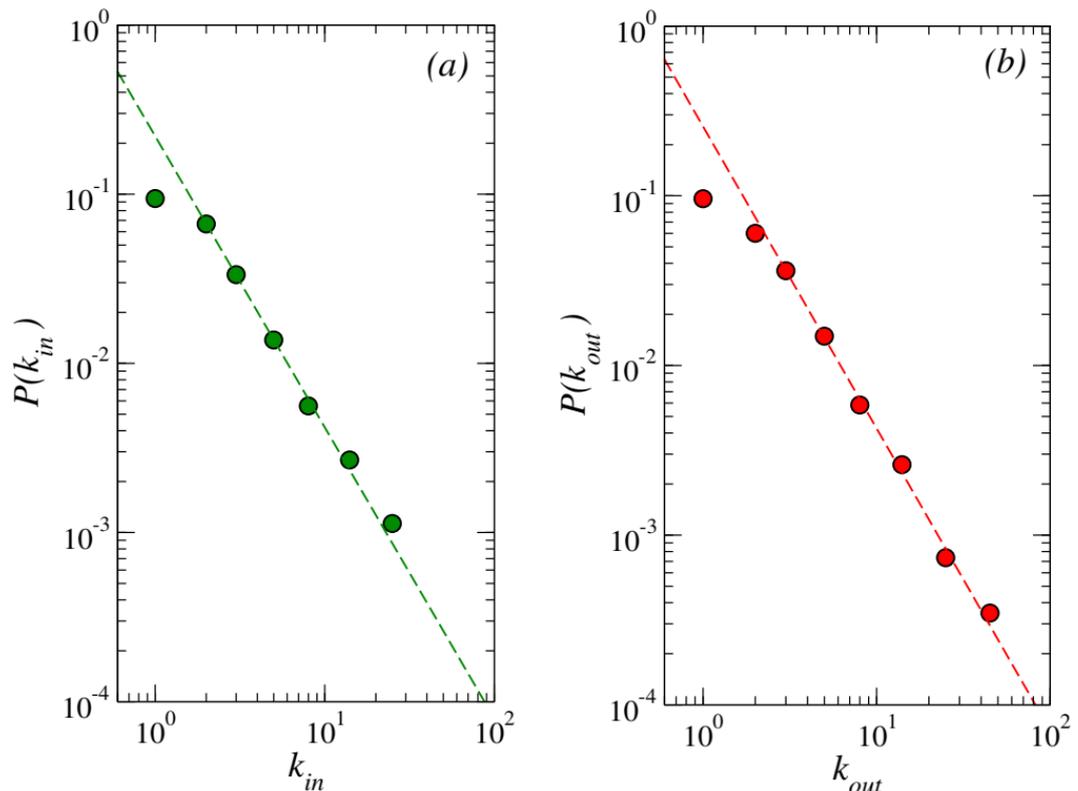


Figura 6 - Histograma normalizados - pós encaixotamento, das probabilidades discretas para as conexões de (a) entrada e (b) saída nas localidades interligadas pela malha rodoviária brasileira. A linha pontilhada foi obtida do melhor ajuste para os dados, assumindo a forma funcional de uma lei de potência do tipo . Os valores obtidos para o expoente foram e .

Fonte: Autores (2018).

Ainda no *insight* analítico, considerando que ambas distribuições estão sob um mesmo regime estatístico, a proximidade entre os valores de α^{in} e α^{out} sugere que há alguma correlação entre os conjuntos de dados k^{in} e k^{out} . Para verificarmos essa hipótese, lançamos mão da análise do coeficiente de Pearson (FIGUEIREDO FILHO; DA SILVA JUNIOR, 2009) entre esses dois conjuntos de dados. Esse coeficiente assume valor $p = +1$ para uma correlação positiva linear (quando uma quantidade cresce, a outra também cresce segundo a lei $y = x$), e $p = -1$ para uma correlação negativa linear e pode ser obtido pela expressão:

$$\rho = \frac{\sum_1^N (k_i^{in} - \langle k^{in} \rangle) \cdot (k_i^{out} - \langle k^{out} \rangle)}{\sqrt{\sum_1^N (k_i^{in} - \langle k^{in} \rangle)^2} \cdot \sqrt{\sum_1^N (k_i^{out} - \langle k^{out} \rangle)^2}} \quad (7)$$

O coeficiente de correlação de Pearson para k^{in} e k^{out} foi $p = +0,7$. Este resultado pode ser corroborado, qualitativamente, pela figura 7. Nesta figura é mostrado o gráfico de k^{in} versus k^{out} para cada localidade. Como a correlação entre eles não é totalmente linear, os pontos não estão sobre a linha tracejada $y = x$.

Uma outra maneira de se investigar características topológicas de uma rede é obtendo sua medida de reciprocidade – razão entre o número de ligações mútuas L_m e o número total de ligações (L), $r = L_m/L$. Entretanto, essa razão é dependente da densidade de *links* $\bar{a} = \frac{\sum a_{ij}}{(N(N-1))} = \frac{L}{(N(N-1))}$, não possuindo valor absoluto na comparação entre redes com mesma topologia mas diferentes densidades de *links*. Esta questão pode ser contornada através do cálculo do coeficiente de reciprocidade dado pela definição de Gaslaschelli e Lofredo (2004):

$$\rho_{GL} = \frac{\sum_{i \neq j} (a_{ij} - \bar{a})(a_{ji} - \bar{a})}{\sum_{i \neq j} (a_{ij} - \bar{a})^2} = \frac{r - \bar{a}}{1 - \bar{a}} \quad (8)$$

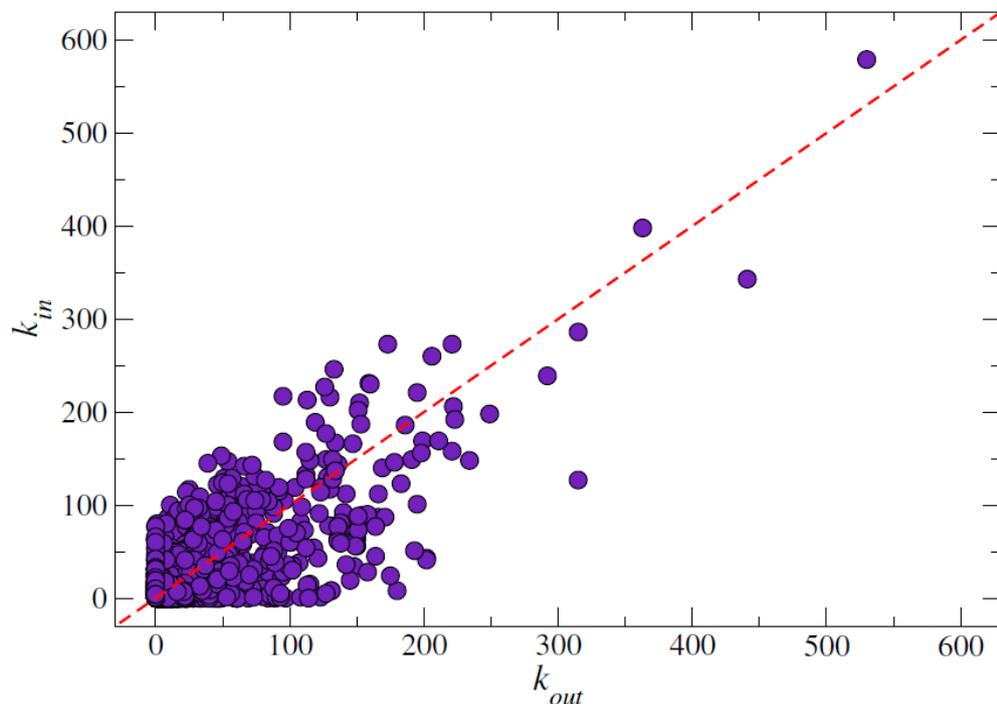


Figura 7 - Investigação qualitativa da correlação entre os conjuntos de dados k^{in} e k^{out} .

Fonte: Autores (2018).

Portanto, a grandeza PGL (Eq. 8) possui valores absolutos, tal como o coeficiente de Pearson p (Eq. 7), para medir a reciprocidade. De fato, $0 < Pgl < 1$, em que $PGL = 0$ significa ausência de correlações de reciprocidade (independente do valor de α), $PGL > 0$ marca o caso recíproco, enquanto $PGL < 0$ declara uma antireciprocidade.

Para o conjunto de rodovias brasileiro, o coeficiente de reciprocidade obtido foi $PGL = 0$. Isso declara que o modal de transporte rodoviário brasileiro apresenta um baixo valor absoluto para reciprocidade.

Em sistemas reais, este valor de $PGL = 0,2$ de reciprocidade foi obtido para redes de trocas de mensagens por email (NEWMAN; FORREST; BALTHROP, 2002), podendo ser interpretado que, em geral, as mensagens de e-mail que são enviadas por um remetente A para um destinatário B não são respondidas no fluxo contrário, de B para A. No caso das mercadorias, elas saem da localidade A para a localidade B, mas há um fluxo menor de B para A.

É interessante discutir neste ponto a diferente interpretação do coeficiente de Pearson, dado pela Eq. (5), e o coeficiente de reciprocidade apresentado na Eq. (6). O primeiro trata da correlação entre o número de conexões de entrada e saída dos nós de uma rede (de forma geral, a correlação entre dois conjuntos de dados). Como esse valor é alto ($p = +0,7$), isso nos diz que a maior parte daquelas localidades com um alto valor de conexões de saída também possuem um alto valor para as conexões de entrada. Entretanto, como a correlação de reciprocidade é baixa, em valor absoluto, sugere que nas rotas de produtos e serviços brasileiras as ligações mútuas são menos frequentes entre centros urbanos, sendo mais frequentes entre grandes centros e localidades periféricas (que possuem um número menor de conexões).

Do contrário, como os centros urbanos possuem um número alto de conexões, o valor para o coeficiente de reciprocidade seria também alto. É o que acontece no modal de transporte aéreo. Rocha (2009) obteve o coeficiente de reciprocidade da rede de aeroportos brasileiros, de 1995 a 2006. Nesse período, os valores estão na faixa $0,84 < PGL < 0,89$. Esses resultados nos ajudam a compreender melhor a organização desses modais de transporte no Brasil. Como mencionamos, é interessante notar que o valor obtido para este coeficiente de reciprocidade diz respeito a relações entre localidades por meio das empresas cadastradas na base de dados da ANTT. Dessa perspectiva, seria interessante comparar este valor com algum outro dado da mesma natureza e dimensões compatíveis ao caso brasileiro, mas não encontramos publicações neste sentido. Entretanto, há publicações referentes ao estudo das relações comerciais (importação/exportação) mapeadas em redes complexas (porém em escalas mundiais), onde os valores para o coeficiente de reciprocidade estão na faixa de $0,68 < PGL < 0,95$.

4 | CONCLUSÕES

Neste trabalho apresentamos uma investigação sobre a topologia do modal rodoviário brasileiro usando ferramentas da física estatística de redes complexas. Particularmente, nosso objetivo foi caracterizar a reciprocidade das rotas de produtos e serviços entre localidades brasileiras pelas quais trafegam empresas que estão

registradas na base de dados da Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT. Apesar de falarmos em rodovias, nem sempre, como mostramos aqui, a malha rodoviária pode ser vista como uma via de mão dupla. Nomeadamente, os resultados deste trabalho mostram que o coeficiente de correlação de reciprocidade para a malha rodoviária brasileira é $PGL = 0,2$ (que está longe do valor limite $PGL = 1,0$ que é esperado para um caso totalmente recíproco, isto é, para vias de mão dupla). Entretanto, buscando uma compreensão mais completa para a organização desse modal de transporte, a malha rodoviária foi caracterizada por outros dois coeficientes.

Primeiro, apresentamos aqui uma discussão sobre a distribuição de probabilidades relacionadas ao fluxo de entrada e de saída de produtos e pessoas nas 3240 localidades da base de dados da ANTT através de 104.332 rotas. Essas distribuições foram descritas por meio de leis de potências, apresentando uma diferença desprezível entre os valores de seus expoentes.

Depois este resultado motivou o segundo estudo, referente à correlação entre as conexões de entrada e saída. Esta hipótese foi posteriormente analisada através do cálculo do coeficiente de Pearson, cujo valor obtido foi $p = 0,7$ (o limite superior é $p = 1,0$, para o caso de correlação positiva totalmente linear). Dessa forma, apesar da correlação de Pearson p apresentar valor alto - sugerindo que uma localidade que possui muitas conexões de entrada para produtos e serviços, em geral, terá também um número grande de conexões de saída (tal como um centro urbano), o baixo valor de reciprocidade sugere uma baixa ligação mútua entre os centros urbanos – o contrário do que acontece no modal de transporte aéreo estudado por Rocha (2009).

Há alguns pontos adicionais que gostaríamos de incluir nesta discussão, os quais servem como perspectivas para futuros trabalhos: (i) As curvas funcionais em lei de potência para $P(k)$, obtidas com o processo de encaixotamento logarítmico foram usadas para fins de comparação entre dois conjuntos de dados (portanto, descritos pelo mesmo processo). Entretanto, esperamos que esta não seja a descrição real destes dados. Para futuras investigações sobre qual distribuição matemática melhor descreve esses dados pensamos ser necessário a inclusão do peso de tráfego pelas rodovias, além do uso de funções acumuladas para minimizar as flutuações estatísticas da cauda, método que vem sendo adotado na literatura de análise de dados reais e de tamanho finito (CLAUSET; SHALIZI; NEWMAN, 2009). Nosso grupo se encontra investigando esses temas atualmente. (ii) Consideramos que é de grande importância para setores estratégicos de logística que a análise mostrada neste trabalho seja ampliada para outros modais de transportes brasileiros (como o hidroviário).

5 | AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao ICEA/UFOP. RSF gostaria de agradecer: Programa Institucional de Voluntários de Iniciação Científica /

REFERÊNCIAS

BARABASI, Albert-Laszlo; LOSCALZO, Joseph. Systems biology and the future of medicine. **Systems biology and medicine**. New Jersey, v.3, n.6, p.619-627, 2011.

BELL, Michael. G. H.; LIDA, Yasunori. **Transportation network analysis**, 1. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2014.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, IBGE: 2011. Tabela 1.8 - População nos Censos Demográficos, segundo as Grandes Regiões, as Unidades da Federação e a situação do domicílio - 1960/2010, p. 75-76. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv49230.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2018.

BRASIL. Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. Empresa de Planejamento e Logística S.A. **Transporte inter-regional de carga no Brasil: Panorama 2015**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.epl.gov.br/transporte-inter-regional-de-carga-no-brasil-panorama-2015>>. Acesso em: 14 mai. 2018.

BRASIL. Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. Empresa de Planejamento e Logística S.A. **Anuário Estatístico de Transportes 2010-2016**. Brasília, 2017. Disponível em: <http://portaldaestrategia.transportes.gov.br/images/Publicações/Sumário_Executivo_AET_-_2010_-_2016.pdf>. Acesso em: 14 mai. 2018.

CLAUSET, Aaron; SHALIZI, Cosma Rohilla; NEWMAN, M. E. J. Power-Law Distributions in Empirical Data. **Siam Review**. Philadelphia, v.51, n.4, p. 661-703, 2009.

Confederação Nacional do Transporte (CNT). Boletim Estatístico. Fevereiro, 2015. Disponível em: <<http://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/BOLETIM%20ECONOMICO/2015/201503%20-%20Boletim%20Estatistico%20CNT%20-%20Fevereiro.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2018.

DOROGOVTSEV, Sergey N. **Lectures on complex networks**. Oxford: Oxford University Press, 2010.

FIGUEIREDO FILHO, Dalson Brito; DA SILVA JUNIOR, José Alexandre. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**. Recife, v.18, n.1, 2009.

GARLASCHELLI, Diego; LOFREDO, Maria. I. Patterns of Link Reciprocity in Directed Networks. **Physical Review Letters**. New York, v.93, n.26, p. 268701-268704, dez. 2004.

LIN, Jingyi; BAN, Yifang. Complex Network Topology of Transportation Systems. **Transport Reviews**. Abingdon, v.33, n.6, p. 658-685, out. 2013.

MARSHALL, Stephen. **Streets and patterns**. 1ed., New York: Spon Press, 2005.

Newman, M. E. J. and Forrest, Stephanie and Balthrop, Justin. mail networks and the spread of computer viroses. **Physical Review E**. New York, v.66, n.3, p. 035101- 035104, 2002.

ROCHA, Luis E. C. da. Structural evolution of the Brazilian airport network. **Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment**. **Bristol**, v. 2009, n.4, abr. 2009.

VALDANO, Eugenio et al. Epidemic Threshold in Continuous-Time Evolving Networks. **Physical**

Review Letters. New York, v.120, n.6, p. 068302-068305, fev. 2018.

VERMA, Trivik; ARAÚJO, Nuno. A. M.; HERRMANN, Hans J. Revealing the structure of the world airline network. **Scientific Reports**, Basingstoke, v.4, p.1-6 jul. 2014. Artigo número 5638. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/srep05638.pdf> >. Acesso em: 14 mai. 2018.

ESTUDO DE OPERAÇÃO DA COLETA SELETIVA NO BAIRRO URCA, RIO DE JANEIRO

Frederico do Nascimento Barroso
Marcelle Candido Cordeiro Lino Marujo
Leornado Mangia Rodrigues
Lino Guimarães Marujo

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, 1,3 bilhões de toneladas de resíduos sólidos são gerados por ano no mundo e este volume deverá aumentar para 2,2 bilhões de toneladas até 2025. O estilo de vida moderno e a concentração populacional em centros urbanos têm contribuído para o alarmante aumento no volume de resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados. Dez anos atrás, havia 2,9 bilhões de residentes urbanos que geravam aproximadamente 0,64 kg de RSU por pessoa por dia (0,68 bilhão de toneladas por ano), hoje esses valores aumentaram para cerca de 3 bilhões de habitantes gerando 1,2 kg por pessoa por dia (1,3 bilhões de toneladas por ano). Até 2025, isso provavelmente aumentará para 4,3 bilhões de residentes urbanos, gerando cerca de 1,42 kg de RSU por habitante (2,2 bilhões de toneladas por ano)(HOORNWEG; BHADA-TATA, 2012).

Por seu impacto direto na qualidade de vida da população, a gestão eficiente dos RSU

tem se tornado uma questão crucial na agenda dos governos locais e nacionais, tanto nos países desenvolvidos quanto nos países em desenvolvimento (CHIFARI et al., 2015).

Uma alternativa para lidar com esse problema é separação dos materiais passíveis de reciclagem do restante dos RSU ainda nos domicílios (coleta seletiva), o que diminui consideravelmente o volume de lixo descartado anualmente, além de gerar empregos e renda para os municípios. Os resíduos secos são reaproveitados na coleta seletiva, servindo de matéria prima para empresas transformadoras de matéria para confecção de novos produtos, o que também diminui a necessidade da retirada de insumos da natureza (RIBEIRO; LIMA, 2000).

2 | METODOLOGIA

2.1 Estudo de caso Urca

O objetivo deste estudo foi buscar uma solução viável para a coleta seletiva de resíduos sólidos, de maneira sustentável, política e social. A região de análise escolhida foi o bairro da Urca, no Rio de Janeiro. Nessa região foi feito um estudo logístico para identificar e quantificar os pontos de entrega voluntária de

resíduos recicláveis (PEV'S). Em seguida, foi feita a proposta de através de um carro coletor, destinar os resíduos despejados, a um centro de triagem.

2.2 Construção dos cenários

Foi realizado o estudo do envio dos RSU do bairro da Urca para o centro triagem considerando três cenários: otimista, realista e pessimista. Os cenários foram obtidos variando a quantidade de RSU enviados para o centro de triagem e considerando a relação entre os parâmetros de funcionamento de um centro de triagem, que veremos a seguir.

As regras de formação de cada cenário, seguem detalhadas a seguir:

- a. Otimista: Será esperado para este cenário que através da implantação dos PEV's seja possível recolher 35% dos lixos, este número escolhido é bem elevado, pois conforme o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PMGIRS da Cidade do Rio de Janeiro 2017-2020, 41,7% do total de lixo gerado pela população são lixos potencialmente recicláveis;
- b. Realista: Neste cenário será esperado o retorno de 20% dos lixos recicláveis;
- c. Pessimista: Já neste, espera-se que apenas 10% dos lixos sejam depositados nos PEV's.

A capacidade de carga do container instalado nos pontos determinados foi considerada igual a 1,38 toneladas. A mesma capacidade de container foi considerada em todos os pontos de coleta.

Para cálculo da localização dos PEV's necessários para atender a região da Urca em cada um dos cenários foram adotados os procedimentos descritos por Peixoto, Campos e D'Agosto (2006).

A Figura 1 sintetiza os procedimentos adotados a partir do cálculo no número de PEV's.

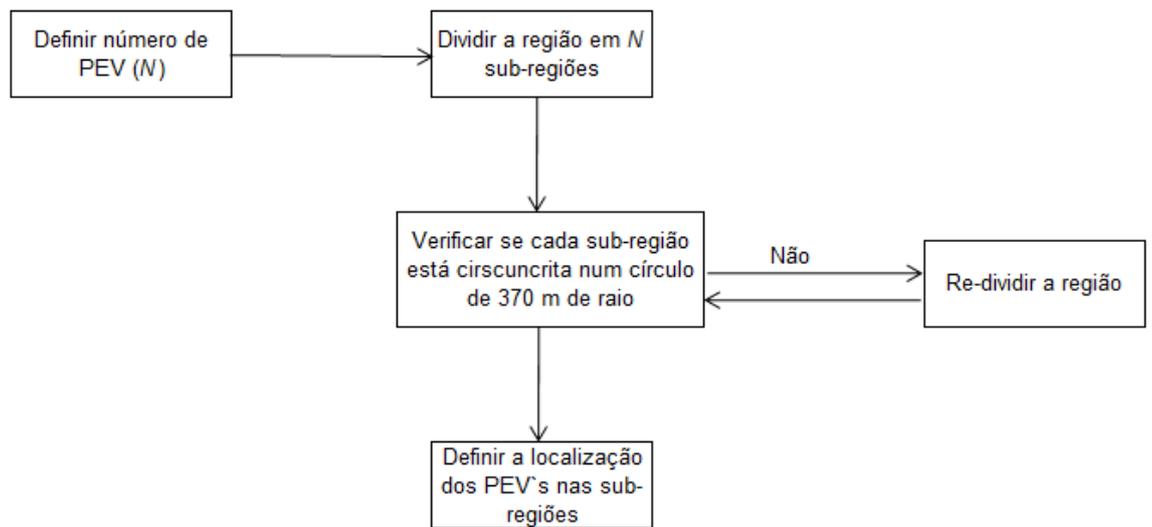


Figura 1- Fluxograma de procedimentos para determinação da localização dos PEV's

Fonte: (PEIXOTO; CAMPOS; D'AGOSTO, 2006).

2.3 Planejamento das tarefas e mão-de-obra do centro de triagem

Para o projeto do centro de triagem é importante, previamente, definir os fluxos dos processos e materiais de acordo com a demanda. Para essa etapa foram usadas as diretrizes do Ministério das Cidades (2008),

A Tabela 1 traz as indicações básicas para o dimensionamento equilibrado das diversas tarefas em um centro de triagem.

FUNÇÕES	COMO DIMENSIONAR
Coletores de rua	Com carrinhos manuais conseguem recolher até 160 kg por dia
Triadores internos	Conseguem triar 200 kg por dia
Deslocadores de tambores	1 a cada 5 triadores
Retriadores de plástico	1 a cada 5 triadores
Retriadores de metal	1 a cada 15 triadores
Enfardadores (embaladores)	Conseguem enfardar 600 kg por dia
Administradores	1 a cada 20 pessoas na produção

Tabela 1 - Proporções dos trabalhadores de um centro de triagem

Fonte: (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2008)

2.4 Método das Economias de Clarke e Wright

O método Economias de Clarke e Wright foi aplicado com o objetivo de determinar a melhor rota para a coleta dos lixos recicláveis nos pontos instalados no bairro da Urca. Utilizando a heurística de Clarke e Wright foi possível minimizar a distância total percorrida pelo caminhão de coleta, reduzindo o custo de transporte (CLARKE;

WRIGHT, 1964).

Nesse método, as combinações das rotas são analisadas pela seguinte equação:

$$S_{ij} = C_{i0} + C_{0j} - C_{ij}$$

Essa equação foi usada para determinar qual combinação entre os PEV's existentes, que representa a maior economia. Onde, 0 (zero) representa o depósito, no caso deste projeto, representa o início da Urca, definido na Rua Pasteur, número 250. O C_{ij} representa o custo de viagem partindo de um ponto i para outro j , ou seja, podendo ser representada pela distância percorrida de um ponto de entrega voluntária para outro.

A distância entre os PEV's foi encontrada por meio do software Google Maps através da entrada dos endereços.

2.5 Análise do RSU

O bairro da Urca faz parte da Área de Planejamento 2 (AP 2). Sua população é de 7.061 habitantes, conforme (IBGE, 2010) enquanto a sua geração de resíduos per capita de sua área é de 1,33 kg/hab/dia, totalizando 9.391,13 kg/dia de geração de todo bairro, sendo 41,7% destes potencialmente recicláveis, sendo a composição destes conforme Figura 2 (PMGIRS da Cidade do Rio de Janeiro 2017-2020, 2016).

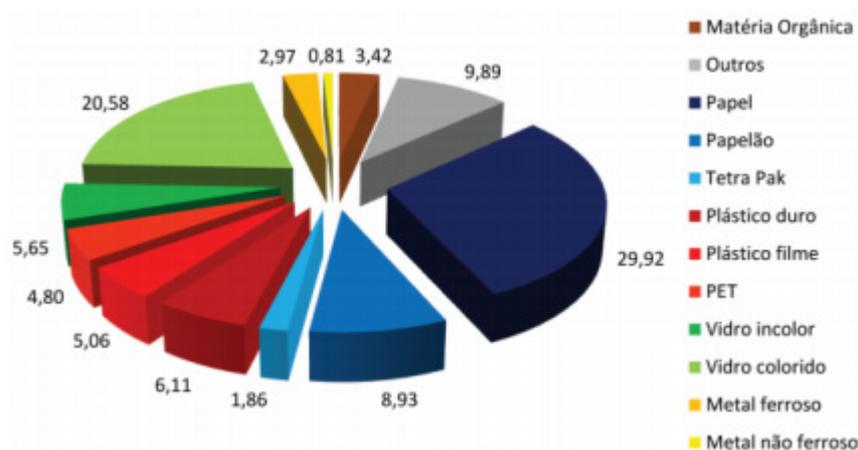


Figura 2 - Resíduos Recicláveis – Média das Amostras da Coleta Seletiva de 30 bairros

Fonte: (SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE, 2015)

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Escolha do centro de triagem

O centro de triagem do bairro de Vila Isabel foi selecionado para destinação dos RSU do bairro da Urca. Por já funcionar na região, essa escolha dispensou novos investimentos na implantação de um novo centro de triagem. Após uma visita ao local,

foi verificado que o responsável por este centro de triagem atua no ramo há 15 anos e que a vizinhança já conhece o projeto e participa. A proximidade do estádio do Maracanã, um conhecido ponto turístico do Rio de Janeiro, e de diversas instituições de ensino também foi decisivo para escolha deste centro de triagem, visto que programas de educação socioambiental poderiam ser desenvolvidos na região.

3.2 Cenário Otimista

Considerando o percentual de 35% dos RSU sendo reciclado, a quantidade de a ser reciclada é de 23,008 ton./sem. A densidade lixo reciclável considerada foi de 0,25 Kg/l. Desse modo, para encontrar o volume de lixo reciclável em litros, foi aplicada a seguinte fórmula:

$$d = \frac{m}{v} \rightarrow 0,25 = \frac{23.008}{v} \rightarrow v = 92.033 \text{ l}$$

Assim, sabe-se o volume do lixo em litros e dividindo o mesmo pela capacidade do caminhão também em litros, achou-se a frequência com que os caminhões devem passar para fazer a coleta de todo o lixo reciclável:

$$f = \frac{92.033}{30.000} \rightarrow f = 3,07 \cong 4$$

Para encontrar a quantidade necessária de pontos de entrega voluntária (PEV's), a quantidade semanal de lixo reciclado (23,008 ton./sem) foi dividida pelo produto da capacidade de carga dos *containers* (1,38 ton.) e frequência (4). A quantidade de PEV's encontrada foi de 5.

A próxima etapa foi dividir a região geográfica da Urca pelo número de PEV's (5). Primeiramente o intuito é implantar 1 PEV em cada região subdividida e em seguida verificar se a área subdividida encontra-se na condição de um raio de 370 metros, caso contrário redividir a região (NOVAES; ALVARENGA, 1994).

De acordo com site da Bairros Cariocas da Prefeitura do Rio, ela possui uma área de 231,9 hectares, porém 50,47 % são áreas naturais, restando apenas 49,53% de áreas urbanizadas. Para fins desta análise serão consideradas apenas as áreas urbanas, ou seja, 114,8 hectares ou 1.148.600,7 . Sendo assim, a área do bairro terá que ser dividida e 5 sub-regiões, cada uma com 229.720,14 .

Aplicando a equação da área do círculo, foi possível dimensionar o tamanho do raio cobertura de cada região subdividida da seguinte forma:

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \rightarrow r = \sqrt{\frac{229.720,14}{3.1416}} = 270,41 \text{ metros}$$

Como o raio encontrado foi inferior a 370m, não houve necessidade de redividir a região. A Figura 2 apresenta o mapa da Urca, dividido em 5 sub-regiões contendo em cada uma delas 1 ponto de entrega voluntária no centro das circunferências calculadas.



Figura 3 - Localização dos PEV's no mapa da Urca

Fonte: (GOOGLE EARTH, 2011)

O início do bairro de Urca está representado através do pequeno retângulo vermelho, no qual será a origem de onde o caminhão iniciará o percurso pelo bairro. O início, onde será a origem da rota do bairro de Urca, será na Rua Pasteur, número 250.

Cada PEV, estará localizado no cruzamento de duas ruas, com exceção do PEV 3, que não foi possível dimensioná-lo desta forma atendendo a condição da distância. Estarão localizados nos seguintes endereços:

- a. PEV 1: Cruzamento da Rua Pasteur, 296 com a Rua Dr.Xavier Sigaud,150;
- b. PEV 2: Cruzamento da Rua Odílio Bacelar, 28 com Rua Ramon Franco,25;
- c. PEV 3: Avenida Portugal,680;
- d. PEV 4: Cruzamento da Rua Octavio Correia,183 com a Praça Raul Guedes;
- e. PEV 5: Cruzamento da Av. João Luiz Alves,376 com Av. São Sebastião,309

Conclui-se então, que neste cenário otimista, o número exato de PEV's para atender a demanda de lixo reciclável, depositado nos mesmos, é de cinco. Assim como este número atende a demanda de lixo, a localização dos mesmos também atende a condição da distância máxima de 370 metros de caminhada para os usuários.

Como o caminhão recolherá o lixo de todos os PEV's em uma freqüência de 4 vezes na semana, é necessário determinar a distância do centro de triagem até o bairro de Urca e a melhor rota do caminhão dentro da zona estudada, pois isto influenciará diretamente no custo.

3.3 Cenário realista

De forma análoga os procedimentos descritos no cenário otimista e considerando

que o programa de implantação dos PEV's consiga obter um retorno de 20% do total de recicláveis, o quantitativo de lixos recicláveis recolhidos semanalmente será de 13,15 toneladas. Sabendo o volume do lixo em quilograma e também o valor da densidade (0,25 kg/L), o valor do volume em litros é 52.600 litros. A frequência que o caminhão passará semanalmente pelo bairro recolhendo os lixos depositados nos PEV's é dada pelo o volume em litros dividido pela capacidade do caminhão (30.000l). A frequência no cenário realista é de aproximadamente 2. Usando fórmula do cálculo do número de PEV's, encontrou-se o valor de 5.

Neste caso, pode-se perceber que será necessário instalar o mesmo número de PEV's do cenário otimista, porém com uma frequência menor. Como foi adotado neste cenário um percentual de 20% da coleta do lixo, este influenciou diretamente em sua frequência que também obteve uma redução de 50% da frequência. Ao invés do caminhão recolher o lixo 4 vezes por semana ele vai apenas coletar 2 vezes por semana.

Foi explicado anteriormente, que a partir deste número encontrado, é necessário dividir a área do bairro de Urca por este número, para verificar se este número está atendendo a condição da distância máxima citada anteriormente, porém como o número encontrado foi o mesmo para o primeiro cenário, não será necessário, pois a localização dos PEV's vai ser exatamente igual ao demonstrado no cenário otimista.

3.4 Cenário pessimista

No cenário pessimista o percentual adotado para a reciclagem do lixo será de 10% apenas. Como o lixo produzido pelo bairro da Urca semanalmente é de 65,74 toneladas, o volume de lixo reciclável do cenário pessimista é de 6,57 toneladas. Como o container que será adotado neste cenário será o mesmo dos outros cenários, a capacidade de carga não se alterará, mantendo-se assim a capacidade de 1,38 ton.

A frequência será obtida através da divisão do volume total, em litros, do lixo obtido, pela capacidade de carga do caminhão que será utilizado. O usando a densidade de 0,25 Kg/l, o volume em litros deste cenário é 26.295 litros. A partir do resultado obtido e dividindo este pela capacidade do caminhão, em litros, pode-se a frequência que o caminhão se deslocará semanalmente até Urca é aproximadamente 1.

Com este resultado, agora já se tem todos os dados necessários para se obter o número de PEV's, conforme calculados nos cenários anteriores. O número de PEV's é 3. Seguindo o fluxograma da Figura 1, após a quantificação dos PEV's, é necessário dividir a região geográfica da Urca por este valor. Sabe-se que a Urca, conforme já explicado no cenário otimista, possui uma área urbanizada de 1.148.601 m². Dividindo a região de Urca em 3 áreas, verificou-se que em cada área tinha aproximadamente 382.866,9 m².

Aplicando a área do círculo, é possível encontrar o raio cobertura e verificar se este raio é menor ou igual à distância permitida de 370 metros.

$$A = \pi r^2 \rightarrow r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \rightarrow r = \sqrt{\frac{382.866,9}{3.1416}} = 349,1 \text{ metros}$$

Verifica-se que o raio encontrado é menor que a distância máxima permitida, sendo assim, seria suficiente a instalação de 3PEV's no bairro de Urca, porém devido a região do bairro ser comprida e estreita, os PEV's não estarão a uma localidade máxima de 370 metros de todos os moradores e usuários dos equipamentos, como pode ser visto na Figura 4.



Figura 4 - Divisão da área da Urca no cenário pessimista

Fonte: (GOOGLE EARTH, 2011)

E assim, verificou-se então que a área deveria ser dividida novamente e para isso foi incluído a instalação de mais um ponto de entrega voluntária (Figura 5):



Figura 5 - Nova divisão da Urca no cenário pessimista

Com a implantação dos 4PEV`s será possível atender a demanda do lixo assim como a condição da distância máxima. Estes PEV`s serão instalados nas seguintes ruas:

- a. PEV 1: Cruzamento da Rua Pasteur, 296 com a Rua Dr.Xavier Sigaud,150;
- b. PEV 2: Cruzamento da Rua Odílio Bacelar, 28 com Rua Ramon Franco,25;
- c. PEV 3: Cruzamento da Av. Portugal,546 com Rua Mal Cantuária,48;
- d. PEV 4: Cruzamento da Av. João Luiz Alves,376 com Av. São Sebastião,309.

3.5 Aplicação do Método das Economias de Clarke e Wright

3.5.1 Cenários otimista e realista

Como o cenário otimista e o realista, obtiveram o mesmo número de pontos de coleta, ou seja, 5PEV`s, instalados nos mesmos locais, foi feito um modelo para ambos cenários.

A tabela 3 traz a distância calculada entre os PEV`s para os cenários otimista e realista.

i/j (km)	0	PEV 1	PEV 2	PEV 3	PEV 4	PEV 5
0		0.16	0.80	2.00	3.00	2.60
PEV 1	1.50		0.65	1.80	2.90	3.90
PEV 2	2.40	2.50		1.20	2.20	1.80
PEV 3	2.40	2.50	1.20		2.10	1.60
PEV 4	3.10	3.30	2.00	0.80		1.30
PEV 5	3.70	2.40	2.50	1.40	0.50	

Tabela 3: Distância em quilômetros entre os PEV`s entre os cenários otimista e realista

Conforme orientação do modelo adotado, foram adotadas apenas as duas rotas que obtiveram a maior economia, iniciando do ponto de origem. Neste caso quem apresentou a melhor economia foram os pontos (0,2). Ou seja, o caminhão iniciará percorrendo a área da zona no ponto 0 e a primeira coleta será realizada no PEV 2 . Em seguida, foram analisadas as rotas que possuem o ponto i como o PEV 2. Foi verificada que a maior economia estava no ponto (2,5), ou seja, após o caminhão coletar no PEV 2, ele seguirá para o PEV 5. Assim, seguindo esta metodologia foi possível encontrar a melhor rota do veículo.

A melhor rota foi definida, conforme apresentado na Figura 6, e obteve uma distância dentro bairro da Urca de 7,90 km. A distância de ida e volta do centro de

triagem até Urca é de 27.8 km, ou seja, a distância total do percurso é de 35,70 km.

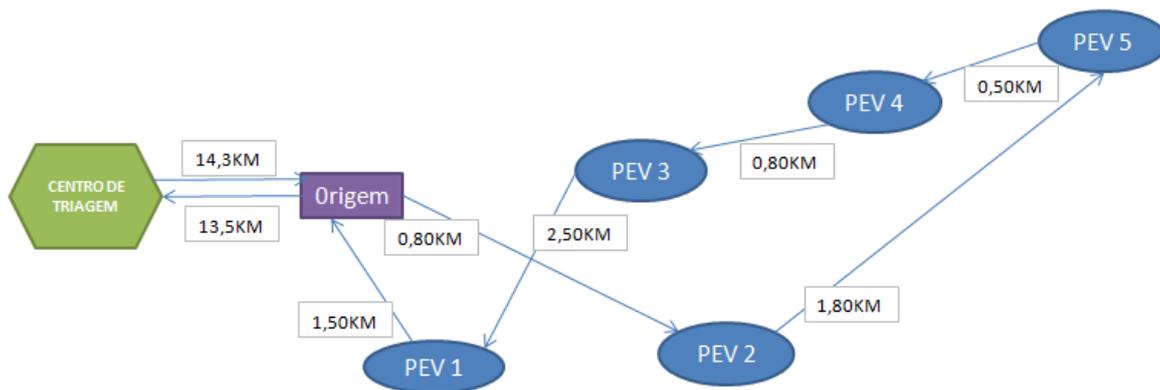


Figura 6: Roteirização para os cenários otimista e realista

3.5.2 Cenário pessimista

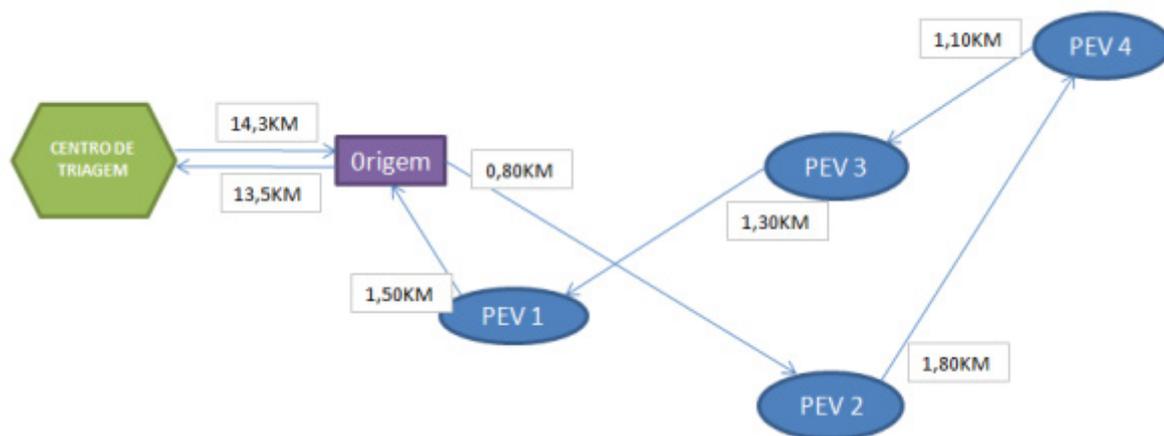
Para um cenário pessimista, será necessária a instalação de 4PEV's, conforme calculado anteriormente.

A Tabela 4 traz a distância entre os PEV's para o cenário pessimista.

i/j (km)	0	PEV 1	PEV 2	PEV 3	PEV 4
0		0.16	0.80	1.70	2.60
PEV 1	1.50		2.10	3.20	3.90
PEV 2	2.40	1.00		0.90	1.80
PEV 3	2.70	1.30	1.50		0.90
PEV 4	3.70	2.40	2.50	1.10	

Tabela 4: Cálculo das economias entre os caminhos através do método Clarke e Wright para o cenário pessimista

A combinação que possui a maior economia, considerando que $i=0$ é o ponto (0,2), em seguida, considerando o $i=2$, a combinação que apresenta a maior economia é (2,4) encontra-se disposta na Figura 8.



Esta rota possui uma distância dentro da área da zona de 6,50 km e uma distância de ida e volta do centro de triagem até o bairro da Urca de 27,8 km, ou seja, a distância total do percurso totalizou 34,30 km.

3.6 Mão de Obra no centro de Triagem

A tabela 1 nos fornece a função e a capacidade dos trabalhadores do Centro de Triagem. Considerando os volumes dos cenários informados, observaremos a quantidade de funcionários para cada um deles.

Perfil	Pessimista	Realista	Otimista
Triadores internos	7	13	23
Deslocadores de tambores	1	3	5
Retriadores de plástico	1	3	5
Retriadores de metal	1	1	2
Enfardadores	2	4	8
Administradores	1	1	2
TOTAIS	13	25	45

Tabela 5- Total de trabalhadores do centro de triagem, por cenário

Fonte: Autor

4 | CONCLUSÃO

Este estudo contribui para observar como pode se operar um projeto de coleta seletiva através da coleta de lixo domiciliar, por meio de um sistema de tratamento adequado da coleta seletiva. Para que sua execução seja viável é fundamental o apoio e a conscientização da população para prática de separação do lixo orgânico e reciclável.

Os PEV's foram localizados próximo de cada morador, para maior conveniência e engajamento. A roteirização é importante para mitigar despesas.

Além disso, o reaproveitamento dos materiais recicláveis reduz o volume do lixo urbano proporcionando ganhos ambientais, benefícios sociais e qualidade de vida da população. Desse modo, recomenda-se que estudos sejam feitos de maneira análoga em outras regiões, a fim de difundir e operacionalizar a coleta seletiva.

REFERÊNCIAS

CHIFARI, R. et al. A holistic framework for the integrated assessment of urban waste management systems. **Ecological Indicators**, 2015.

CLARKE, G.; WRIGHT, J. W. Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery

Points. **Operations Research**, v. 12, n. 4, p. 568–581, 1964.

COMLURB. **LIXO DOMICILIAR - METAL - 2007 a 2014 - Rio Como Vamos**. Disponível em: <www.riocomovamos.org.br/portal/arquivos/Metal_-_Regioes_Administrativas.pdf>.

GOOGLE EARTH. **Google Earth**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso em: 20 mar. 2011.

HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P. What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management. **Urban Development Series; knowledge papers no.15, World Bank**, p. 116, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Informações Sobre Bairros Segundo os Municípios**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/0000000486.xls>>. Acesso em: 05 mai. 2017.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Elementos para a organização da coleta seletiva e projeto dos galpões de triagem**. [s.l: s.n.].

NOVAES, A. G., ALVARENGA, A. C. **Logística aplicada: suprimento e distribuição física**. São Paulo, ed . Pioneira, p. 268, 1994.

PEIXOTO, K.; CAMPOS, V. B. G.; D'AGOSTO, M. A. Localização de equipamentos para coleta seletiva de lixo reciclável em área urbana. p. 12, 2006.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PMGIRS da Cidade do Rio de Janeiro 2017-2020**, p. 9-10, 2016.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. **Bairros Cariocas**. Disponível em: <<http://pcrj.maps.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=096ae1e5497145838ca64191be66f3e3#>> Acesso em: 17 de Mar. de 2018.

RIBEIRO, T.; LIMA, S. Coleta seletiva de lixo domiciliar-estudo de casos. **Caminhos de geografia**, v. 1, n. 2, p. 50–69, 2000.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. **Diagnóstico Preliminar de Resíduos Sólidos da Cidade do Rio de Janeiro**. p. 32. 2015

URCA. **Bairro da Urca- Rio de Janeiro**. Disponível em : <<http://www.urca.net/mapa.htm>> Acesso em: 21 de Mar. 2018.

SOBRE O ORGANIZADOR

MARCOS WILLIAM KASPCHAK MACHADO Professor na Unopar de Ponta Grossa (Paraná). Graduado em Administração- Habilitação Comércio Exterior pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especializado em Gestão industrial na linha de pesquisa em Produção e Manutenção. Doutorando e Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, com linha de pesquisa em Redes de Empresas e Engenharia Organizacional. Possui experiência na área de Administração de Projetos e análise de custos em empresas da região de Ponta Grossa (Paraná). Fundador e consultor da MWM Soluções 3D, especializado na elaboração de estudos de viabilidade de projetos e inovação.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-254-8

