



# ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Além dos Produtos e Sistemas Produtivos 3

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
(Organizadores)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021



# ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Além dos Produtos e Sistemas Produtivos 3

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
(Organizadores)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant'Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande



Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

#### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miraniide Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

#### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alessandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atílio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFRP  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatiany Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvío Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista



## Engenharia de produção: além dos produtos e sistemas produtivos 3

**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadores:** Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia de produção: além dos produtos e sistemas produtivos 3 / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-5983-003-9  
DOI 10.22533/at.ed.039212304

1. Engenharia de produção. I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Dallamuta, João (Organizador). III. Título.  
CDD 670

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

## APRESENTAÇÃO

O ramo da engenharia de produção ganhou cada vez mais espaço no decorrer dos anos, sendo hoje um dos principais pilares para o setor empresarial. Analisar os campos de atuação, bem como pontos de inserção e melhoria dessa área é de grande importância, buscando desenvolver novos métodos e ferramentas para melhoria contínua de processos.

Desta forma estudar temas relacionados a engenharia de produção é de grande importância, pois desta maneira pode-se aprimorar os conceitos e aplicar os mesmos de maneira mais eficaz.

Neste livro são explorados trabalhos teóricos e práticos, relacionados as áreas engenharia de produção, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente.

Apresenta capítulos relacionados a gestão como um todo, assim como a aplicação de ferramentas para melhoria de processos e produtos e a redução de custos. Outro destaque se dá a interação entre o homem e o trabalho, sendo um dos ramos da engenharia de produção e que está cada vez mais em voga no momento atual.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **GESTÃO DA QUALIDADE EM UMA INDÚSTRIA DE CALÇADOS: ESTUDO DE CASO**

Tiago Soares da Rocha

Paulo Renato Pakes

Brena Bezerra Silva

**DOI 10.22533/at.ed.0392123041**

### **CAPÍTULO 2..... 16**

#### **APLICAÇÃO DA FILOSOFIA DE GESTÃO LEAN SEIS SIGMA NA OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA CALÇADISTA**

Phelippe Moura da Silva

Ezequiel Ribeiro Paiva

**DOI 10.22533/at.ed.0392123042**

### **CAPÍTULO 3..... 30**

#### **ANÁLISE DA RELAÇÃO PRODUÇÃO VERSUS MANUTENÇÃO E SEUS IMPACTOS EM UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS: O CASO PSIU**

Marco André Matos Cutrim

Jadna Karine Santos Monteiro

Antonilton Serra Sousa Junior

Andielle Martins Oliveira

Pedro Lucas Valente Santos Sousa de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.0392123043**

### **CAPÍTULO 4..... 44**

#### **ANÁLISE DA SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO EM UMA PEQUENA EMPRESA DE SERRALHERIA SITUADA NA CIDADE DE DOURADOS – MS**

Marcos Meurer da Silva

Robson de Souza Santos

Marcos Barbosa Silvino

**DOI 10.22533/at.ed.0392123044**

### **CAPÍTULO 5..... 58**

#### **O IMPACTO DO ROUBO DE CARGA EM UMA EMPRESA DE ALIMENTOS LOCALIZADA NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO/BRASIL**

Priscilla Juliasse de Freitas

Camila Avosani Zago

**DOI 10.22533/at.ed.0392123045**

### **CAPÍTULO 6..... 70**

#### **CARACTERIZAÇÃO DO CANAL LOGÍSTICO REVERSO: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE AUTOPEÇAS E MECÂNICA EM SÃO LUÍS**

Marco André Matos Cutrim

Jadna Karine Santos Monteiro

Antonilton Serra Sousa Junior

Jardel Carlos Ferreira Nunes

Jéssica dos Santos Maia

**DOI 10.22533/at.ed.0392123046**

**CAPÍTULO 7..... 82**

PROCEDIMENTO DE TRANSIÇÃO DA *GRID* TOPOLÓGICA PARA A *GRID* GEOMÉTRICA NO PROCESSO DE OTIMIZAÇÃO DAS FACILIDADES NO *LAYOUT* DE UM ESTALEIRO

Henry Joel Segho Amani

Walther Azzolini Junior

**DOI 10.22533/at.ed.0392123047**

**CAPÍTULO 8..... 93**

MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA DE MATERIAIS: APLICAÇÃO EM UMA EMPRESA DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA

Rafael Ferreira Almeida

Paulo Afonso Lopes da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.0392123048**

**CAPÍTULO 9..... 106**

A CRIAÇÃO DE UMA SPIN-OFF ACADÊMICA PARA ÁREA DE BIOTECNOLOGIA EM TRÊS ETAPAS

Andrey Pelicer Tarichi

Creusa Sayuri Tahara Amaral

**DOI 10.22533/at.ed.0392123049**

**CAPÍTULO 10..... 119**

A REDUÇÃO DA INCIDÊNCIA DO ERRO DE DIAGNÓSTICO NO TRATAMENTO DA SÍNDROME HPN (HIDROCEFALIA DE PRESSÃO NOMAL) EM BRASILEIROS, MEDIANTE A APLICABILIDADE DA MODELAGEM MATRICIAL COPPE-COSENZA

Rodrigo Ventura da Silva

Jean de Aguiar Seabra

Luis Claudio Bernardo Moura

Leonardo Fontes Bachá

Carlos Alberto Nunes Cosenza

**DOI 10.22533/at.ed.03921230410**

**CAPÍTULO 11..... 133**

ANÁLISE DOS PRINCIPAIS BENEFÍCIOS OBTIDOS A PARTIR DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA TAMBOR-PULMÃO-CORDA (TPC): UMA REVISÃO DA LITERATURA

Gilberto Dias Paião Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.03921230411**

**CAPÍTULO 12..... 145**

DESENVOLVIMENTO DE ESCUDOS FACIAIS ATRAVÉS DE PROTÓTIPOS RÁPIDOS: UMA ABORDAGEM SÓCIO-SANITÁRIA EM DEFESA DOS PROFISSIONAIS DE SAÚDE CONTRA O COVID-19 EM SÃO PAULO, BRASIL

Adriana Del Monaco de Maria

Maria Eduarda Aidar Santillo

Eduardo Augusto Galdino dos Santos

Lia de Biasi Pereira  
Rafaela Camargo dos Santos  
Gabrielle Silva Coelho  
Fabielle Pereira Leite  
Suzane Candido Losacco  
Edmilson Machado Pereira  
Mariane da Silva Monteiro  
Yara Beatriz Rodrigues do Espirito Santo  
Camila Santineli dos Santos  
Emanuele Alves da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.03921230412**

<b>SOBRE OS ORGANIZADORES .....</b>	<b>154</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>155</b>



# CAPÍTULO 1

## GESTÃO DA QUALIDADE EM UMA INDÚSTRIA DE CALÇADOS: ESTUDO DE CASO

Data de aceite: 22/04/2021

Data de submissão: 05/03/2021

### Tiago Soares da Rocha

Universidade de Sorocaba  
Sorocaba-SP

<http://lattes.cnpq.br/2342981203845575>

### Paulo Renato Pakes

Universidade Federal de São Carlos  
Buri-SP

<http://lattes.cnpq.br/4438042573741789>

### Brena Bezerra Silva

Universidade de Franca  
Franca-SP

<http://lattes.cnpq.br/6895269832274542>

**RESUMO:** A importância da gestão da qualidade culminou no desenvolvimento das teorias e práticas da chamada Gestão da Qualidade Total (GQT) ou, em inglês, *Total Quality Management* (TQM). O presente estudo destinou-se a averiguar quais são as oportunidades de melhoria para uma empresa do setor calçadista, baseado nos conceitos de TQM. Para isso, realizou-se um estudo de caso único. A coleta de dados se deu através de entrevista, com roteiro semiestruturado aplicado em uma indústria do setor calçadista do município de Franca-SP, e de anotações e observações feitas durante as visitas. Dentre os resultados, identificaram-se os principais desvios encontrados nos setores, além da detecção da falta de padrão na identificação dos defeitos de seus produtos

e a falta de engajamento e comprometimento dos colaboradores na busca da qualidade dos produtos. Ao final, são propostas melhorias à luz da Gestão da Qualidade Total.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão da Qualidade, Gestão da Qualidade Total, Indústria Calçadista.

### QUALITY MANAGEMENT IN A FOOTWEAR INDUSTRY: CASE STUDY

**ABSTRACT:** The importance of quality management culminated in the development of the theories and practices of Total Quality Management (TQM) theory. The present study aimed to find out what are the improvement opportunities for a company in the footwear sector, based on the concepts of TQM. For this, a single case study was carried out. Data collection took place through interviews, with a semi-structured script applied in an industry in the footwear sector in the municipality of Franca-SP, in Brazil, and also notes and observations made during visits. Among the results, the main deviations found in the sectors were identified, in addition to the detection of the lack of standard in the identification of the defects of their products and the lack of engagement and commitment of employees in the pursuit of product quality. Finally, improvements are proposed based on Total Quality Management theory.

**KEYWORDS:** Total Quality Management, Quality Management, Footwear Industry.

## 1 | INTRODUÇÃO

O setor calçadista de Franca tem grande

representatividade na indústria calçadista nacional. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Calçados (2015), ele é considerado o maior polo calçadista do estado de São Paulo e, cada vez mais, busca melhorar suas práticas com a finalidade de se tornar mais competitivo. Na busca por preservar uma boa identidade e reforçar o posicionamento das empresas calçadistas, estas precisam almejar de forma contínua o aprimoramento, definindo parâmetros para melhorias e, sobretudo, definir o conceito de qualidade.

A importância da gestão da qualidade culminou no desenvolvimento das teorias e práticas da chamada Gestão da Qualidade Total (GQT) ou, em inglês, *Total Quality Management* (TQM).

Frente a isso, o estudo destina-se a averiguar quais são as oportunidades de melhorias em uma indústria calçadista do município de Franca, em relação ao TQM. Para tal, serão analisadas as práticas adotadas na empresa, e averiguadas quais são as oportunidades de melhoria para a organização, baseado nos conceitos de TQM. Por fim, serão feitas sugestões de melhorias para que a empresa implante esse conceito em seu processo produtivo.

## **2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Gestão da qualidade total**

Para Aquilani et al. (2017), a ideia central da Gestão da Qualidade Total (GQT) ou TQM compreende o gerenciamento organizacional da qualidade dentro de uma empresa, na tentativa de ampliar o foco da qualidade, não se limitando apenas ao controle de processos.

Segundo Toledo et al. (2014), o TQM é definido como uma abordagem de gestão integrada a um conjunto de práticas que realça a melhoria contínua, o atendimento às expectativas e necessidades do cliente, a redução do retrabalho, o planejamento a longo prazo, o trabalho em equipe, além de um relacionamento próximo a fornecedores, clientes e agentes governamentais.

O TQM possui sete elementos centrais apresentados no Quadro 1.

<b>Elementos centrais do TQM</b>	<b>Descrição</b>
<b>Foco no cliente</b>	Todas as organizações dependem de seus clientes e, portanto, é necessário identificar quais são suas necessidades atuais e futuras, com objetivo de oferecer produtos que vão de encontro a elas.
<b>Liderança e apoio de alta administração</b>	É papel da liderança estabelecer os propósitos e objetivos da organização. Com isso, é fundamental que a alta liderança crie e mantenha um ambiente cujo as pessoas possam estar totalmente envolvidas e engajadas para alcançar os objetivos estabelecidos pela organização.
<b>Envolvimento das pessoas</b>	O TQM enfatiza a importância de envolver todos os colaboradores no processo de melhoria contínua "orientada para o cliente". O qual só é alcançado se todos os envolvidos tiverem oportunidade e responsabilidade para inovar e tomar decisões.
<b>Abordagem de processos</b>	É mais eficiente alcançar um resultado desejável quando as atividades e os recursos relacionados são tratados como um processo. Posto que, um processo é um conjunto de atividades interligadas, realizadas numa sequência lógica, com um objetivo final.
<b>Melhoria contínua</b>	A melhoria contínua pode ser definida como o envolvimento de todos que compõem as equipes de trabalho em busca de resultados sempre melhores.
<b>Abordagem factual para tomada de decisão</b>	As decisões mais eficazes são as baseadas em análises de dados e informações reais.
<b>Relação com os fornecedores</b>	Toda organização e seus fornecedores são interdependentes, portanto, devem estabelecer um relacionamento de benefícios mútuos.

Quadro 1 – Elementos centrais do TQM.

Fonte: Adaptado de Toledo et al (2014).

## 2.2 Ferramentas da qualidade

Segundo Toledo et al. (2014), para a organização obter maior qualidade e produtividade na identificação das causas dos problemas, é fundamental que se utilizem ferramentas estatísticas e gráficas estruturadas. Existem diversas ferramentas utilizadas para uma infinidade de objetivos. Entretanto, os autores Toledo et al (2014) e Oakland (1994) chamam a atenção de sete ferramentas, conhecidas como “As sete ferramentas básicas da qualidade”, que são apresentadas no Quadro 2:

<b>Ferramentas</b>	<b>Objetivos que se propõe</b>
Folha de Verificação	Registro e agrupamento logicamente organizados de dados e informações a respeito de uma tarefa ou processo estudado.
Histograma	Representação gráfica do número de vezes que determinada característica ou fenômeno ocorre (distribuição de frequência) no processo estudado.
Diagrama de Dispersão	Estabelecimento da relação ou associação entre dois fenômenos, parâmetros, fatores ou variáveis de um processo estudado.
Estratificação	Agrupamento ou organização de dados de um processo em grupos significativos representativos de segmentos (ou estratos) da população de dados do processo.
Diagrama de Causa e Efeito	Identificação de fatores ou causas (variáveis de verificação) que geram ou sustentam uma degeneração da qualidade ou determinado problema (variável de controle) ou efeito de um processo ou produto.
Diagrama ou Análise de Pareto	Identificação das causas possíveis e mais significativas ou prioritárias de efeitos ou eventos ocorridos num processo.
Gráficos de controle	Sinalização do comportamento, temporal, de variáveis relacionadas à dinâmica de dado processo.

Quadro 2 - As sete ferramentas básicas da qualidade.

Fonte: Adaptado de Oakland, 1994, p. 217 e Toledo et al, 2014, p. 196.

Para esse trabalho, foi utilizada a ferramenta de Diagrama ou Análise de Pareto, e sugeriu-se a utilização das ferramentas Diagrama de Causa e Efeito e Ciclo PDCA para resolução dos problemas encontrados.

### 3 I MÉTODO DE PESQUISA

No presente trabalho, optou-se por utilizar o método de estudo de caso, frequentemente aplicado na engenharia de produção. Ele consiste na análise aprofundada de um ou mais casos, com o uso de múltiplos instrumentos de coleta de dados (MIGUEL, 2012). Nesta pesquisa, os pesquisadores optaram por realizar um caso explanatório, com abordagem quantitativa, no qual, através de uma análise das ocorrências e pesquisa em livros e artigos científicos, procura-se propor melhorias para os problemas detectados (YIN, 2005).

Para o presente artigo, foi utilizado um estudo de caso único. Esse método foi utilizado por considerar diversas fontes de evidências, como tentativa de esclarecer o motivo de decisões tomadas, como foram implantadas e quais os resultados obtidos (YIN, 2005). O estudo de caso foi conduzido levando em consideração as etapas propostas por Miguel (2012). A primeira etapa foi definir a estrutura teórica por meio de uma revisão bibliográfica sobre Qualidade, Gestão da Qualidade Total e processos calçadistas. Posteriormente, foi definida a organização alvo do estudo de caso e o roteiro de entrevista semiestruturado

aplicado na mesma.

A coleta de dados se deu mediante autorização da empresa, seguida por uma visita inicial para conhecer o processo produtivo, o espaço físico e a estrutura organizacional. Em seguida, foi realizada uma entrevista com o gerente da empresa, com duração de aproximadamente uma hora. Durante as visitas à empresa, observações foram realizadas e anotadas. Após apurados, os dados foram analisados e compilados, conforme apresentado na próxima seção.

## 4 | ESTUDO DE CASO

### 4.1 A empresa

O estudo de caso foi realizado em uma empresa calçadista de grande porte do município de Franca. A empresa foi fundada há cerca de 28 anos, e sua atividade produtiva está direcionada à confecção e comercialização de sapatos masculinos em couro. Atualmente, a empresa ocupa uma área de mais de 6.000 m<sup>2</sup>, responsável pela geração de, em média, 600 empregos, e uma capacidade de produção diária de 3.400 pares. A empresa trabalha com um *mix* de produtos diversificados, com 35 linhas de calçados, divididas em sapatos sociais, sapatênis e sapatilhas, que somam aproximadamente 290 modelos. Além disso, estima-se uma carteira de mais de 7.600 clientes ativos.

A empresa trabalha com o sistema de produção em linha, o qual produz em larga escala de produtos com padronização média, utilizando uma linha de montagem. Para atender as demandas de produção, a empresa trabalha com máquinas e equipamentos tecnologicamente avançados e específicos para tal atividade, além de colaboradores capacitados na área.

### 4.2 O processo produtivo da empresa

A Figura 1 apresenta o fluxograma do processo produtivo da empresa analisada.

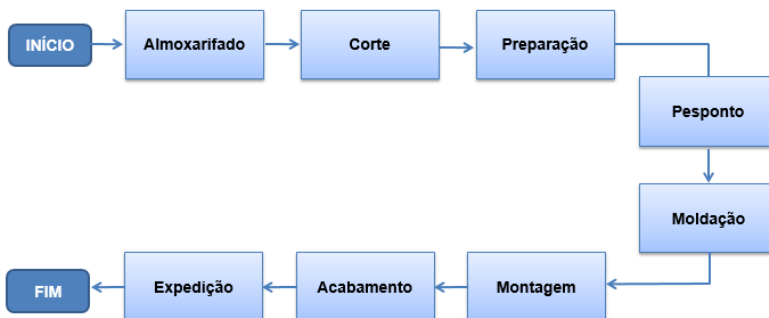


Figura 1 - Fluxograma dos processos.

Fonte: Elaboração própria, 2019.

A empresa faz a gestão da qualidade no decorrer das atividades do processo de produção, através de inspeção, revisando e conferindo as peças após serem operadas, além do produto final, antes de ser embalado.

A empresa trabalha com matéria prima de baixo custo e, com isso, as peles de couro, principal matéria prima do sapato, apresentam imperfeições que precisam ser analisadas.

Ao receber a principal matéria prima, é feita a classificação do couro em três tipos:

- a. Couro nobre, a melhor parte do couro;
- b. Couro intermediário, com qualidade média do couro;
- c. Couro inferior, parte de baixa qualidade do couro, o qual apresenta imperfeições na pele do couro.

Todas as peles recebidas passam por essa análise e classificação, e todas as partes do couro são aproveitadas. Nenhuma parte do material é perdida ou devolvida ao fornecedor.

O couro classificado como A é utilizado nas partes mais visíveis do sapato: a pála e a gáspea, que são as partes que compõem a frente do calçado. A classificação B fica para as partes um pouco menos visíveis, onde os pequenos defeitos podem ser disfarçados com o acabamento do sapato. Já o couro classificado como C fica para as partes mais escondidas do sapato, partes que não ficam à vista dos clientes.

### 4.3 Controle de qualidade na empresa

Na organização, existem diversos setores de revisão, conforme a Figura 2, no intuito de identificar os defeitos durante a produção, e assim minimizar os problemas de não conformidade.

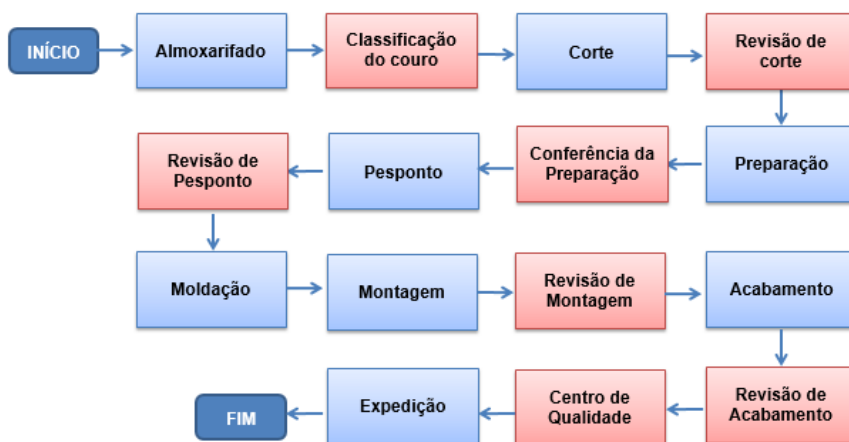


Figura 2 - Fluxograma do processo produtivo e as revisões do processo

Fonte: Elaboração própria, 2019.



Com o intuito de analisar os principais defeitos do processo produtivo, foi utilizado um levantamento de dados da empresa, no qual constam os resultados das inspeções realizadas entre os meses de janeiro a abril de 2018.

Com base nessas informações, foi feito um Diagrama de Pareto, com o objetivo de identificar quais os defeitos que mais impactam no resultado final da qualidade do produto.

#### 4.3.1 Revisão de corte

A revisão de corte é realizada após o corte do couro, e diversos problemas são encontrados nesse setor, conforme Tabela 1.

Motivos de Defeito	Jan	Fev	Mar	Abr	Total	%	% Acumulada
Faltou peça	979	93	26	45	1143	35%	35%
Defeito de material	314	190	310	160	974	30%	65%
Defeito na gaspea	58	78	162	64	362	11%	76%
Defeito na pala	65	84	137	44	330	10%	86%
Peça faltando pedaço	45	83	60	22	210	6%	93%
Peça com defeito	73	32	33	15	153	5%	97%
Corte errado	3	1	0	42	46	1%	99%
Estiramento	29	2	9	3	43	1%	100%
<b>Total</b>	<b>1566</b>	<b>563</b>	<b>737</b>	<b>395</b>	<b>3261</b>	<b>100%</b>	

Tabela 1 - Motivos dos defeitos na revisão de corte

Fonte: Elaboração própria, 2019.

Através dos dados coletados, é possível verificar que a falta de peças é o principal problema enfrentado pelo setor. Isso ocorre quando o cortador não corta todas as peças necessárias para a confecção do calçado, acarretando no retrabalho de corte das peças faltantes.

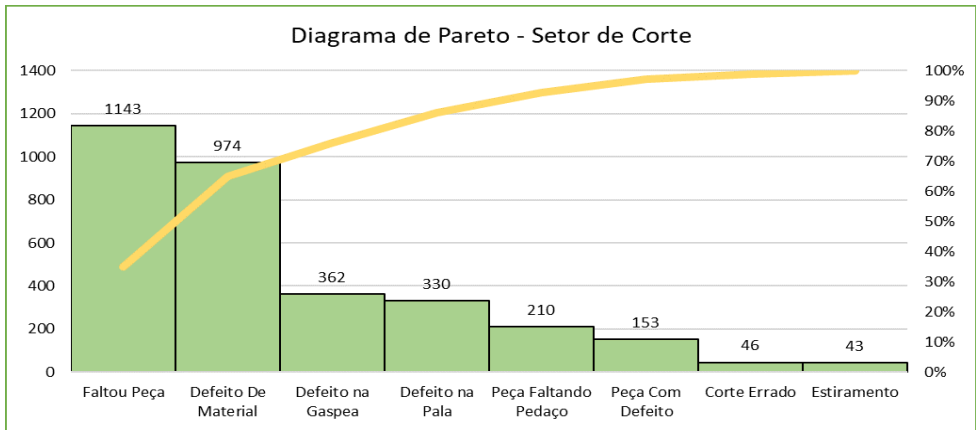


Figura 3 - Diagrama de Pareto - Setor de Corte

Fonte: Elaboração própria, 2019.

A Figura 3 mostra o diagrama de Pareto dos problemas encontrados no setor de corte. Nota-se que apenas dois defeitos representam uma totalidade de 65% de todos os problemas encontrados. Com base na análise e nas informações obtidas na entrevista, observa-se que quatro problemas levantados são muito semelhantes. Os problemas “defeito de material”, “defeito na gáspea”, “defeito na pala” e “peça com defeito” são relacionados a problemas no couro.

#### 4.3.2 Conferência da preparação

No setor de preparação, o maior problema encontrado, conforme a Figura 4, é a chanfração. Esse é um procedimento que visa lixar as bordas do couro para melhorar a adesão da cola. Nesse caso, o problema ocorre quando o operador lixa o couro além do desejável, diminuindo a resistência do calçado após colado.

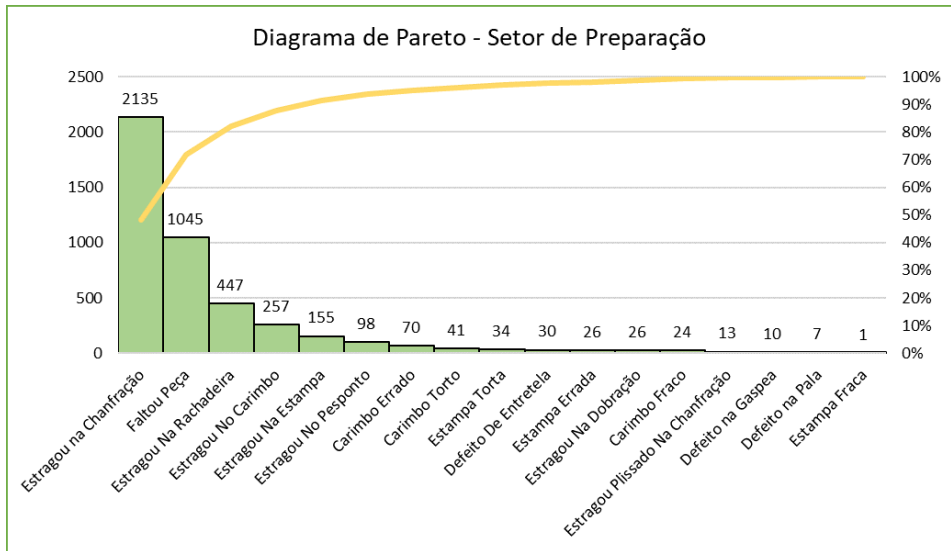


Figura 4 - Diagrama de Pareto - Setor de Preparação

Fonte: Elaboração própria, 2019.

O segundo maior problema desse setor é novamente a falta de peças, mesmo após a conferência do setor de corte. Um ponto observado é que algumas peças são descartadas no processo de chanfração. Assim, como a revisão ocorre após essa operação, o problema é mensurado como “faltou peça” e não como “estragou na chanfração”.

#### 4.3.3 Revisão de pesponto

O processo de pesponto é realizado por empresas terceiras. Portanto, há uma revisão quando o material pespontado é entregue para a fábrica para verificar a qualidade do serviço. Em caso de peças não conformes, essas são devolvidas para correção.

#### 4.3.4 Revisão de montagem

No setor de montagem, o problema mais identificado foi “montagem de bico”, conforme a Figura 5. Esse problema acontece quando, ao realizar o processo de montagem do sapato na máquina chamada Molina, o operador acaba montando o sapato torto.

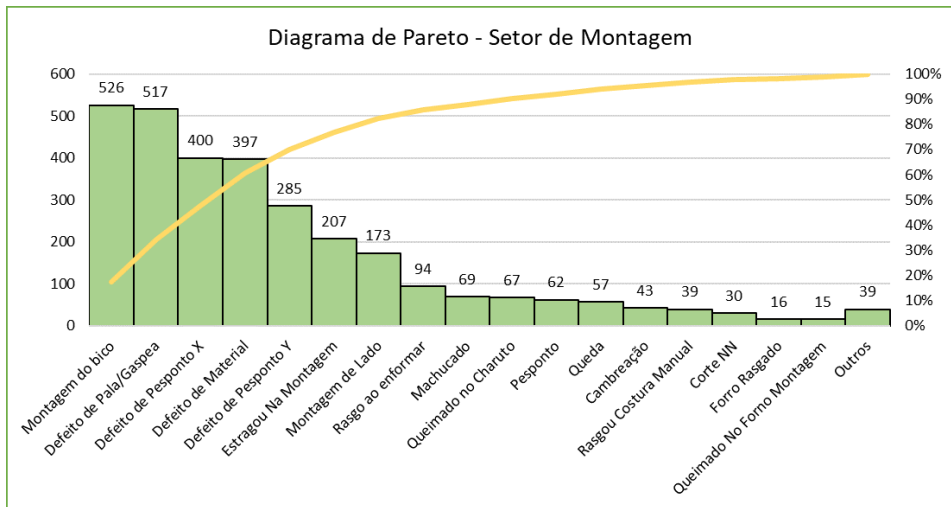


Figura 5 - Diagrama de Pareto - Setor de Montagem

Fonte: Elaboração própria, 2019.

Nesse setor, são apontados novamente dois defeitos muito semelhantes, segundo a entrevistada. O problema “Defeito de Pala/Gáspea” e o “Defeito de material” se referem a problemas no couro, os quais, mesmo após a conferência no setor de corte, são encontrados no setor de montagem.

#### 4.3.5 Revisão de acabamento

No setor de acabamento, os principais problemas encontrados são relacionados às próprias operações do setor, conforme Figura 6.

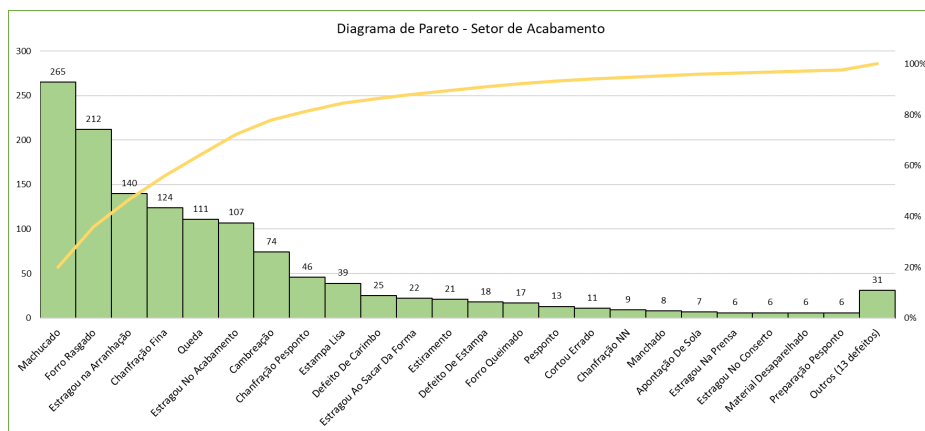


Figura 6 - Diagrama de Pareto - Setor de Acabamento

Fonte: Elaboração própria, 2019.

### 4.3.6 Centro de qualidade

Nesse setor, é realizada a conferência final da qualidade do sapato, e o principal problema encontrado é o “Defeito de Material”, conforme Figura 7.

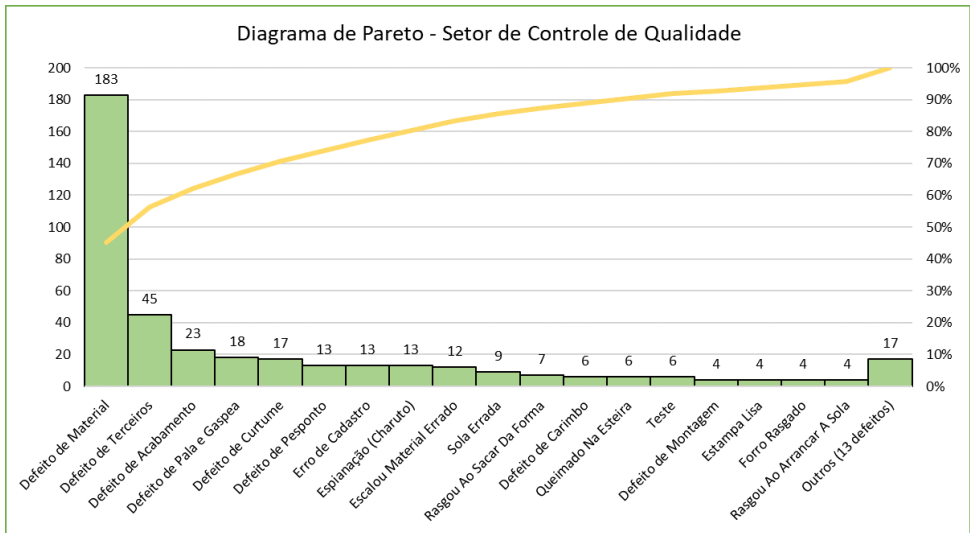


Figura 7 - Diagrama de Pareto - Setor de Controle de Qualidade

Fonte: Elaboração própria, 2019.

Mesmo após todas as conferências realizadas, podemos verificar que, ao final do processo produtivo, encontram-se produtos com problemas no couro. O segundo problema mais encontrado está relacionado a defeitos de pesponto.

Importante salientar que três dos cinco principais defeitos encontrados nesse setor estão relacionados à matéria prima: o couro.

### 4.3.7 Relação cliente e empresa

Embora haja constantes revisões do produto durante o processo produtivo, ainda são relatados problemas de não conformidade. Frente a isso, a empresa possui um setor responsável por analisar as solicitações de devolução, que são averiguadas junto à diretoria, para que sejam solucionadas as melhores alternativas.

Através das coletas de dados dos meses de janeiro a abril de 2018, fornecidas pela empresa estudada, é possível realizar uma análise das causas que mais impactam financeiramente a empresa, conforme mostrado na Figura 8.

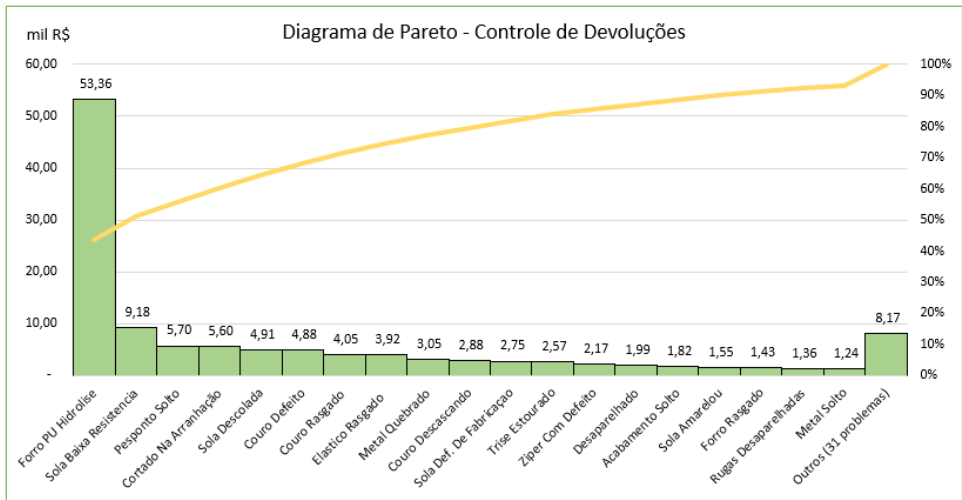


Figura 8 - Diagrama de Pareto - Controle de Devoluções

Fonte: Elaboração própria, 2019.

O maior problema encontrado através das devoluções dos produtos está relacionado ao “Forro PU Hidrolise”. Esse problema acontece devido à fragilidade do material, que pode rasgar e atrapalhar a usabilidade do calçado. Pode-se perceber que esse tipo de problema sozinho é responsável por 53,36 mil reais, o que corresponde a 44% de todo o valor gasto com devoluções.

#### 4.4 Recomendações quanto às proposições do TQM

Frente ao exposto, foram identificadas oportunidades de melhoria do sistema de qualidade. Com base nessas informações e no estudo sobre o TQM, foram desenvolvidas algumas recomendações para melhoria do sistema atual.

##### 4.4.1 Foco no cliente

Foi constatado no estudo que a empresa não conta com nenhum tipo de sistema de avaliação pós-venda. Todo contato após a venda do produto é realizado partindo pelo próprio cliente, através de uma reclamação pela qualidade do produto. Assim, fica como recomendação para a empresa a criação de sistema pós-venda, no intuito de buscar informações relevantes de seu público alvo.

##### 4.4.2 Liderança e apoio da alta administração

É fundamental que a alta liderança da empresa estimule e envolva todos os colaboradores através da divulgação de resultados e suporte para as necessidades



dos colaboradores. Ademais, destaca-se a importância da definição de uma política de qualidade que promova melhorias aos processos.

#### 4.4.3 *Envolvimento das pessoas*

Para o maior engajamento dos colaboradores, recomenda-se a adoção de treinamentos periódicos, atualizando-os sempre que necessário aos novos padrões e exigências do mercado.

A empresa poderia disseminar as informações da qualidade e começar a investigar as principais causas de defeitos em conjunto com os operadores, buscando entender as causas raízes através da técnica de *brainstorming*.

#### 4.4.4 *Abordagem de processo*

A empresa não possui padrão para identificar os defeitos de seus produtos, visto que são mensurados defeitos iguais/semelhantes com nomenclaturas diferentes. É importante que a empresa padronize as nomenclaturas dos defeitos.

Recomenda-se também que a empresa atualize o fluxograma de processo, de forma que todas as atividades do processo produtivo sejam contempladas em cada setor. Essa aplicação é importante para determinar as atividades de cada setor e, posteriormente, identificar qual dessas atividades pode estar sendo a geradora do defeito estudado na fase de melhoria contínua.

#### 4.4.5 *Melhoria contínua*

Recomenda-se que a empresa aplique a ferramenta *PDCA* para identificar quais são as causas dos principais problemas identificados. Como sugestão, a empresa poderia utilizar na fase *Plan* do *PDCA* a ferramenta Diagrama de Pareto, a fim de identificar os principais defeitos de cada setor e, posteriormente, o Diagrama de Causa e Efeito (*Ishikawa*), através de um *brainstorming*, para identificar as causas dos principais defeitos, e definir quais as possíveis soluções para mitigar o problema estudado. Na fase da execução do *PDCA*, a empresa poderia aplicar as possíveis soluções encontradas e controlá-las por um período pré-definido. Por fim, após o período estipulado, inicia-se fase do agir do *PDCA*, na qual a empresa deve analisar se foram eficazes as medidas tomadas, e iniciar o ciclo novamente, estudando novas soluções caso o problema não tenha sido mitigado, ou atuando para resolver outro tipo de defeito.

#### 4.4.6 *Abordagem factual para a tomada de decisões*

A indústria deve realizar reuniões periódicas sobre qualidade e apresentar relatórios no intuito de disseminar os problemas encontrados e os resultados alcançados.

#### 4.4.7 *Relacionamento com fornecedores*

A empresa deve iniciar um controle de defeitos, semelhante aos realizados em todos os outros setores, no qual possa identificar os principais defeitos encontrados nos produtos de seus fornecedores. Essa informação será importante para exigir que seus parceiros adotem medidas de qualidade.

## 5 | CONCLUSÃO

Com a realização da pesquisa, pode-se compreender que, embora a empresa analisada utilize algumas abordagens de qualidade em seu processo, existe uma grande possibilidade de melhorias, posto que as análises apontam que a adoção de algumas ferramentas não é suficiente para diminuir ou até mesmo mitigar os problemas encontrados em seu processo produtivo.

Ademais, por meio da pesquisa, foram identificados os principais desvios encontrados nos setores, além da detecção da falta de padrão na identificação dos defeitos de seus produtos e a falta de engajamento e comprometimento dos colaboradores na busca da qualidade dos produtos. É importante ressaltar que as alterações sugeridas não necessitam de altos investimentos; entretanto, algumas podem ser difíceis de serem implementadas, visto que é necessário alterar a cultura organizacional da empresa. Apesar dessa dificuldade, é fundamental que a liderança seja persistente em busca da melhoria contínua, pois essas melhorias podem trazer diversos benefícios a curto e longo prazo, e em tempos de crise, pode ser o diferencial que levará a empresa a continuar atuando no mercado.

Dessa forma, conclui-se que o objetivo desse trabalho foi alcançado, de modo que foram identificadas e analisadas as práticas adotadas pela empresa, e por meio dessas análises, foram propostas melhorias baseadas no TQM.

Por fim, pode-se destacar algumas limitações sobre esse estudo, tal como o fato de ser um estudo de caso único, focado em apenas uma cidade, o que limita a análise dos resultados. Desse modo, sugerem-se, como pesquisas futuras, estudos de múltiplos casos, considerando mais empresas do mesmo segmento, além de analisar empresas localizadas em outras regiões.

## REFERÊNCIAS

AQUILANI, B.; SILVESTRI, C.; RUGGIERI, A.; GATTI, C. A systematic literature review on total quality management critical success factors and the identification of new avenues of research. **The TQM Journal**, v. 29, n. 1, p. 184 – 213, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CALÇADOS. Relatório Anual, 2015. Disponível em: <<http://www.abicalcados.com.br>>. Acesso em: 10 fev.2019.

MIGUEL, P. A. C. (Org). **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier - ABEPRO, 2012.

OAKLAND, J. S. **Gerenciamento da Qualidade Total (TQM)**. São Paulo: Nobel, 1994

PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade**: Teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

PALADINI, E. P. **Qualidade Total na Prática**: Implantação e avaliação de sistemas de qualidade total. São Paulo: Atlas, 1994.

TOLEDO, J. C. et al. **Qualidade Gestão e Métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamentos e Métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

# CAPÍTULO 2

## APLICAÇÃO DA FILOSOFIA DE GESTÃO LEAN SEIS SIGMA NA OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA CALÇADISTA

Data de aceite: 22/04/2021

Data de submissão: 21/02/2021

### Phelippe Moura da Silva

Universidade de Santo Amaro – UNISA  
Itabuna – Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/5783229403444247>

### Ezequiel Ribeiro Paiva

Universidade de Santo Amaro – UNISA  
Itabuna – Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/6697606869078178>

**RESUMO:** Este artigo visa apresentar de forma prática o método de Gestão Lean Seis Sigma, com a estruturação das ferramentas utilizadas em cada etapa da solução de problemas em uma indústria calçadista. Com objetivo de proporcionar maior estabilidade ao processo, bem como identificar as causas raiz, nos principais pontos de decurso, desde a escolha do couro, tinturaria, passando pela costura, e acabamento, encontrando uma solução eficaz e factual dos problemas. Por meio disto a Gestão Lean Seis Sigma, uma junção dos métodos, *Lean Manufacturing*, que tem como objetivo a redução de desperdícios, e o Seis Sigma, com objetivo central, a redução a zero dos problemas encontrados na empresa, é ponto fundamental para essa nova frente de trabalho. O estudo apresenta um enfoque na estruturação do DMAIC (*define, measure, analyse, improve e action*), e demonstra de forma clara como a metodologia influência não apenas em problemas pontuais,

mas toda dinâmica da organização, modificando o pensamento e estratégias.

**PALAVRAS-CHAVE:** Melhoria contínua, Lean Manufacturing, Seis Sigma, DMAIC.

### APPLICATION OF LEAN SIX SIGMA MANAGEMENT PHILOSOPHY IN PROCESS OPTIMIZATION: CASE STUDY IN A FOOTWEAR COMPANY

**ABSTRACT:** This article aims to present a practical demonstration the Lean Six Sigma management method, with the structuring of the tools used at each stage of problem solving in a footwear factory. The objective is to provide greater stability to the process, as well as to identify the root causes in the main points of course, from the choice of leather, dyeing, through sewing, and finishing, finding an effective and factual solution to the problems. In view of the great competition in the footwear market, not only in Brazil, but with foreign products, it is of fundamental importance to have an improvement in the production chain, tending to better methods of cost reduction. Based on these assertives, Lean Six Sigma Management is a combination of Lean Manufacturing methods, which aims to reduce waste, and Six Sigma, with the central objective of reducing to zero the problems encountered in the company, a fundamental point for this new work front. The study presents a focus on the structuring of DMAIC (*define, measure, analyze, improve and act*), and clearly ratifies how the methodology influences not only specific problems, but all the dynamics of the organization, modifying the culture and strategies.

**KEYWORDS:** Continuous Improvement, Lean Manufacturing, Six Sigma, DMAIC.

## 1 | INTRODUÇÃO

As perspectivas da melhoria ao longo dos anos passaram de criação de métodos pontuais, para uma dimensão estratégica, concebendo uma nova visão sobre o processo, o produto, mas também o mercado, onde está inserida. Carvalho e Paladini (2012) integram a expressão “perspectiva estratégica da qualidade” como algo mais amplo, tirando a forma isolada do tema, inserindo em modelo onde consideram como aspecto de sobrevivência da organização. Neste ponto torna-se relevante a inserção do Lean Manufacturing e o do Método Seis Sigma, que neste artigo, irá ordenar de modo prático, como os dois modelos podem ser trabalhados juntos, trazendo um estudo de melhoria nos resultados de redução de refugos em uma empresa do setor calçadista.

O termo Lean Manufacturing ou Produção Enxuta, surgiu em observações feitas na Toyota nos anos 1950, por James P. Womack e Daniel T. Jones, que deu origem a um livro, intitulado “A máquina que Mudou o Mundo”, obra que expõe os conceitos ali vistos, chamando a atenção de várias outras empresas. Segundo Werkema (2012) o objetivo central do Lean é a redução dos desperdícios, tendo em vista aquilo gera valor para o cliente, imprimindo velocidade para a produção. Para que esse objetivo seja alcançado Feld (2001) expõe o Lean como um processo de melhoria holística, onde cinco elementos primários, sendo eles, Fluxo de Fabricação, Organização, Controle de Processos, Métricas e Logística, devem trabalhar em uníssono, para galgar os resultados desejados.

Por sua vez, o Seis Sigma, popularizado pela Motorola, é definida por Michel Harry, como uma estratégia que não deve estar encapsulada na área de qualidade, devendo espalhar seus tentáculos por toda a organização, da manufatura e engenharia à área de serviço. (CARVALHO, 2006). Para Werkema (2012) a matéria, é uma estratégia gerencial disciplinada e altamente quantitativa, que tem como objetivo aumentar expressivamente a performance e a lucratividade das empresas, por meio da melhoria da qualidade de produtos e processos e do aumento da satisfação de clientes e consumidores.

O Seis Sigma trabalha com objetividade, e metas estratégicas a serem alcançadas, desta forma criasse um projeto estruturado, visando a melhoria do objeto estudado, e também dos processos que o circundam. Este escopo de melhoria é regido por especialistas, e com base no método DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*) pormenorizam as ferramentas a serem utilizadas em cada etapa.

## 2 | INTEGRAÇÃO DA GESTÃO LEAN SEIS SIGMA

Com a busca por métodos mais eficazes que amenizassem as perdas, gerando aumento da eficiência organizacional, e uma maior competitividade no mercado, não

demorou para que houvesse uma confluência das metodologias Lean Manufacturing e Seis Sigma, tendo funções e origens diversas, mas com um único objetivo, a qualidade dos produtos e processos.

A Gestão Lean Seis Sigma, tem um apelo maior nos métodos do Seis Sigma, com os passos do DMAIC, haja vista a solução e busca por resultados, e, por conseguinte a eliminação das anomalias mais rápido, e em cada passo, conforme a necessidade, inserir as ferramentas ou práticas da cultura Lean, que tem como foco em melhoramento continuado. Alçar um nível 6 Sigma, sem uma mudança de atitudes das pessoas, o desenvolvimento será algo pontual, e não haverá mudanças de arquétipos culturais internos.

“A integração entre Lean Manufacturing e Seis Sigma é natural: a empresa pode, - e deve - usufruir os pontos fortes de ambas as estratégias. Por exemplo, o Lean Manufacturing, não conta com um método estruturado e profundo de solução de problemas e com ferramentas estatísticas para lidar com a variabilidade, aspecto que pode ser complementado pelo Seis Sigma. Já o Seis Sigma não enfatiza a melhoria da velocidade dos processos e a redução de lead time, aspectos que constituem o núcleo do Lean Manufacturing. ”  
WERKEMA (2012, pg 20)

## 2.1 Incorporação do método DMAIC para solução de problemas na filosofia Lean Seis Sigma

Ferramenta fundamental no processo de integração de melhoria, o DMAIC, neste estudo de caso, será modelo principal para as análises, e solução de problemas, sendo descrito quais operações e técnicas podem ser utilizados para compor cada etapa de maneira efetiva.

O primeiro ponto do processo de melhoria, o D (*define*) possui características de entendimento e busca do que seja o problema, visando parametrizar as metas e métricas a serem alcançadas e realizadas, com um estudo da situação atual. De acordo com Carvalho e Paladini (2012) este é momento de determinar os requisitos do cliente, com o desenho dos processos críticos, procurando identificar aqueles que obtêm relação com o CTQ (Características Críticas para Qualidade), como as reclamações, problemas funcionais, custos de mão-de-obra, erros e principalmente baixa qualidade. O objetivo central do “definir”, é trabalhar bastante com os defeitos, ou com resultados dos processos, a performance atual, para que fique bem claro, qual é o ponto de partida para fazer a melhoria, ou desenvolvimento do projeto.

Algumas ferramentas de apoio podem ser usadas, com objetivo de elucidar ainda mais as questões iniciais:

- SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers): A ferramenta utilizada na definição de fronteiras dos processos, respondendo a seguintes perguntas: Quem são os fornecedores dos insumos dos processos (suppliers)? Quais os materiais, recursos ou dados necessários para execução do processo (Inputs)? Descrição do processo, de forma detalhada (Process)? Quais os produtos ou

serviços que saem após a transformação dos materiais (Outputs)? Quem são os clientes (Customers)?

- PDCA (Plan, Do, Check, Action): Silva e Sartori (2014) definem o ciclo como ações pré-estabelecidas, com uma ordem: P (planejar), caracterizada pela identificação dos problemas, com uma observação analítica; D (do verbo inglês do, fazer), tirar o plano do papel, e agrupar os envolvidos; C (checar), momento em que as ações são avaliadas; por fim A (agir), é a padronização dos processos que foram executados, bem como a mostra dos resultados.

A etapa M (measure), tem como objetivo a determinação ou foco do problema, quando são trabalhadas as medições dos mesmos. Este é o momento da utilização dos cálculos de nível sigma atual da empresa, em conjunto com o mapeamento dos processos, e a utilização do VSM. As ferramentas de apoio, estão ligadas, estatísticas descritivas e fluxos de processos, como:

- Mapeamento de Fluxo de Valor (Value Stream Mapping - VSM): Segundo Werkema (2012) a apresentação visual da sequência e movimento de informações, materiais e ações, com isso visa projetar de forma mais eficaz para o futuro, onde os processos podem ser enxugados e melhorados.
- Diagrama de Pareto: disposição gráfica que visa definir quais são as causas principais das anomalias. Para Silva e Sartore (2014) a grande desvantagem da ferramenta, é deixar de lado, os problemas com menor número, e os mesmos acabam aumentando, por não sofrerem foco nas resoluções.
- Teoria da Restrições (Theory of Constraints - TOC): Se baseia no princípio de que a otimização de todas as etapas do processo produtivo, não necessariamente, gera melhorias no sistema como todo.

A identificação das principais causas, é ponto fundamental para condução das melhorias, pois neste momento são verificados uma análise mais aprofundada dos valores coletados, e as causas pontuadas na etapa do Medir, pois deve haver uma certeza, dos números e processos identificados, sejam o foco dos problemas.

No estágio A (*analyse*), adequado à utilização de método estatísticos, para comprovação das causas. Neste momento, para melhor viabilidade do trabalho, alguns estudiosos do DMAIC, divide em duas caminhos, a Análise de Causa e Comprovação das Causas, com ferramentas apropriadas para cada uma, criando uma melhor organização. No primeiro ponto podem ser utilizados:

- Diagrama de Causa e Efeito: Com objetivo de identificar a raiz do problema, sendo dividida em sub-causas, método, máquina, materiais, mão-de-obra, dinheiro.
- 5W2H: Para Silva e Sartori (2014) permite uma rápida identificação dos defeitos, bem como as soluções necessárias. Sigla que traduzida, é, “o que”, “como”,

“por quê”, “onde”, “quando” e “quem”.

Contudo é na Comprovação das Causas, onde são utilizadas as ferramentas de maior importância na fase do Analisar, com as análises de variância, simulações.

- CEP (Controle Estatístico de Processos): Para avaliar o comportamento de processos de fabricação, com o objetivo de torná-los previsíveis, quanto às quantidades de produtos que atenderão às especificações requeridas.
- Ferramentas mais técnicas, visam estudo mais longos, com a MSA (Análise dos Sistemas de Medição), R&R (Repetitividade e Reprodutibilidade), ANOVA, com a utilização do software Minitab, o DoE (Design Of Experiments) e Testes de Hipóteses Paramétricos e Não Paramétricos.

A fase I (improve), pode também ser assemelhada ao D (do PDCA), quando o foco é fazer aquilo que anteriormente foi planejado. Carvalho e Paladini (2012), veem neste ponto, a possibilidade de agregar mais os conceitos Lean, e colocando em prática, junto a todos os envolvidos, com a execução das modificações estudadas sendo materializadas.

- DoE (Design Of Experiments): É o planejamento dos experimentos e análise dos resultados. Por meio dos experimentos planejados, é feita uma verificação de quais variáveis, que possuem maior influência nos desempenhos dos processos na performance dos produtos.
- FMEA (Failure Mode and Effect Analysis): o objetivo central da metodologia é identificar as potenciais falhas de um processo, ou produto, criando mecanismos para eliminar ou reduzir as chances virem a ocorrer.
- Mapeamento de Fluxo de Valor (Value Stream Mapping - VSM): nesta etapa, pode ser usada para desenhar o estado futuro, ou seja, como o processo poderia ser para fossem reduzidas as movimentações e lead time do processo, com uma entrega mais rápida do produto.

Etapa do C (control), pode ser definida como fase da padronização, e definição de equipes de melhoria. Com as metas e resoluções já estabelecidas, fica então as propostas de como manter as melhorias apresentadas e que deram resultados, trazendo os níveis de problema a zero, sendo este o objetivo central da Gestão Lean Seis Sigma, mas como dar seguimento, inculcando as ferramentas nas vivências do cotidiano. Carvalho e Paladini (2012), deixam claro que esta é a fase, de elaborar documentações, e fazer os monitoramentos necessários, para que as novas condições dos processos não se percam.

- 5S: Desenvolvido no Japão, são 5 atividades cíclicas (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke). Tem como objetivo, instalar uma filosofia baseada, na limpeza, autodisciplina, segurança, com visibilidade, para melhoria geradas por cada ponto, onde Ribeiro (1994), denomina como um processo educacional.



### 3 | METODOLOGIA

A abordagem sucedeu-se de forma quali-quantitativa, pois houve a necessidade o autor estar presente, colhendo informações, e inserindo os conceitos do tema, para verificação dos valores quantitativos, com significado pertinente ao trabalho. Etapa de elaboração, que dá encaminhamento ao estudo de caso, com aplicações das teorias, e métodos em uma ocorrência real, expondo as deficiências de uma empresa, mas buscando melhorias que pudessem revitalizar os resultados encontrados.

### 4 | DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO

O estudo foi realizado em uma empresa de calçados de médio porte, com pouco mais de 10 anos de fundação, e uma ótima aceitação do mercado. Tem a visão de expandir mais o negócio, por entender que mesmo diante da concorrência, tanto de empresas maiores, quanto de produtos importados, existe mercado suficiente para produtos de qualidade. A empresa desempenha atividades relacionadas a qualidade, com inspeções, e utilização de ferramentas como PDCA, para solução de problemas. Contudo nunca foi realizado o modelo *Lean* ou o Seis Sigma.

Dando início ao programa, tendo em vista que não haveria possibilidade de olhar para a empresa como um todo, e todos os tipos de anomalias existentes, o foco se deu na verificação e análise, dos altos índices de refugo, sendo este participante em média 12,7% de não-conformidades, ensejando um alto nível de perdas monetárias.

A primeira etapa do processo foi a definição de uma da análise atual do negócio, com extração de dados, e informações que gerassem possíveis métricas e metas para melhor visualização dos objetivos a serem alcançados, a redução dos refugos. Desta forma houve um planejamento, com um cronograma de trabalho, com base nas etapas do DMAIC. Foram definidas as ferramentas que poderiam ser utilizadas, que fossem pertinentes às necessidades e também as possibilidades de serem executadas na fábrica.

Diante disto, foram identificadas algumas falhas recorrentes, possibilitando uma melhor visualização do problema, conforme figura 1. Todas as anomalias foram encontradas no produto final, foi então, que houve um uma investigação de quais setores estariam produzindo os produtos defeituosos, por meio das peculiaridades dos problemas, como, manchas no tecido, advindos do setor de Tinturaria, único setor que trabalha com a lavagem e coloração das peças, corte irregular, identificado na Costura.

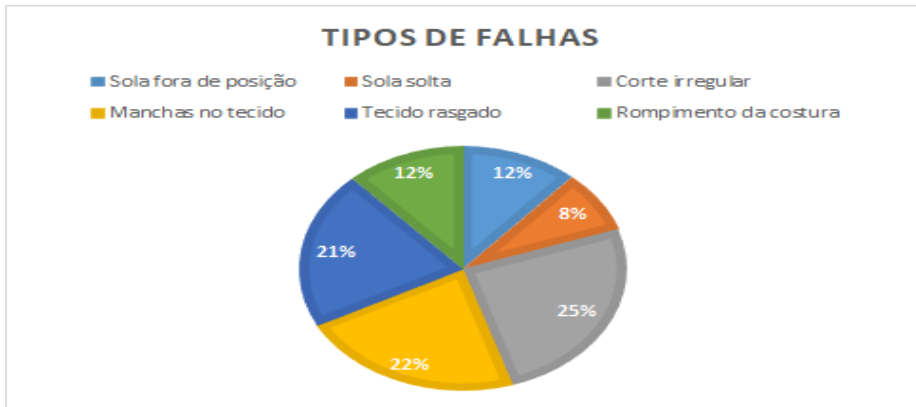


Figura 1: Tabela de falhas encontradas

Fonte: Do Autor

A definição dos indicadores, foi levantada por meio da utilização do VOC, quem tem por objetivo identificar o que o cliente deseja. Neste ponto de utilização, foram projetados os interesses dos clientes internos, por entender que cada setor antecessor é fornecedor, e desta forma, tem a obrigação de ofertar produtos com qualidade.

As necessidades essenciais, investigadas, estão ligadas a redução das não-conformidades encontradas nos setores, com isso, há uma métrica, para definir os indicadores de melhorias destes itens, indicados na tabela 1.

A perspectiva de cliente interno, pode ser mensurada com a tabela 2, haja vista sua análise, fornecedor, e pontos crítico da qualidade (CTQ), por meio do SIPOC. Nesta ferramenta, foram diagnosticados, quais os produtos ou processos realizados em cada setor, quais as criticidades encontradas para cada ponto do processo estudado. Definindo os pontos críticos e seus resultados é possível identificar, as anomalias, e setores gerados das mesmas, ajustando caminho para resolução dos problemas.

MAPA SIPOC			Ecellar		Metodologia do		Projeto: Reduzir o índice de reflujo em uma fábrica de calçados	
FORNECEDOR (S)	ENTRADAS (I)	CRÍTICO PARA QUALIDADE (CTQ)	PROCESSO (P)	CRÍTICO PARA QUALIDADE (CTQ)	SAÍDAS / RESULTADOS (O)	CLIENTE (C)		
Modelagem	Ficha de produção com informações das peças	Ficha com gabarito errado Cor errada do couro	OPERAÇÃO 01: Corte do couro	Corte errado Navalhas não amoladas Divisão errada do couro		Setor de Chanfrado		
							Setor de Palmilha	
							Setor de Salto	
Setor de chanfrado	Pedaços de couro cortado	Chanfrar mais Chanfrar menos	OPERAÇÃO 02: Virar peças e passar reforço com nylon	O nylon não passar dentro da tira Peças não viradas Reforço mal colocado	Peças viradas e reforçadas	Montagem de tiras (cabedal)		
Montagem de tiras (cabedal)	Pedaços de couro reforçado	Peças mal forradas Forro errado	OPERAÇÃO 03: Costura	Costura torta Quebra de agulhas danificando a peça	Peças costuradas	Reflagem		
Setor de preparação	Fitas de couro com fivelas							

Tabela 1: Mapa SIPOC

Fonte: Do Autor

De acordo aos problemas intitulados no VOC, as informações desmembraram-se em na ferramenta QFD, onde no estudo, identificou correlação maior entre efeito, pares com rompimento de costura, causando corte errado, costura do nylon errada, costura torta. Outro problema, com causa identificáveis, foram os pares rasgados, que decorreria em reforço mal colocado, costura torta.

Matriz QFD - Causa e Efeito													
Efeito (Y)	Causa (X)	Causas dos Problemas (X) / Entradas do Processo											
		Importância para o Cliente (1 - 10)	SOLADO ERRADO	CORTE ERRADO	DIFERENTE ERRADO	REFORÇO MAL COLOCADO	COSTURA TORTA	PEÇAS MAL FORRADAS	COSTURADO NYLON ERRADA	PEÇAS COM TORÇO ERRADO	FICHA DE PRODUÇÃO ERRADA	COURO COM MANCHAS DE TINTURARIA	SEPARAÇÃO ERRADA DAS PEÇAS COSTURADAS
<b>Vozes dos Clientes (Y) / Saídas do Processo / Efeitos</b>													
Pares cortes errados / Total de pares produzido com falhas		6	9	9	9						9	9	
Pares com rompimento de costura / Total de pares produzido com falhas		10	3	9	3	9	9	3	9	3	3	3	
Pares com tecido rasgado / Total de pares produzido com falhas		10	3	3		9	9	3	9	3	3	3	
Pares com manchas / Total de pares produzido com falhas		9								3	9		
Somatória			114	174	84	180	180	60	180	60	141	81	114

Tabela 2: Matriz QFD

Fonte: Do Autor

Por meio de ferramentas de DoE, e Correlação, foram identificados, os percentuais de cada causa, encontrando, 20,8%, no reforço mal colocado, e 25,4%, como maior anomalia, o corte errado do couro, desencadeando outros defeitos. Houve investigação, nas máquinas de corte, com objetivo de encontrar em qual delas estava ocorrendo a maior frequência do erro. Utilizando-se do *software* Minitab, voltado a fins estatísticos, foi feito o teste ANOVA (Análise de variância), que detectou a máquina 01, com maior incidência de problemas, desde a operação, a problemas mecânicos.

Dentro das possíveis ações, foram definidas o rodízio de operadores de máquinas de corte, com objetivo, de concretizar se erros vindouros são das máquinas ou má operação, uma montagem de um cronograma de das trocas das navalhas de corte, treinamento dos colaboradores do pesponto (reforço), análise dos fios no recebimento dos materiais dos fornecedores, e a colocação de uma ficha de medição do solado nas bancadas, para verificação dos tamanhos.

A gráfico, feito no Minitab, (figura 3), demonstra o antes com instabilidade no processo, quanto aos produtos foras das especificações, e o depois, com uma melhor estabilização das variações, mas com uma melhoria perceptível nos limites superiores e inferiores, saindo de 66 e 57, para 12,7 e 9, respectivamente. Reduções na média, quanto na amplitude dos valores encontrados de ocorrências.

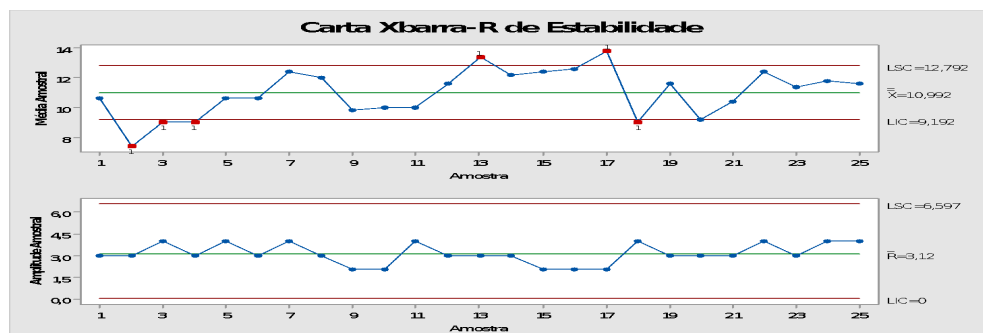


Figura 3: Carta X/R de Estabilidade – Antes e Depois das ações

Fonte: Do Autor

Os gráficos abaixo, demonstram também os antes e depois das ações e melhorias implementadas, com de um desvio padrão de 3,042, para 1,97, e com um média de defeitos 61,6 (de falha), para 10,9 (de falha), permitindo uma maior estabilidade dos processos de produção de calçados.

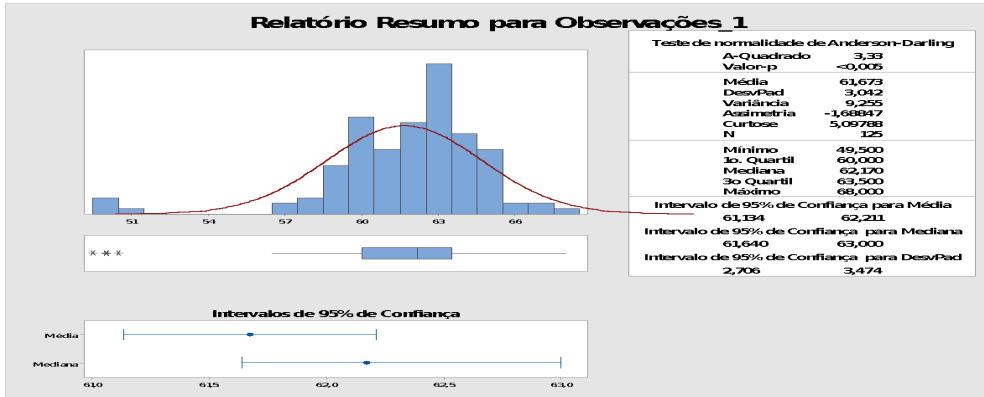


Figura 4: Gráfico resumo para estabilidade (Antes)

Fonte: Do Autor



Figura 5: Gráfico resumo para estabilidade (Depois)

Fonte: Do Autor

Conforme entendimento desta etapa de melhoria, foi criado um novo fluxograma do sistema de produção, viabilizando maiores pontos inspeções, e redução de linhas de processo, para eliminar as anomalias. Sendo utilizado ainda o FMEA, para certificar que as principais falhas podem gerar perdas de grande severidade no sistema produtivo.

O requisito principal da tabela é a Redução dos refugos calçadistas, e as principais falhas potenciais, como falta de inspeção, máquina com problemas de corte, podem gerar variações nas solas, e corte no couro. Mediante estas condições, foram expostas as principais causas, bem como quais os controles devem ser empregues.

Etapa do Processo / Função	Modo de Falha Potencial	Efeito (s) Potenciais de Falhas	Severidade	Classificação	Causa (s) Potenciais de Falhas	Controles de Processos Atuais (Prevenção)	Ocorrência	Controles de Processos Atuais (Detecção)	Detecção	NPR																			
											Requisitos																		
Redução de refugo dos calçados fabricados	Falta inspeções dos produtos no processo  Utilização de máquina com problemas no corte  Peça mal costurada	Variação na sola  Corte irregular  Tecido rasgado /Rompimento na costura	9		Não há gabarito de tamanho para medição do solado  Máquinas sem inspeção de funcionalidade, com lâminas desgastadas  Costureiras mal treinadas, quebra de agulhas, e fio de nylon sem inspeção no fornecedor	Fabricar gabarito para todos os tamanhos e modelos  Inspecção das máquinas  Treinamento de colaboradores e inspeção do fornecedor	7	Verificação de qualidade em todos os pontos descritos e análise de máquina e seu	3	189																			
					<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ação Recomendada</th> <th rowspan="2">Responsabilidade e Data de Conclusão Pretendida</th> <th colspan="5">Resultados de Ações</th> </tr> <tr> <th>Ações Adotadas e Data Efetiva</th> <th>Severidade</th> <th>Ocorrência</th> <th>Detecção</th> <th>NPR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Elaborar planos de controle, análise de máquina, e treinamento operacional</td> <td></td> <td>Conforme Planejado</td> <td>7</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>35</td> </tr> </tbody> </table>						Ação Recomendada	Responsabilidade e Data de Conclusão Pretendida	Resultados de Ações					Ações Adotadas e Data Efetiva	Severidade	Ocorrência	Detecção	NPR	Elaborar planos de controle, análise de máquina, e treinamento operacional		Conforme Planejado	7	5	1	35
Ação Recomendada	Responsabilidade e Data de Conclusão Pretendida	Resultados de Ações																											
		Ações Adotadas e Data Efetiva	Severidade	Ocorrência	Detecção	NPR																							
Elaborar planos de controle, análise de máquina, e treinamento operacional		Conforme Planejado	7	5	1	35																							

Tabela 4: Verificação dos pontos de falhas - FMEA

Fonte: Do Autor

Na análise da fase final, verificou-se que houve ganhos substanciais nos processos, com melhoria na redução dos refugos. As ações produziram um aumento do nível sigma, que antes era de 3,5, e após implementações de aperfeiçoamento, foi para 4,2. O número ainda não é o ideal, mas já dá a entender que a estratégia de adoção da Gestão Lean Seis Sigma gera resultados, que serão continuamente aperfeiçoados.

## 5 | RESULTADOS E DISCURSÕES

Como citado anteriormente a Gestão Lean Seis Sigma não é apenas uma ferramenta com data de início, e data final, mas um sistema vivo, capaz de alterar as possibilidades estratégicas de uma organização, trazendo um pensamento de qualidade, criando um objetivo comum a todos.

Para aplicação das técnicas Lean Seis Sigma, houve um grande e intermitente estudo dos processos, desde a modelagem, à saída dos produtos, e durante esta verificação, foram constatados níveis substanciais de peças com variados problemas, desde o corte errado, a manchas no couro, com outros problemas esporádicos, de menor proporção, mas com efeitos ruins, caso chegasse ao cliente.

Aplicando o método do DMAIC, durante algumas semanas, constatou-se que alguns problemas advinham, de máquinas mal reguladas, e operações mal desenvolvidas por colaboradores sem treinamento suficiente. Isso gerou insatisfação, por estar, de

alguma forma entrando em seu setor, e apontando problemas, criando um desafio. Apesar desta, adversidade inicial, o projeto ganhou maiores proporções, por não apenas apontar problemas, mas buscar soluções, mediante estudo formulados. As soluções apresentaram resultados tangíveis, tanto nos novos moldes dos processos, quanto nos números de falhas, vide a figura 7.

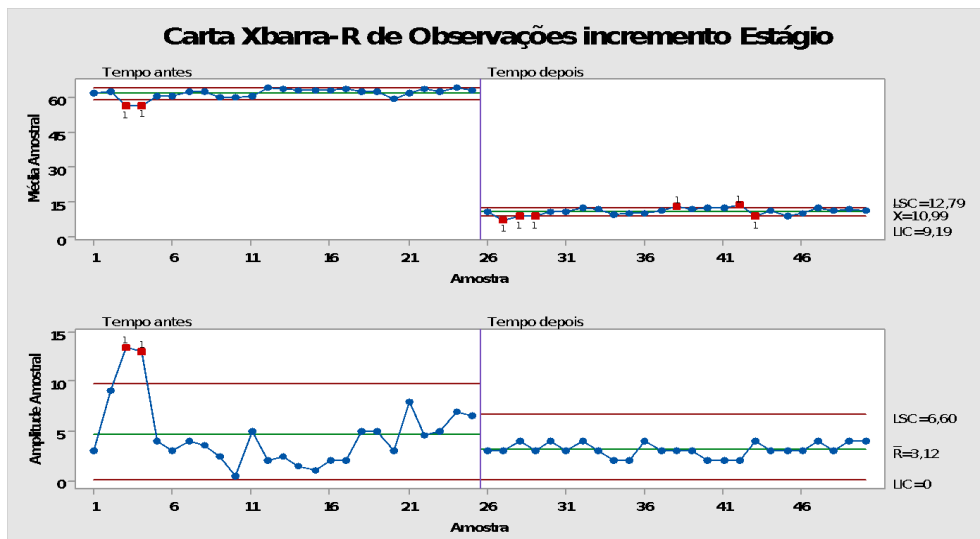


Figura 7: Carta X/R (Média e Amplitude)

Fonte: Do Autor

As possibilidades de implantação e melhorias em toda a fábrica eram vastas, contudo pelo tempo, e por haver número reduzido de pessoas, o campo de amostragem foi bastante reduzido, tendo enfoque em apenas um índice dentro de uma população de KPI's em cada setor. Mesmo com foco em apenas uma possibilidade, hoje grandes mudanças, e melhorias em quase toda a cadeia de produção, principalmente onde as ações foram mais contundentes, com criação de novos procedimentos, minimizando, processos, e maximizando a produção.

## 6 | CONCLUSÃO

A confecção deste trabalho se dá num momento de grande reflexão sobre as possibilidades de melhorias com um ambiente externo mais competitivo, e com poucas perspectivas de melhorias a curto prazo no país, intensificando o pensamento que as empresas devem procurar alternativas, que visem uma maior redução dos custos, e melhoria na qualidade, promovendo teorias e práticas com esse objetivo.

As possibilidades são muitas, e o caminho é longo, mas com resultados duradouros. Não haverá uma mudança rápida, pois deve haver um planejamento a longo prazo, tendo em vista que, com junção de dois métodos de melhoria, a Gestão Lean Seis Sigma, predispõe uma continuidade das atividades desenvolvidas nos processos de produção, não apenas em um procedimento, mas em toda a cadeia de produção. Esta capacidade de agregar toda a empresa, revitaliza o pensamento de que todos os processos são importantes, e as pessoas que fazem parte, são as provedoras dessa mudança de paradigmas.

Os ganhos da utilização da metodologia de Gestão Lean Seis Sigma são contundentes, quando observados os resultados atingidos no objeto de estudo, com a aplicação do conceito DMAIC, e moldando a forma de trabalho, para que os processos que causavam anomalias pudessem ser dirimidos ou extintos, tanto quanto a formalização de uma cultura de qualidade implantada na empresa, tendo em vista que este não é um programa, com início, meio e fim, mas uma filosofia que rege a organização.

## REFERÊNCIAS

ABNT. **ABNT NBR ISO 9001:2015 - Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos**. Brasília: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015.

CARVALHO, Marly M; PALADINI, Edson P. **Gestão da qualidade: teoria e casos**. Elsever, 2º Ed, Rio de Janeiro, 2012. 430 p.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: controle de qualidade total (no estilo japonês)**. 8ª ed. Belo Horizonte, Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999. 224 p.

CANTANHEDE, Marco A. D. **Lean thinking em desenvolvimento de software: estudo e aplicação de ferramentas para avaliação do lean em software**. 2014. 161 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2014. Disponível em: <[http://taurus.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/267703/1/Cantanhede\\_MarcoAndreDias\\_M.pdf](http://taurus.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/267703/1/Cantanhede_MarcoAndreDias_M.pdf)>

FELD, William M. **Lean Manufacturing: tools, techniques, and how to use them**. The St. Lucie Press/APICS Series on Resource Management. 2001. 228 p.

GOLDRALT, Eliyahu; COX, Jeft. **A meta: um processo de melhoria contínua**. 2ª Ed. Nobel, 2003. 366 p.

LÉLIS, Tadeu M.; FERNANDES, Jean J. **Relatório Setorial Indústria de Calçados Brasil 2016**. Porto Alegre. ABICALÇADOS. 2016.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997. 151 p.

MARCONI, Maria; LAKATOS, Eva. **Fundamentos de metodologia científica**. 6a. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2005. 295 p.



MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick; FLEURY, Afonso; PEREIRA MELLO, Carlos Henrique. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2a. ed. São Paulo: Campus, Elsevier, 2012. 260 p.

RIBEIRO, Haroldo. **5S: um roteiro para uma implantação bem-sucedida**. Casa da Qualidade Editora, Salvador, 1994. 115 p

SELEME, Robson; STADLER, Humberto. **Controle da qualidade: as ferramentas essenciais**. 2ª Ed. Curitiba, Editora Ibpex, 2010. 181 p,

SILVA, Phelippe M. da; SARTONI, Marcia M. A utilização prática do PDCA e das ferramentas da qualidade como provedoras intrínsecas à melhoria contínua nos processos produtivos em uma indústria têxtil. In: **Revista Organização Sistemica**. v. 6,n.3,p.39-55,2014. Disponível em: <<http://www.grupouninter.com.br/revistaorganizacaoosistemica/index.php/organizacaoSistemica/article/view/305/156>>

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 2º Ed.São Paulo, Editora Atlas, 2008. 747 p.

VENANZI, DÉLVIO; SILVA, ORLANDO R. DA; **Introdução à Engenharia de Produção: conceitos e casos**. 1a Edição, Rio de Janeiro, LTC, 2016.

WERKEMA, Cristina. **Lean Seis Sigma: Introdução às ferramentas Lean Manufacturing**. 2º Edição Rio de Janeiro, ed Campus, 2012. 109 p.

## ANÁLISE DA RELAÇÃO PRODUÇÃO VERSUS MANUTENÇÃO E SEUS IMPACTOS EM UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS: O CASO PSIU

*Data de aceite: 22/04/2021*

*Data de submissão: 07/03/2021*

### **Marco André Matos Cutrim**

Universidade Ceuma  
São Luís – MA

<http://lattes.cnpq.br/5495619964194091>

### **Jadna Karine Santos Monteiro**

Universidade Ceuma  
São Luís – MA

<http://lattes.cnpq.br/6111485921281276>

### **Antonilton Serra Sousa Junior**

Universidade Ceuma  
São Luís – MA

<http://lattes.cnpq.br/0997929377091657>

### **Andielle Martins Oliveira**

Universidade Ceuma  
São Luís – MA

<http://lattes.cnpq.br/2369850476527426>

### **Pedro Lucas Valente Santos Sousa de Oliveira**

Universidade Ceuma  
São Luís – MA

<http://lattes.cnpq.br/4202898160240770>

**RESUMO:** As inovações tecnológicas e o mercado competitivo levaram as organizações a buscarem melhorias em seus processos em busca do aumento da produtividade. Diante dessa perspectiva, a manutenção torna-se uma atividade essencial para prolongar a vida útil dos equipamentos, mas deve ser executada

no período certo, evitando aumento dos custos e ineficiência do processo. Nesse sentido este artigo teve por objetivo demonstrar a importância do bom relacionamento entre produção e manutenção para o cumprimento dos planos de manutenção pré-estabelecidos em uma indústria de bebidas de São Luís. Foi realizada ainda, uma pesquisa que destaca os recursos humanos como estratégia essencial para a produção. A partir desse estudo foi possível concluir que para que a manutenção preventiva para funcionar de forma eficaz na organização é necessária que haja união perfeita, amigável e interativa entre os departamentos de manutenção e produção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Manutenção, Produtividade, Relacionamento.

### ANALYSIS OF THE PRODUCTION VERSUS MAINTENANCE RELATIONSHIP AND ITS IMPACTS ON A BEVERAGE INDUSTRY: THE PSIU CASE

**ABSTRACT:** Technological innovations and the competitive market led organizations to seek improvements in their processes in search of increased productivity. From this perspective, maintenance becomes an essential activity to prolong the useful life of the equipment, but must be executed in the right period, avoiding increased costs and inefficiency of the process. In this sense, this article aimed to demonstrate the importance of a good relationship between production and maintenance for the fulfillment of pre-established maintenance plans in a beverage industry in São Luís. A research was also carried out highlighting human resources as an essential

strategy for production. From this study it was possible to conclude that for the preventive maintenance to function effectively in the organization it is necessary that there is a perfect, friendly and interactive union between the departments of maintenance and production.

**KEYWORDS:** Maintenance, Productivity, Relationship.

## 1 | INTRODUÇÃO

O objetivo de toda empresa está relacionado com lucros, entretanto, não se consegue rentabilização com máquinas que não executam as atividades de forma esperada. As exigências impostas pelos consumidores fez com que os empresários deixassem de perceber a manutenção apenas como um custo adicional, e sim como uma estratégia indispensável para que a produção não seja afetada por falhas inesperadas.

A vista disso, a manutenção é essencial para prolongar a vida útil dos equipamentos, a maximização da disponibilidade e a melhora no desempenho produtivo. Entretanto, quando a manutenção é mal gerenciada pela organização poderá ocasionar em elevados custos para a empresa e soluções precárias para os problemas encontrados. É fundamental que as empresas possam executar os planos de manutenção nos períodos conforme o plano, garantindo a redução dos custos para empresa.

O gerenciamento dos recursos humanos é outra estratégia em longo prazo adotada pelas organizações, podem ter um impacto profundo sobre a eficácia das funções operacionais. Em virtude disso, a atenção para o ser humano tornou-se fundamental, destacando a força de trabalho como chave do sucesso empresarial. O presente trabalho busca investigar a relação entre os setores de produção e manutenção em uma indústria do ramo de bebidas no estado do Maranhão, onde se analisaram os principais efeitos negativos para a empresa.

## 2 | REFERENCIAL TEORICO

### 2.1 Manutenção industrial

Para Almeida (2014, p. 16), manutenção pode ser entendida como um conjunto de cuidados e procedimentos técnicos necessários para o bom funcionamento e reparo de máquinas, equipamentos, peças e ferramentas. A fim de inibir a ocorrência de falhas, aumentar a produtividade e reduzir os custos.

Seguindo a afirmativa de Xenos (1998, p. 22), existem vários métodos de manutenção: corretiva, preventiva, preditiva, autônoma e manutenção produtiva. Apesar de alguns termos já serem comumente utilizados por várias pessoas nas empresas, ainda é perceptível que, em muitos casos, falta um completo entendimento do seu real significado de cada método. Porém, são enfatizados os métodos de manutenção corretiva e preventiva ao longo desde estudo.

A manutenção corretiva é sempre realizada depois que uma falha ocorreu. Para Almeida (2014, p. 17), pode ser entendida como um conjunto de procedimentos, a fim de atender imediatamente a produção ou equipamento que parou. A Manutenção preventiva deve ser realizada periodicamente e deve ser a atividade principal de manutenção de qualquer organização. (XENOS, 1998, p. 24). É uma manutenção planejada e controlada, realizada em datas pré-determinadas, de modo a manter os equipamentos em boas condições de funcionamento, evitando paradas imprevistas. (ALMEIDA, 2014, p. 18).

## 2.2 Arranjo físico

O arranjo físico de uma operação diz respeito ao posicionamento físico dos seus recursos transformadores e como as várias tarefas da operação são alocadas a esses recursos transformadores. Essas duas decisões, quando juntas, irão ditar o padrão do fluxo dos recursos transformados à medida que eles progridem ao longo do processo. A decisão de um bom arranjo físico é importante, caso o arranjo estiver errado, podem levar a padrões de fluxo muito longos ou confusos, filas de clientes, longos tempos de processos, operações inflexíveis e altos custos. (SLACK et al, 2015, p. 182).

Para Seleme e Seleme (2013, p. 26), as organizações, em função de suas características de produção, necessariamente não podem manter um único arranjo físico, uma vez que, para aperfeiçoar seus recursos de produção, e aumentar a produtividade, elas devem aproveitar o potencial de organizar seus equipamentos da forma mais adequada. Slack (2015, p. 183), afirma que existem quatro tipos físicos mais praticados pelas empresas: arranjo de posição fixa, arranjo físico funcional, arranjo físico celular e arranjo físico de produto.

Na empresa de estudo, a mesma utiliza o arranjo físico em linha (por produto) para fabricação dos seus produtos. Seleme e Seleme (2013, p. 27), neste tipo de layout, as máquinas, equipamentos ou estações de trabalho devem ser colocadas de acordo com as operações de elaboração do produto.

## 2.3 Custos de manutenção

Segundo Pandoveze (2006, p. 4), os custos podem ser entendidos como a mensuração econômica dos recursos (produtos, serviços e direitos) adquiridos para a obtenção e a venda dos produtos ou serviços da empresa. Nessa concepção, Dutra (2017, p. 19), revela que os custos podem ser classificados: quanto à natureza, à função, à contabilização, à apuração, à formação e quanto à ocorrência.

Dutra (2017, p. 54), enfatiza que os custos podem ser usados em três níveis na empresa: estratégico, tático e operacional. O autor afirma que em nível estratégico poderá auxiliar a identificar a posição no mercado e análise dos concorrentes. Auxilia o controle e desempenho de áreas em nível tático. No nível operacional fornece informações que permitem o controle e redução de perdas.

Quando nos referimos a custos é comum associarmos as manutenções realizadas nas organizações. Conforme retratado por Xenos (1998, p. 19), a manutenção é vista como algo dispendioso para as empresas. Porém, afirmação vem sido reformulada nos últimos anos. Destacado por Almeida (2014, p. 15 – 21), as atividades de manutenção são vistas como estratégia fundamental para a garantia de qualidade nos produtos e serviços prestados pelas empresas. Deste modo os gerentes industriais perceberam a importância de se investir nesta atividade para garantir a sobrevivência do negócio.

Desta forma, Seleme e Seleme (2013, p. 113, apud Abraman, 2013), revelam a média dos valores atribuídos ao tipo de manutenção feita pelas organizações presentes na pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Manutenção entre 2001 e 2013, onde indica uma predominância da manutenção preventiva em relação às demais. A figura 1 ilustra estes dados.

Ano	Manutenção			
	Corretiva	Preventiva	Preditiva	Outros
2001	28,05	35,67	18,87	17,41
2003	29,98	35,49	17,76	16,77
2005	32,11	39,03	16,48	12,38
2007	25,61	38,78	17,09	18,51
2009	26,69	40,41	17,81	15,09
2011	27,40	37,12	18,51	16,92
<b>2013</b>	<b>30,86</b>	<b>36,55</b>	<b>18,82</b>	<b>13,77</b>

Figura 1 – Aplicação de recursos de pessoal por tipo de manutenção (%)

Fonte: Adaptado de Seleme e Seleme (2013, p. 113, apud Abraman, 2013)

Percebe-se que o maior dispêndio de recursos se concentra na manutenção preventiva. Isto se retrata pelo fato de que as organizações preferem a realização de gastos programados, característica essencial da manutenção preventiva. A manutenção corretiva é que traz maiores custos para as empresa, interrompendo a produção incorporando a ela os custos da parada de produção. A manutenção preditiva necessita muitas vezes de altos investimentos iniciais em equipamentos, tecnologia e pessoal qualificado. (SELEME; SELEME, 2013, p. 113).

### 3 | METODOLOGIA

Este estudo foi realizado na indústria de bebidas PSIU, localizada na cidade de

São Luís, Estado do Maranhão. Esta empresa se utiliza de manutenções corretivas e preventivas. A manutenção corretiva acontece imediatamente quando ocorre algum tipo de falha na linha, seja falha mecânica ou elétrica. A manutenção preventiva é executada de acordo com o plano de manutenção. As ordens de serviços (OS) são emitidas 15 dias antes de cada manutenção, onde fica especificado o que será necessário ser realizado, desde a lubrificação até substituição de peças para aprovação da área responsável.

Com o intuito de atingir o objetivo esperado, esta pesquisa foi definida duas etapas para obtenção de dados e informações sobre a empresa. A primeira etapa constitui-se em visitas realizadas ao longo dos meses de setembro e outubro. A segunda etapa se deu por entrevistas com os responsáveis pelas áreas de manutenção, produção e segurança do trabalho.

## **4 | ESTUDO DE CASO**

O estudo de caso foi realizado na indústria de bebidas PSIU localizada na BR 135, km 14, São Luís MA. A empresa atua em cinco segmentos do setor de bebidas não alcoólicas: refrigerantes, água mineral, bebidas mistas, energéticos e refrescos. Oferecendo produtos nas versões regulares e zero açúcar nos mais variados volumes: 250 ml, 330 ml, 450 ml, 500 ml, 1L, 1,5L e 2L.

A PSIU atua no mercado maranhense há 17 anos, presente em 188 municípios, com centros de distribuição (CD's) nas regiões de Chapadinha, Imperatriz e Santa Inês. Presente em todas as redes supermercadistas do Estado, possui uma base de 34.514 pontos de vendas. Atualmente ocupa o segundo Market Share do Maranhão. Suas projeções futuras estão na ampliação do negócio, viabilizando entrada no mercado do Piauí entre 2016 e 2018, Tocantins e Pará entre 2018 a 2020. E inserção de linhas de latas e água mineral em galões de 20L.

### **4.1 Descrição do processo produtivo**

Na área industrial da PSIU temos três linhas em funcionamento, os processos produtivos destas linhas são de extrema importância, sem elas não haveria um produto final. As três linhas possuem fluxo linear e são dispostas sobre o layout em “U”, conforme demonstrado em anexo. As linhas são ditadas de seis máquinas durante o processo: sopradora, enchedora, codificadora, rotuladora, empacotadora e paletizadora. Ficam ilustradas na figura 2 como as máquinas são dispostas em cada linha.

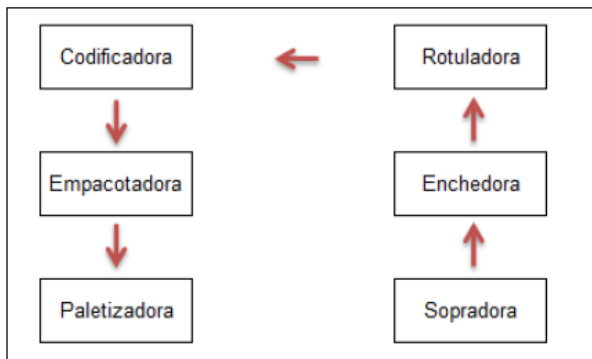


Figura 2 – Sequência de máquinas linha 2

Fonte: Os autores (2019)

Exemplifica-se o caso da linha 2 é exclusiva para produção de água natural mineral, todo processo é realizado nestas seis etapas: primeiro os moldes são inseridos em um recipiente que através de uma esteira é direcionado para a sopradora. Após o sopro as garrafas, estas são direcionadas pelo transporte aéreo para o enchimento, logo após, as garrafas seguem para a etapa de inserção dos rótulos. Uma vez os rótulos colocados, as garrafas são codificadas e então direcionadas para o empacotamento. Na última etapa os fardos ou caixas prontos através da paletizadora automática são agrupados e encaminhados para o estoque.

## 4.2 Diagnóstico da execução dos planos de manutenção

Todas as organizações que produzem bens e serviços necessitam realizar manutenções periódicas nas máquinas e equipamentos ligados aos processos produtivos. Desse modo, é fundamental que haja uma interação e uma harmonia entre os setores de manutenção e produção para o cumprimento de prazos para execução de manutenções preventivas, garantindo o aumento da vida útil dos equipamentos, a disponibilidade de máquinas e a redução dos custos.

Entretanto, certificou-se que na PSIU é comum o atraso na execução dos planos de manutenção em decorrência da relação desconfortável entre os departamentos de manutenção e produção. Em destaque, temos o caso da linha 2, que através dos dados obtidos comprovou-se que as manutenções sempre ocorrem após o prazo estabelecido. No gráfico 1 é possível compreender quais são os principais motivos que afetam o atraso dos planos de manutenção.

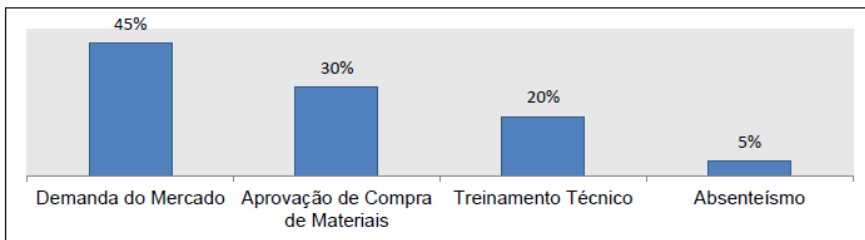


Gráfico 1 – Fatores que influenciam no atraso das manutenções

Fonte: Os autores (2019)

Conforme exposto no gráfico, o principal motivo se dá pela alta demanda do mercado em períodos festivos (carnaval, verão e festas natalinas). Nestes períodos as manutenções são adiadas por mais de 90 dias. Outro fator, que impede a realização das manutenções é a aprovação de compra de materiais pela área responsável. Em restrições ao fornecimento de dados não foi especificado o motivo do atraso nas aprovações de compra. Em virtude disso, os planos de manutenção podem ultrapassar o prazo estabelecido. Por esse motivo, há desgaste precoce das peças dos equipamentos, ocasionando em paradas inesperadas durante o processo, resultando em baixa eficiência e baixa produtividade.

No levantamento bibliográfico realizado, autores afirmam que a manutenção preventiva uma vez não realizada dentro do cronograma estimula o aumento dos custos para a empresa. Isto se dá pela necessidade de troca antecipada de peças e componentes promovidos pelo desgaste acelerado. A partir desta afirmação, a tabela 1 exemplifica dois casos em que a organização gasta com a troca de peças conforme o plano de manutenção e qual o custo quando realiza as manutenções preventivas fora do prazo. Cabe ressaltar que os dados monetários são empíricos.

1º Caso: Man. Rotuladora (D.P)				2º Caso: Man. Rotuladora (F.P)			
Item	Quant.	Valor Unitário	Total	Item	Quant.	Valor Unitário	Total
Kit Sapatas	11	R\$ 3.184,00	<b>R\$ 35.024,00</b>	Kit Sapatas	11	R\$ 3.184,00	R\$ 35.024,00
				Mangueiras	1	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00
				Conexões	1	R\$ 2.500,00	R\$ 2.500,00
							<b>R\$ 39.524,00</b>

Tabela 1 – Manutenção D.P e F.P e custos associados

Fonte: Os autores (2019)



Percebe-se no exemplo acima, onde temos a troca de um componente da rotuladora dentro do prazo (D.P) e fora do prazo (F.D), o aumento de R\$ 4.500,00 nos gastos devido ao atraso na execução da manutenção preventiva. A troca do KIT Sapatas fora do prazo promoveu a necessidade de substituição das mangueiras e conexões da rotuladora, além do mais, a rotuladora poderá ter perdas de rótulos durante a secção (cortes) dos rótulos, ou seja, aumentando o consumo de filme da produção.

A baixa eficiência das máquinas na operação se dá pelas inúmeras falhas pela falta de manutenção do maquinário. Os dados obtidos do mês de setembro é possível identificar através do gráfico 2 o percentual de falhas elétricas e mecânicas por cada máquina da linha 2. Exemplifica-se o caso da enchedora, onde apresentou 1% de falha elétrica, mas 20% de falhas mecânicas.

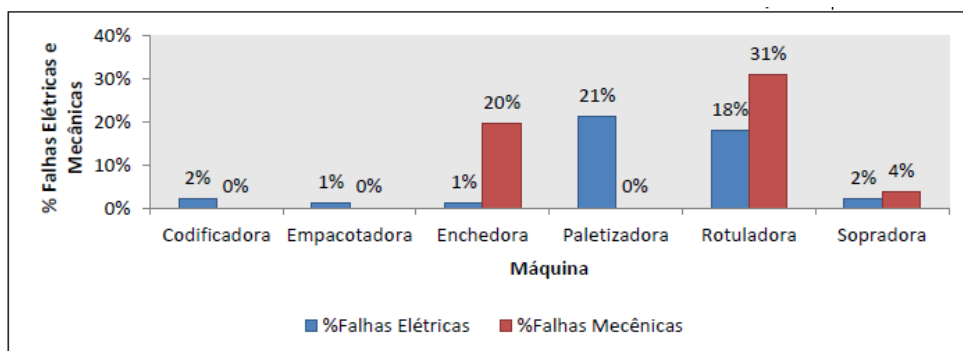


Gráfico 2 – %Falhas elétricas e mecânicas x máquinas

Fonte: Os autores (2019)

Um dos indicadores essencial para a manutenção é a disponibilidade das máquinas. Por meio desta afirmação, extraíram-se dados referente à linha 2, sendo notório que o índice geral de disponibilidade foi insatisfatório. Esta linha apresentou apenas 75% de disponibilidade, ao qual a rotuladora foi à máquina que apresentou menor tempo disponível, promovido por um tempo de 170 minutos de paradas inesperadas. A figura 3 ilustra detalhadamente através do caminho crítico a disponibilidade de toda a operação através do tempo médio entre falhas e o tempo médio para reparo das falhas.

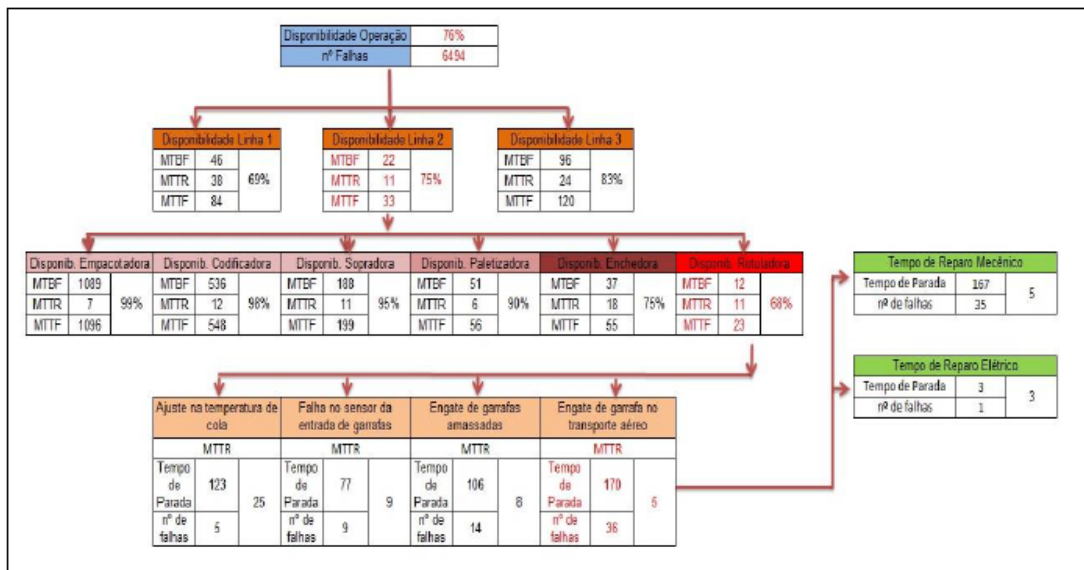


Figura 3 – Caminho crítico – disponibilidade dos equipamentos

Fonte: Os autores (2019)

O tempo ocioso de uma máquina está diretamente associado à produtividade de uma empresa. Nesse contexto, através de inúmeras falhas ocorridas, elétricas ou mecânicas, provocadas pela não execução das manutenções dentro do prazo previsto, a empresa poderá estar deixando de produzir garrafas de água. Conforme demonstrado no gráfico anterior, a rotuladora é a máquina que apresenta menor disponibilidade, em virtude disto, elaborou-se um gráfico (3), que permite observar a quantidade de caixas de água de 500 ml não produzidas pelas falhas desta máquina. Exemplifica-se no gráfico que a falha na temperatura de cola, após 5 falhas descritas com um total de 123 minutos, foi possível deixar de produzir de mais de 2000 caixas ou fardos.

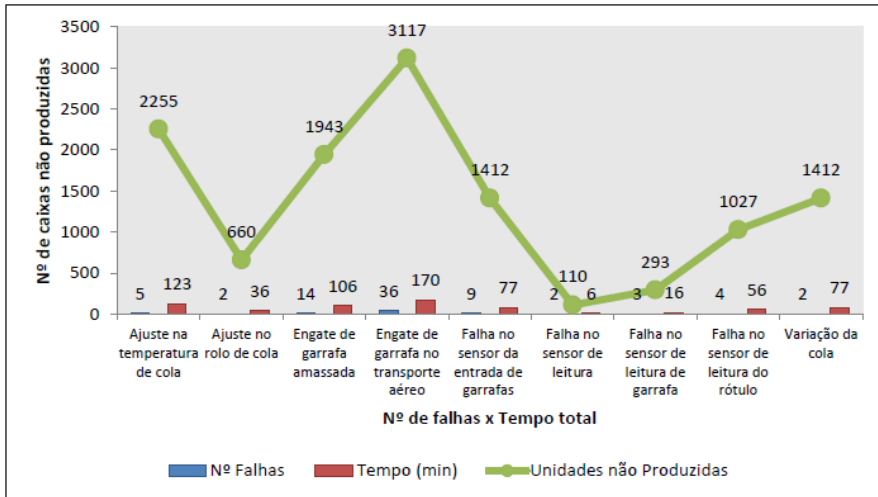


Gráfico 3 – Nº de falhas x Tempo ocioso x unidades não produzidas

Fonte: Os autores (2019)

Evidencia-se que após 77 falhas constatadas na rotuladora, o tempo não produtivo foi de 667 minutos, ou seja, mais de 12 mil caixas de 500 ml não produzidas. Se em média cada garrafa sair no mercado ao valor de R\$ 0,98, a empresa teve uma perda de lucratividade acima de R\$ 11,5 mil.

### 4.3 Aspectos do trabalho

Referente ao processo da produção, cada tarefa possui seu respectivo responsável, continuamente o mesmo tipo de tarefa, assim, há colaboradores destinados a inserir os moldes na sopradora, a manusear a enchedora, rotuladora, codificadora, empacotadora e paletizadora. O sequenciamento de tarefas é estabelecido de maneira a minimizar erros no processo, como a quantidade de matéria prima (água), desajuste na velocidade da esteira, do transporte aéreo e a temperatura da cola da rotuladora.

As instalações são adequadamente posicionadas tendo uma interação dos operadores com os painéis de controle das máquinas. No ambiente de trabalho, as condições são estabelecidas pelo controle ergonômico anual, realizado pela empresa. As habilidades e competências necessárias pelos funcionários são desenvolvidas para suas respectivas tarefas, através de treinamentos.

Além do envolvidos no processo de produção, outras áreas, como RH, Marketing, Administrativo, Financeiras e Logísticas, auxiliam os setores de manutenção e produção a desenvolver as atividades necessárias durante o ciclo produtivo. Para mais, podem ser destacadas as principais características encontradas das abordagens do projeto do trabalho na empresa de estudo conforme demonstrado na tabela 2.

Abordagem	Traços na Empresa	Características na Empresa
Divisão do Trabalho	Sim	O processo é dividido por tarefas, onde cada pessoa desempenha sua tarefa específica na linha de produção.
Administração Científica	Sim	Os trabalhadores são selecionados e recebem treinamento conforme suas competências para desenvolver suas tarefas na linha de produção.
Ergonomia	Sim	A empresa faz estudos anuais sobre condições ambientais de trabalho para análise ergonômica do trabalho.
Abordagem Comportamental	Sim	A empresa possibilita aos colaboradores um sentimento de responsabilidade por uma parte significativa do negócio, buscando a motivação para o alcance de um bom desempenho na produção.
Empowerment	Sim	Os colaboradores contribuem com sugestões de melhorias na operação e alguns casos, exercem certa autonomia durante o trabalho.
Trabalho em Equipe	Sim	A empresa busca a interação dos grupos ou equipes a fim de propiciar a troca de conhecimento e agilidade no cumprimento das metas estabelecidas
Trabalho Flexível	Não	Ainda não se possuem traços desta abordagem na empresa, pois os trabalhadores não conseguem flexibilizar suas tarefas ao longo da jornada de trabalho.

Tabela 2 – Características das abordagens do projeto do trabalho na empresa

Fonte: Os autores (2019)

É possível identificar na tabela que a empresa sofre influências de várias abordagens do projeto do trabalho. Porém, a relação entre as equipes de manutenção e produção é alvo deste estudo. A maior parte das atividades realizadas em conjuntos por estes setores sofrem dificuldades de relacionar suas habilidades justapostas. Em vista disso os conflitos são frequentes, os dois têm objetivos distintos, apesar de serem complementares. Enquanto um departamento tem foco na produtividade, a manutenção visa à disponibilidade dos equipamentos para a linha de produção.

## 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Proposta de melhoria na relação produção - manutenção

Para que as máquinas e equipamentos possam funcionar da forma esperada e que sua disponibilidade aumente, torna-se necessário a execução da manutenção preventiva conforme o cronograma da empresa. As paradas são programadas, com a finalidade de lubrificar, ajustar ou substituir as peças, assegurando o bom estado dos equipamentos, sem necessidade de reduzir o processo produtivo ou então pará-lo. É possível o aumento da vida útil dos equipamentos, a diminuição das interrupções no processo, criação de uma mentalidade preventiva na empresa, melhoria na qualidade dos produtos pelas boas condições dos equipamentos, e redução dos custos, mesmo em curto prazo.

Uma boa união entre manutenção e produção poderá trazer bons resultados para a organização. Em virtude disto, torna-se necessário construir uma relação de parceria, a fim de estabelecer conformidade entre os interesses, para isso os autores propõem ações que possam minimizar os conflitos entres estas áreas. Desta forma, isto poderá inibir os atrasos nos planos de manutenção e garantir a melhor eficiência do processo produtivo. A tabela 3 demonstra as ações propostas.

Ação	Descrição
Relacionamento interpessoal entre os gestores	A solução inicia-se com a gestão entre os departamentos de manutenção e produção, onde os gestores devem buscar o entendimento, pois seus objetivos são comuns, o aumento da produtividade e lucratividade.
Diálogo para solução de problemas entre as partes	O diálogo é fundamental na busca de soluções dos problemas dos problemas detectados.
Melhorias nos métodos e processos	É fundamental a participação de todos os envolvidos destas áreas para propor melhorias nas condições de trabalho.
Atualização das ferramentas de gestão	As inovações tecnológicas e o mercado competitivo se tornam fundamental a modernização nas ferramentas de gestão em busca de melhores resultados.
Treinamentos e Capacitação	A realização de treinamentos técnicos e capacitações para o pessoal de manutenção e produção promovido pelo fabricante das máquinas poderão trazer ótimos resultados para a empresa

Tabela 3 – Sugestões para minimizar conflitos entre manutenção e produção

Fonte: Os autores (2019)

Além de garantir a melhor eficácia do processo produtivo, as manutenções preventivas realizadas dentro do prazo pré-determinado poderão promover a redução significativa dos custos para a empresa. Dessa forma, expõem-se no gráfico 4 que a empresa poderá ter uma redução de 13% nos gastos associados a manutenção dos seus equipamentos.

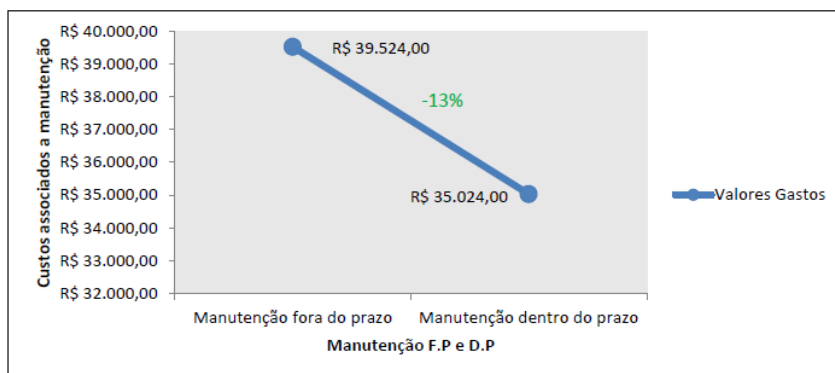


Gráfico 4 – Custos da manutenção preventiva

Fonte: Os autores (2019)

Além de propor ações para promover o bom relacionamento entre os setores destacados neste estudo, os autores propõem sugestões para minimizar os principais problemas na rotuladora após as análises realizadas. Dados do mês de setembro apontam que o engate de garrafas no transporte aéreo foi responsável por 170 minutos de máquina parada, causando a não produção de mais de 3000 mil unidades não produzidas. Desta maneira, é importante que seja realizado um estudo futuro sobre a velocidade ideal para a linha durante o transporte e garrafas. Ademais, a empresa poderá realizar um investimento para substituição dos sensores da linha, onde através de pesquisas realizadas já existem sensores no mercado com capacidade de detecção de falhas nos moldes desde o início do processo.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como finalidade analisar a relação entre os departamentos de manutenção e produção e seus principais efeitos para a organização. Por meio deste estudo foi possível ressaltar a importância que a falta interação e harmonia destes setores para pode acarretar em atrasos na execução de manutenção e ineficiência das máquinas.

Sabe-se que a manutenção está direcionada ao bom entrosamento entre os departamentos e a interação na tomada de decisões. Entretanto, certificou-se que esta relação é desarmônica e desfavorável para a empresa de estudo. Como principal aspecto negativo promovido por esta relação está no atraso da execução dos planos de manutenção, a maioria dos casos devido ao aumento da demanda em períodos festivos. Em virtude disto, é comum a operação apresentar constantes falhas, elétricas e mecânicas, que promovem o desgaste precoce das peças, promovendo paradas inesperadas na operação, aumentando o nível de indisponibilidade das máquinas através de manutenções corretivas e outras intervenções. Além do mais, o atraso na execução da manutenção promove o aumento de 13% nos gastos para a PSIU pela substituição de componentes desgastados pela falta de reparos periódicos.

A execução dos planos de manutenção preventiva é algo fundamental e estratégico para a empresa, visto que promoverá o aumento da vida útil dos equipamentos, aumento da qualidade dos produtos, redução de paradas por falhas, aumento da disponibilidade, ambiente de produção seguro e redução dos custos. Contudo, para que a manutenção preventiva funcione de forma eficaz na organização, é necessário que haja união perfeita, amigável e interativa entre os departamentos de manutenção e produção, garantindo bons resultados.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Manutenção mecânica industrial: conceitos básicos e tecnologia aplicada**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2014.

DESSLER, Gary. **Administração de recursos humanos**. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

SELEME, Robson. **Manutenção Industrial: Mantendo a fábrica em funcionamento**. 1ª ed. Curitiba: Editora Intersaberes, 2015.

SELEME, Robson; SELEME, Roberto Bohlen. **Automação da Produção: uma abordagem gerencial**. 1ª ed. Curitiba: Editora Intersaberes, 2013.

SLACK, Nigel et al. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SLACK, Nigel et al. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

PADOVEZE, Clóvis Luís. **Curso básico gerencial de custos**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2006.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a manutenção produtiva: o caminho para eliminar as falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade**. 1. ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.

## ANÁLISE DA SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO EM UMA PEQUENA EMPRESA DE SERRALHERIA SITUADA NA CIDADE DE DOURADOS – MS

*Data de aceite: 22/04/2021*

*Data de submissão: 01/03/2021*

### **Marcos Meurer da Silva**

Universidade Federal da Grande Dourados  
UFGD  
Dourados – MS  
<http://lattes.cnpq.br/0380912416983903>

### **Robson de Souza Santos**

Universidade Federal da Grande Dourados  
UFGD  
Dourados – MS  
<http://lattes.cnpq.br/7374474878251467>

### **Marcos Barbosa Silvino**

Universidade Federal da Grande Dourados  
UFGD  
Três Lagoas - MS  
<http://lattes.cnpq.br/4050426865389921>

**RESUMO:** Este artigo apresenta a identificação dos riscos de trabalho a que os funcionários de uma empresa de serralheria estão sujeitos. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica de maneira a construir uma base conceitual para a elaboração do estudo, observação direta das atividades realizadas pelos colaboradores durante o processo produtivo e entrevistas informais com os trabalhadores, possibilitando o levantamento de informações. Assim, foi possível a elaboração de uma matriz de avaliação de riscos e um mapa de riscos, sendo então identificados diversos riscos ocupacionais como os físicos, mecânicos, químicos, biológicos e ergonômicos. O trabalho permitiu evidenciar

as ações imediatas que a empresa precisa tomar em relação aos colaboradores, com o intuito de garantir a segurança e a saúde dos mesmos. Além disso, o artigo possibilitou melhor compreender os inúmeros riscos a que os trabalhadores estão acometidos e a importância do uso de equipamentos de proteção individuais e coletivos. Ademais, destaca-se a pertinência do trabalho para a empresa, proporcionando a conscientização sobre a implementação de medidas de prevenção de acidentes e doenças no trabalho.

**PALAVRAS-CHAVE:** Segurança no trabalho, Riscos, Doenças ocupacionais.

### ANALYSIS OF SAFETY AND HEALTH AT WORK IN A SMALL LOCKSMITH COMPANY LOCATED IN THE CITY OF DOURADOS - MS

**ABSTRACT:** This article presents the identification of the work risks that employees of a locksmith company are subject to. A bibliographic research was carried out in order to build a conceptual basis for the elaboration of the study, direct observation of the activities carried out by the collaborators during the production process and informal interviews with the workers, enabling the gathering of information. Thus, it was possible to elaborate a risk assessment matrix and a risk map, and several occupational risks were identified, such as physical, mechanical, chemical, biological and ergonomic. The work made it possible to highlight the immediate actions that the company needs to take in relation to employees, in order to ensure their safety and health. In addition, the article made it possible



to better understand the many risks to which workers are exposed and the importance of using individual and collective protective equipment. In addition, the relevance of work for the company is highlighted, providing awareness of the implementation of measures to prevent accidents and illnesses at work.

**KEYWORDS:** Occupational safety, Risks, Occupational diseases.

## 1 | INTRODUÇÃO

As empresas têm buscado cada vez mais alternativas para se manterem competitivas no mercado e com uma alta produtividade e eficiência em seus processos produtivos, mediante a isso, o colaborador tem papel fundamental no alcance dos objetivos da empresa. Para isso, as empresas também devem focalizar esforços para garantir a satisfação do funcionário no trabalho, e principalmente, garantir a segurança e a saúde do mesmo no desempenho da função. Investimentos em programas e políticas de saúde e segurança no trabalho são comuns em médias e grandes empresas, entretanto, em pequenas empresas ainda são escassas as iniciativas de prevenção de acidentes e/ou quanto a higiene ocupacional. Tal preocupação, em maior parte pelas grandes empresas, propiciam um ambiente de trabalho mais saudável e evitam o absenteísmo, garantindo maior satisfação e produtividade do funcionário.

Cabe ressaltar o fato de que é dever da organização prover ao colaborador toda a segurança no desempenho das atividades. Pode-se citar algumas esferas onde podem ser encontradas referências jurídicas como o Código do Processo Penal, Código do Processo Civil e Supremo Tribunal Federal. Porém, existem muitas empresas que não atendem a legislação e acometem o trabalhador até mesmo a riscos de morte ou graves acidentes.

Conforme a Organizacional Internacional do Trabalho (2013) a cada 15 segundos um trabalhador morre devido a um acidente de trabalho ou doença e cerca de 151 sofrem algum tipo de acidente em todo o mundo.

Segundo Santana (2015) a segurança no trabalho objetiva promover um ambiente em que seja reduzido ou eliminado o risco de acidentes ou doenças. Destaca-se ainda que algumas empresas contratam profissionais da área de saúde e segurança do trabalho para realizarem monitoramento, auditorias e programas de prevenção de acidentes.

Assim, torna-se de vital importância estabelecer condições favoráveis de segurança e saúde ao colaborador. Este artigo tem como objetivo identificar e analisar a existência de riscos e perigos que os trabalhadores estão acometidos em uma indústria de serralheria e propor medidas adequadas que garantam maior segurança e reduzam os riscos de acidentes e doenças ocupacionais.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Através da publicação da obra de autoria do médico Bernardino Ramazzini (1633-

1714), “*De Morbis Artificum Diatriba*” - As Doenças dos Trabalhadores, se deu o marco da segurança do trabalho em 1700. Descrevendo doenças relacionadas a 50 profissões ele passou a ser considerado o “Pai da Medicina do Trabalho” (TAVARES, 2009).

Com o advento da revolução industrial na Inglaterra, houveram diversas mudanças para a classe trabalhadora de forma negativa. Afim de mudar essa realidade, foram feitas diversas mobilizações onde foi criada em 1802 a primeira Lei de proteção ao trabalhador, “Lei de Saúde e Moral de Aprendizizes” (PEREIRA, 2001).

Quanto a segurança do trabalho, Ferreira & Peixoto (2012, p. 28), define “como sendo uma série de medidas técnicas, administrativas, médicas e, sobretudo, educacionais e comportamentais, empregadas a fim de prevenir acidentes, e eliminar condições e procedimentos inseguros no ambiente de trabalho”.

Conforme a Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais (2017) a higiene ocupacional refere-se à ciência que se preocupa com o estudo e gerenciamento das exposições aos agentes ambientais que as pessoas estão acometidas, fazendo uso da antecipação, reconhecimento, avaliação e controle das condições do trabalho, de maneira a proporcionar a preservação da saúde e bem-estar dos colaboradores.

De acordo com Mattos e Másculo (2011) diferentes classificações quanto aos riscos ocupacionais estão sujeitas durante a realização da função. Tal classificação dos riscos conforme os autores são apresentados a seguir.

Os riscos químicos referem-se aos agentes líquidos e gasosos ou sólidos que potencialmente ofereçam riscos de danos ao trabalhador caso o mesmo esteja exposto a tais condições. Os riscos mecânicos são aqueles em que é necessário um contato físico com o trabalhador, podendo ser causados pela desorganização do arranjo físico, ferramentas dispostas inadequadamente pelo local de trabalho ou mesmo a falta de limpeza do ambiente. Riscos físicos são constituídos pelos agentes que provocam mudanças físicas no ambiente de trabalho, ocorrendo alguma liberação de energia que possa atuar sobre as pessoas. Pode-se destacar como riscos físicos a temperatura, ruído ou vibrações.

Riscos biológicos referem-se aos microrganismos patogênicos como fungos, bactérias ou vírus que podem trazer riscos à saúde do trabalhador.

Riscos ergonômicos são caracterizados pela não adequação do colaborador ao trabalho, onde o mesmo pode sofrer lesões crônicas a partir da realização diária das atividades em que o trabalhador fica sujeito a posições irregulares.

### **3 | METODOLOGIA**

Para a realização deste estudo utilizou-se de uma abordagem qualitativa. De acordo com Silva e Menezes (2005), uma abordagem qualitativa consiste em uma relação indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do indivíduo, que não pode ser traduzido em números. Não se utiliza métodos e técnicas estatísticas para a interpretação

dos fenômenos.

Quanto ao objetivo temos uma pesquisa exploratória objetivada na busca de maneira mais profunda pelo conhecimento acerca do objeto de estudo através de levantamentos, como por entrevistas (TURRIONI; MELLO, 2012).

Em relação ao procedimento técnico adotou-se um estudo de caso. Para Martins (2008), o estudo de caso é a obtenção de informações de um fenômeno segundo a visão dos indivíduos, assim como coletar e observar evidências que facilitem compreender o ambiente em que está inserido o problema.

A pesquisa foi realizada em uma empresa de serralheria de pequeno porte, a qual está localizada no município de Dourados – MS. O estudo foi realizado por meio de entrevistas informais com os funcionários e por meio da observação direta dos autores no desempenho das atividades pelo trabalhador, sendo assim foram levantadas as informações pertinentes ao estudo.

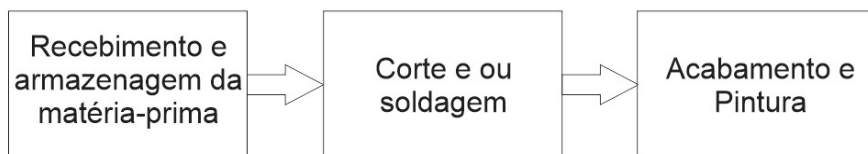
Após o levantamento das informações buscou-se analisar e identificar os problemas a que os funcionários estão sujeitos. Para isso, fez-se uso do mapeamento dos riscos, verificação da existência de medidas de proteção individuais e coletivas.

## 4 | ESTUDO DE CASO

### 4.1 Descrição da empresa e da ocupação

A empresa estudada possui dois anos de idade e se encontra na cidade de Dourados-MS no ramo serralheiro (elaboração de portas, portões, janelas, cercas e vigas para telhados), com dois funcionários e uma área de trabalho de aproximadamente 200 m<sup>2</sup>.

O processo de produção simplificado é baseado no recebimento da matéria-prima e sua armazenagem, posteriormente o material é preparado e levado para corte e/ou soldagem, onde após passa para a fase de acabamento com a devida polimento e pintura, conforme a Figura 1.



Fluxograma 1 - Processo Produtivo

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Segundo a Classificação Brasileira de Ocupação (Ministério do Trabalho, 2017, p. 1), a função dos trabalhadores de caldeiraria e serralheria, sendo o seu código 7244, é:

Confeccionam, reparam e instalam peças e elementos diversos em chapas de metal como aço, ferro galvanizado, cobre, estanho, latão, alumínio e zinco; fabricam ou reparam caldeiras, tanques, reservatórios e outros recipientes de chapas de aço; recortam, modelam e trabalham barras perfiladas de materiais ferrosos e não ferrosos para fabricar esquadrias, portas, grades, vitrais e peças similares.

Dessa forma a função do serralheiro, sendo o seu código 7244-40, são as seguintes (Ministério do Trabalho, 2017, p. 1):

Ajudante de serralheiro, Arqueador, Arqueador de molas, Arqueador e temperador de molas, Operador de mesa de corte (serralharia), Serralheiro de alumínio, Serralheiro de ferro, Serralheiro de manutenção, Serralheiro de metal, Serralheiro de produção, Serralheiro de protótipo, Serralheiro industrial, Serralheiro modelista, Serralheiro montador, Serralheiro preparador.

## 4.2 Atos e condições inseguras

Durante a visita ao local da empresa foram registradas diversas condições inseguras para o trabalhador e demais colaboradores. Dentre elas podemos citar a falta do uso adequado dos EPI's, a precariedade das instalações elétricas e a deficiência na estrutura do local. As figuras a seguir apresentam alguns modos e atos inseguros.

Na Figura 2 é possível identificar que o telhado não está em boas condições e possui furos, além disso, a fiação da instalação elétrica está exposta, suscetível assim, a um curto circuito ocasionado pela água da chuva.



Figura 2 - Instalação Elétrica e Estrutura Comprometida

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Na Figura 3 podemos analisar o armazenamento inadequado das vigas metálicas e dos demais materiais, pois estão em excesso e corre o risco de um colapso da estrutura. Além disso na Figura 3 a instalação elétrica se encontra de forma irregular para a alimentação das ferramentas de trabalho, e o piso contém depressões irregulares que podem levar o trabalhador a sofrer um acidente.



Figura 3 - Armazenamento Inadequado das Vigas Metálicas

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Já na Figura 4 o armazenamento não possui cobertura, que pode danificar a matéria prima, nem espaço para locomoção, além da falta de organização que pode ocasionar graves acidentes.



Figura 4 - Armazenamento Inadequado das Vigas Metálicas

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Na Figura 5 o trabalhador se encontra realizando um processo de desbaste no material, um procedimento que gera muita faísca, todavia o funcionário não se encontra com todos os EPI's necessários para essa prática, pois falta a luva de proteção. O portão que está a sofrer o desbaste também não está fixado corretamente ao solo, podendo levar a um colapso da estrutura com o trabalhador. Além disso a fiação da lixadeira está inadequada pois assim, o trabalhador pode tropeçar ocasionando um acidente.



Figura 5 - Processo de Desbaste no Portão

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Na Figura 6 podemos observar o banheiro do estabelecimento em péssimas condições sanitárias, sem condições primárias de assepsia, e com vazamentos na pia, sujeitando o trabalhador e elevados riscos biológicos ocasionados por microrganismos patogênicos.

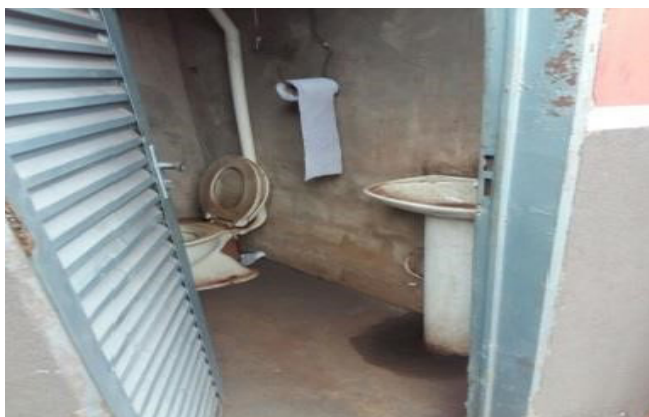


Figura 6 – Banheiro em péssimas condições sanitárias  
 Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Diversos outros riscos foram encontrados de maneira qualitativa na empresa, cabendo ao proprietário do empreendimento adotar medidas preventivas e de segurança, a fim de um melhor convívio profissional e melhor organização da empresa.

### 4.3 Identificação e quantificação dos riscos

Para avaliação dos riscos é importante a utilização da matriz de avaliação de riscos que é apresentada na Figura 7.

Probabilidade	4 Provável	Risco Médio	Risco Alto	Risco Alto	Risco Crítico
	3 Pouco Provável	Risco Baixo	Risco Médio	Risco Alto	Risco Alto
	2 Improvável	Risco Baixo	Risco Baixo	Risco Médio	Risco Alto
	1 Altamente Improvável	Risco Irrelevante	Risco Baixo	Risco Baixo	Risco Médio
		1 Reversível Leve	2 Reversível Severo	3 Irreversível, severo	4 Fatal ou incapacitante
	Gravidade				

Figura 7 - Matriz de Avaliação de Riscos

Fonte: Mulhausen & Damiano (*apud* Serviço Social da Indústria, 2009, p. 49)



Com base na visita foram analisados e identificados os riscos e definidos qualitativamente a probabilidade e a gravidade de cada um, conforme a Tabela 1, e comparado com a Figura 5.

<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Consequência</b>	<b>Probabilidade</b>	<b>Gravidade</b>	<b>Risco</b>
Físico	Radiação ultra violeta (UVC)	Raios UVC são os possíveis causadores de danos ao soldador (pele e olhos).	4	3	12
Físico	Faísca e pedaços de metais (lixadeira politriz)	Queimaduras, pedaços de metal nos olhos.	4	2	8
Físico	Vibração	Cansaço, dores dos membros, dores na coluna, doenças de movimento.	3	1	3
Físico	Ruído	Cansaço, irritação, dores de cabeça, diminuição da audição.	2	2	4
Físico	Umidade elevada	Crise de rinite, espirros e congestão nasal.	2	1	2
Químico	Vazamento de gás hidrogênio/ argônio	Explosões ou incêndios.	1	4	4
Químico	Contato com tintas e derivados	Intoxicação e contaminação.	2	3	6
Químico	Reação química da soldagem (composição da solda)	Intoxicação com gases.	3	3	9
Químico	Oxidação do metais	Inalação da poeira (tosse ou irritação), mal estar quando ingerido, irritação para os olhos.	1	1	1
Biológico	Falta de limpeza do ambiente	Transmissão de doenças e presença de parasitas.	3	2	6
Ergonômico	Postura inadequada	Fadiga e enfraquecimento de certas regiões do corpo LER/DORT.	3	2	6
Ergonômico	Iluminação inadequada	Fadiga, dores de cabeça, acidentes.	4	1	4



Ergonômico	Monotonia das atividades	Distúrbios psicológicos e desmotivação.	1	1	1
Ergonômico	Esforço físico e ritmos excessivos	Cansaço, dores musculares, fraquezas	3	2	6
Mecânico	Arranjo físico inadequado	Tropeços e quedas, desgaste físico.	3	2	6
Mecânico	Instalações elétricas inadequadas	Choque elétrico, curto circuito, incêndios queimaduras, acidentes fatais.	4	4	16
Mecânico	Máquinas e ferramentas	Cortes, queimaduras, arranhões.	4	3	12
Mecânico	Armazenamento Inadequado	Colapso da estrutura, queda em altura, desmoronamentos.	3	3	9
Mecânico	Equipamento de proteção individual inadequado.	Acidentes e doenças profissionais.	3	3	9

Tabela 1 - Identificação e Avaliação dos Riscos

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Para o cálculo do risco foi realizado a multiplicação da probabilidade com a gravidade, sendo esses valores definidos de forma qualitativa.

Segundo a Tabela 1, foi elaborado o mapa de risco da instalação da empresa, onde consta a representação gráfica baseado no layout da empresa com os riscos presentes no local, conforme a Figura 8.

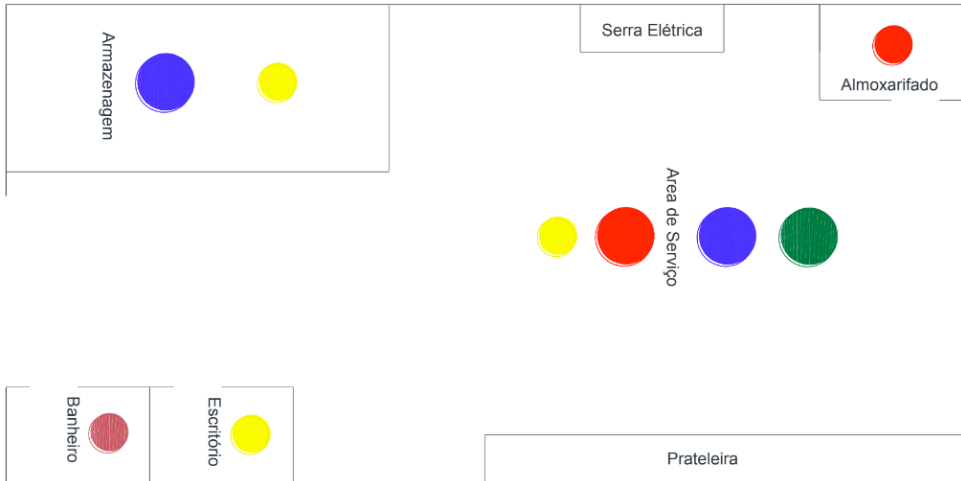


Figura 8 – Mapa de Risco da Empresa

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Conforme o mapa de risco as Tabelas 2 e 3 apresentam as legendas dos símbolos utilizados, segundo proporção e cores.




Símbolo	Proporção	Tipos de Riscos
	4	Grande
	2	Médio
	1	Pequeno

Tabela 2 Nível de Proporção dos Riscos

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)






<b>Simbologia das Cores</b>			Risco Químico Leve		Risco Físico Leve
			Risco Químico Médio		Risco Físico Médio
			Risco Químico Elevado		Risco Físico Elevado
	Risco Biológico Leve		Risco Ergonômico Leve		Risco Mecânico Leve
	Risco Biológico Médio		Risco Ergonômico Médio		Risco Mecânico Médio
	Risco Biológico Elevado		Risco Ergonômico Elevado		Risco Mecânico Elevado

Tabela 3 – Simbologia das Cores  
 Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Com essas informações é possível identificar os riscos presentes no ambiente de trabalho e também qual a proporção desses riscos na empresa. Assim pessoas visitantes, como clientes, ou funcionários podem ter conhecimento dos riscos que estão submetidos no ambiente da empresa.

#### 4.4 Doenças ocupacionais

Através de conversas com os funcionários da empresa durante a visita os funcionários relataram seus principais problemas de saúde em decorrência do trabalho e as medidas que tomam para mitigá-las.

O principal relato dos trabalhadores ocorre devido a utilização dos equipamentos de soldagem. Segundo declarações, mesmo com a utilização de máscaras durante o processo, acabam ocorrendo danos aos olhos. Após o turno de trabalho, as reclamações com relação a uma grande ardência dos olhos são constantes atrapalhando o descanso e o sono deles, sendo constante às vezes em que dormem tarde e só com auxílio de colírios, geralmente indicado por amigos de profissão.

Outro relato, foi em função ao cansaço devido ao trabalho manual pesado, dependendo do quão sobrecarregado a empresa está em relação a pedidos dos clientes. Como os funcionários encontram dificuldade de dormir por causa de ardência nos olhos acabam não descansando de forma adequada e recuperando as energias para o próximo dia de trabalho.

Também é possível identificar que a pele das mãos e braço apresentam cicatrizes e são bem grossas, devido às características do trabalho e a falta de uso de EPI's, como

luvas, capa de couro e óculos.

#### **4.5 Medidas administrativas e propostas de proteção emergenciais**

A empresa não atua com medidas administrativas por escrito, ficando como proposta para implantação da mesma.

Como medidas de proteção emergenciais, recomenda-se que a empresa em questão adote as seguintes medidas:

- a. Proteção coletiva, como, sistemas de ventilação e exaustão, avisos e sinalização e extintor de incêndio;
- b. Proteção individual, como, protetor facial (proteção contra partículas volantes), protetores auriculares (proteção contra ruído), luvas especiais de raspa de couro, máscara facial com filtros;
- c. Mudanças na instalação física da empresa, com locais adequados e seguros para armazenagem e a manutenção total da instalação elétrica na serralheria;
- d. Limpeza e organização regular do ambiente seguindo a filosofia do 5s.

### **5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente estudo contribuiu para uma maior compreensão sobre quais tipos de risco à saúde um trabalhador na serralheria está sujeito encontrar, e como esse fator é multiplicado quando o empreendimento e todos os demais colaboradores não exercem ou negligenciam as práticas de saúde e segurança no trabalho. De acordo com a aplicação do modelo de avaliação de risco, é possível perceber que os riscos da instalação elétrica inadequada, do armazenamento inadequado e limpeza do ambiente, devem ser priorizados, visto que, estão em um maior índice de gravidade.

Dessa maneira tornou-se possível compreender diversos riscos que os trabalhadores estão sujeitos durante a realização da sua jornada de trabalho, evidenciando para a empresa a importância do gerenciamento das ações e medidas referentes à segurança e saúde do trabalho.

O objetivo foi alcançado com sucesso, pois com as visitas até a empresa, a implantação do modelo de avaliação de risco e o mapeamento gráfico de risco, foi possível avaliar e identificar os atos e as condições inseguras presentes na serralheria, além de serem fornecidas as medidas adequadas que garantem uma maior segurança e reduz os riscos de acidentes e doenças ocupacionais.

A normatização das condições ambientais ideias para um ritmo de trabalho seguro e eficiente na serralheria fica como sugestão de trabalhos futuros, na qual uma comparação dos resultados obtidos pelo presente artigo pode ser efetuada e estudada.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE HIGIENISTAS OCUPACIONAIS. **Higiene ocupacional**. 2017.

Disponível em: <<http://www.abho.org.br/abho/>>. Acesso em: 27 jan. 2019.

FERREIRA, L. S.; PEIXOTO, N. H. **Segurança do Trabalho I**. Santa Maria: UFSM, 2012. Disponível em: <[http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo\\_amb\\_saude\\_seguranca/tec\\_seguranca/seg\\_trabalho/151012\\_seg\\_trab\\_i.pdf](http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_amb_saude_seguranca/tec_seguranca/seg_trabalho/151012_seg_trab_i.pdf)>. Acesso em: 29 nov. 2018.

ILO - INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION (Genebra). **United Nations World Day for Safety and Health at Work 2013**: Health and safety at work: Facts and figures. Disponível em: <[http://www.ilo.org/safework/events/meetings/WCMS\\_204594/lang--en/index.htm](http://www.ilo.org/safework/events/meetings/WCMS_204594/lang--en/index.htm)>. Acesso em: 25 nov. 2018.

MARTINS, G. A. **Estudo de caso: uma estratégia de pesquisa**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MATTOS, U.A. O.; MÁSCULO, F. S. **Higiene e Segurança do Trabalho**. Rio de Janeiro: Elsevier/ ABEPRO, p. 1-29, 2011.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Classificação brasileira de ocupações**. 2017. Disponível em: <<http://www.mteco.gov.br/cbosite/pages/home.jsf;jsessionid=PvNOZywtHeDENS0Kbw3e8cAe.slave13:mteco>>. Acesso em: 24 nov. 2018.

PEREIRA, T. V. **A relevância da prevenção do acidente de trabalho para o crescimento organizacional**. 2001. 23 f. Trabalho de conclusão (Graduação) - Universidade da Amazônia, Belém, 2001. Disponível em: <<http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/prev-vandilce.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2018.

SANTANA, T. L. **Saúde e Segurança no Trabalho**, 2015. Disponível em: <<http://www.rhportal.com.br/artigosrh/sade-e-segurana-no-trabalho/>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA. **Procedimento identificação de perigos e avaliação de riscos: Módulo segurança**. V.4, 2009. Disponível em: <[http://186.216.161.197:8084/sst/modeloSesiSst/04\\_Inventarioderisco\\_ModeloSESI.pdf](http://186.216.161.197:8084/sst/modeloSesiSst/04_Inventarioderisco_ModeloSESI.pdf)>. Acesso em: 24 nov. 2018.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4.ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

TAVARES, C. R. G. **Segurança do trabalho I: Introdução à Segurança do Trabalho**. 2009. Disponível em: <[http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo\\_amb\\_saude\\_seguranca/tec\\_seguranca/seg\\_trabalho/291012\\_seg\\_trab\\_a01.pdf](http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_amb_saude_seguranca/tec_seguranca/seg_trabalho/291012_seg_trab_a01.pdf)>. Acesso em: 27 jan. 2019.

TURRIONI, J.B; MELLO, C.H.P. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção**, [Itajubá], 2012, Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – Curso de Especialização em Qualidade e Produtividade.

# CAPÍTULO 5

## O IMPACTO DO ROUBO DE CARGA EM UMA EMPRESA DE ALIMENTOS LOCALIZADA NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO/BRASIL

*Data de aceite: 22/04/2021*

*Data de submissão: 08/03/2021*

### **Priscilla Juliase de Freitas**

Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ  
Faculdade de Administração e Ciências  
Contábeis – FACC  
Rio de Janeiro/RJ, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4376164368907130>

### **Camila Avosani Zago**

Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ  
Faculdade de Administração e Ciências  
Contábeis – FACC  
Rio de Janeiro/RJ, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6726568187545538>

**RESUMO:** O ano de 2017 teve o mais alto índice de roubo de cargas até então, sendo que a região metropolitana do Rio de Janeiro/Brasil possui expressividade nesse montante. O crescente aumento no roubo de cargas no país faz com que as empresas adotem medidas estratégicas para não terem perdas significativas em seu desempenho nem nos seus custos. Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo verificar como uma empresa do setor alimentício é afetada pelas maiores incidências de roubo de cargas na região metropolitana do Rio de Janeiro, especialmente em seus custos. Para isso foi realizado um estudo de caso, por meio de entrevista semi-estruturada com uma empresa do setor alimentício, localizada na região metropolitana do Rio de Janeiro. Com base na

análise de conteúdo, a partir das informações obtidas na entrevista, foi possível verificar que a empresa em questão não é tão afetada pelo roubo de carga, uma vez que seus produtos não são tão visados para comercialização paralela. Apesar disso, a empresa tem um acréscimo nos seus custos de transporte por conta de possíveis furtos que possam vir a ocorrer, bem como teve que traçar estratégias para minimizar a possibilidade de abordagens.

**PALAVRAS-CHAVE:** Transporte, Roubo de Carga, Setor Alimentício.

### THE IMPACT OF LOAD THEFT IN A FOOD COMPANY LOCATED IN THE CITY OF RIO DE JANEIRO / BRAZIL

**ABSTRACT:** The year 2017 had the highest rate of cargo theft till then, with the metropolitan region of Rio de Janeiro having expressiveness in this amount. The increasing increase in load theft in the country causes companies to adopt strategic measures so as not to have significant losses in their performance or costs. Therefore, the present work aims to verify how a company in the food sector is affected by the greatest incidences of load theft in the metropolitan region of Rio de Janeiro, especially in its costs. For this, a case study was carried out semi-structured interview with a company in the food sector, located in the metropolitan region of Rio de Janeiro. Based on the content analysis, from the information provided in the interview, it was possible to verify that the company in question is not so affected by load theft, since its products are not so targeted for parallel marketing. Nevertheless, the company has an increase in its transport costs

due to possible thefts that may occur, as well as having to devise strategies to minimize the possibility of approaches.

**KEYWORDS:** Transport, Load Theft, Food Sector.

## 1 | INTRODUÇÃO

A cadeia logística envolve atividades desde a produção até a distribuição do produto ao consumidor final, ou seja, trata das atividades de movimentação e armazenagem visando facilitar o fluxo de produtos e materiais desde o ponto de origem até o consumo, com nível de serviço e custo razoáveis (BALLOU, 2006).

De acordo com Bertaglia (2009), a cadeia logística contempla o subsistema de transportes, o qual é afetado por dois fatores: (i) distância - “trajeto percorrido” entre o ponto de produção e o ponto de consumo; e (ii) tempo – necessário para percorrer a distância; tendo alguns outros fatores que também afetam o custo do transporte, como roteiro, capacidade de carga e características do produto.

Ao se considerar que o modal de transporte mais utilizado no Brasil é o rodoviário, em localidades como Rio de Janeiro, que tem vias de acesso para diversas regiões do estado, as empresas sofrem com o roubo de cargas, o qual teve um aumento nos últimos anos fazendo com que as empresas brasileiras perdessem dinheiro e buscassem soluções que transformassem o transporte em mais seguro tanto para a carga quanto para os trabalhadores.

Um estudo da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) mostra que o número de roubos a cargas foi de 22.547 em 2016 em todo o país. Só na região metropolitana do Rio de Janeiro, nesse mesmo período, foram 9.874 casos de roubo enquanto que em 2015 foram 7.225 casos, ou seja, um aumento de aproximadamente 27%. Essa falta de segurança faz com que muitas empresas tenham implicações em seus custos, oriundas da maior necessidade de proteção da carga, alterações nas rotas de entrega, afetando também seus consumidores finais por meio do aumento do preço do produto final ou mesmo da suspensão de entregas em locais classificados como sendo de risco.

Segundo a pesquisa de Sondagem Industrial sobre segurança realizada pela FIRJAN e pela Confederação Nacional de Indústrias (CNI), até início de 2018, 35% dos empresários do estado do Rio de Janeiro afirmam que a falta de segurança é muito ou moderadamente considerada na decisão da localização industrial e, com isso, também afeta seus custos e demais decisões. Pode-se salientar que, na região metropolitana do Rio de Janeiro, os locais com maiores incidências de roubo de cargas são as principais vias de acesso da região, ou seja, Avenida Brasil no trecho que vai de Caxias à Santa Cruz, Rodovia Federal BR040, Rodovia Federal BR116 e em números ainda acima de 100 ocorrências tem-se a Avenida Pastor Martin Luther King, entre Maria da Graça e Belford Roxo (INSTITUTO DE

SEGURANÇA PÚBLICA-ISP). Tais vias são visadas pois tem grande atuação do poder paralelo sendo as cargas levadas direto para as comunidades próximas.

Dessa forma, este trabalho tem por objetivo verificar como uma empresa do setor alimentício é afetada pelas maiores incidências de roubo de cargas na região metropolitana do Rio de Janeiro, especialmente em seus custos.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O sistema de transportes da cadeia logística

O transporte é um dos subsistemas da cadeia logística que envolve todas as atividades de deslocamento do produto até o consumidor final, passando pelo produtor e fornecedor, tendo os estágios de matéria prima, produtos semi-acabados, produtos em estoque entre outros, até chegar ao consumidor final(FARIA; COSTA, 2005).Dessa forma, Bowersox e Closs (2010)afirmam que os custos referentes ao sistema de transporte são influenciados por alguns fatores, demonstrados no Quadro 1.

<b>Distância</b>	Tem-se uma relação linear entre custo e distância, porém quanto maior a distância menor será o custo do frete em virtude dos custos fixos ficarem inalterados
<b>Volume</b>	Quanto maior for a ocupação do veículo menor será o custo com a carga consolidada
<b>Densidade</b>	Leva-se em conta o peso a ser transportado e o espaço ocupado. De forma a tentar diminuir o custo total, o custo da carga com peso e volume deve tentar ser balanceado com o custo de carga e descarga.
<b>Facilidade de Acondicionamento</b>	Diz-se do fato de como pode ser o aproveitamento do espaço do transporte em função das dimensões do produto
<b>Facilidade de Manuseio</b>	O que será necessário para o manuseio da carga, se será utilizada somente mão de obra humana ou se serão necessários equipamentos, isso interfere diretamente no custo de manuseio/movimentação
<b>Responsabilidade</b>	Neste caso refere-se ao grau de cuidado que se deve ter com a carga transportada, em virtude de roubos, avarias, por exemplo. Ou seja, a fragilidade da carga requer um maior cuidado/responsabilidade para que não haja reclamações dos clientes
<b>Mercado</b>	Refere-se ao atendimento ao mercado, dependendo da época do ano, do quanto a frota roda com produtos ou vazias

Quadro 1 - Fatores que influenciam os custos do transporte

Fonte: Elaborado a partir de Faria e Costa (2005)

Pode-se dizer que, dentre os fatores que influenciam na escolha pelo modal a ser utilizado, o custo é o mais relevante/importante (FARIA; COSTA, 2005). Além disso, leva-se em consideração mais dois pontos: (i) limites e determinações no prazo de entrega e;



(ii) limitações da infraestrutura na origem do carregamento e no destino final(DIAS, 2012). Face a isso, as empresas optam pelo modal que oferece o melhor custo benefício.

No Brasil, devido à infraestrutura existente, o modal mais utilizado e de maior destaque é o rodoviário (HIJJAR, 2008), uma vez que também possui baixas restrições para sua operação, os menores custos e agilidade, não necessitando modal completar.O modal rodoviário é utilizado para cargas pequenas e grandes, tendo um grande dinamismo já que, também, atende grandes, médias e curtas distâncias. De acordo com Fleury (2000 apud FARIA; COSTA, 2005, p.90) é um modal com o qual “nos deparamos com custos fixos baixos, mas médios custos variáveis (combustível, pedágios, manutenção etc)”.

Mesmo com o aumento do número de veículos registrados ser crescente (REGISTRO NACIONAL DE TRANSPORTADORES RODOVIÁRIOS DE CARGA-RNTRC,2018), o modal apresenta problemas como a falta de infraestrutura das estradas e a insegurança em face dos números de acidentes e roubo de cargas, conforme apresentao Quadro 2.

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Manuseio mais simples	Aumento do preço com a distância percorrida
Grande competitividade em distâncias curtas e médias	Espaço limitado em peso e cubagem
Elevado grau de adaptação	Sujeito à circulação de trânsito
Baixo investimento para o transportador	Sujeito à regulamentação
Rápido e eficaz	
Custos mais baixos	
Grande cobertura geográfica	

Quadro 2 - Vantagens e desvantagens do modal rodoviário

Fonte: Elaborado a partir de Dias (2012)

Apesar das restrições, no Brasil, segundo dados da Confederação Nacional de Transportes, o modal rodoviário representa 61% da matriz de transportes. Tal fato, de acordo com Goldenstein et al (2006), ocorre devido ao pensamento estratégico utilizado em 1950 de que as rodovias seriam mais viáveis e que com o passar do tempo reduziria a atuação do Estado em conservação e infraestrutura, sendo essas passadas para a iniciativa privada.Com isso, a malha rodoviária brasileira traz algumas complicações para o transporte de forma que ocasiona aumento de alguns custos de operação.

### 2.1.1 Custos

De acordo com o Instituto dos Contadores Gerenciais (IMA) (apud FARIA; COSTA, 2005, p.69), os custos logísticos “são os custos de planejar, implementar e controlar todo o inventário de entrada (*inbound*), em processo e de saída (*outbound*), desde o ponto de origem até o ponto de consumo”. Segundo Faria e Costa (2005) o custo pode ser visto sob duas óticas: (i) do usuário, que é quando a empresa terceiriza sua atividade de transporte, com isso seus custos passam a ser variáveis; e (ii) da empresa operadora, aquela que realizará a atividade de transporte, onde se tem os custos fixos e variáveis.

Quando há a terceirização do transporte pela empresa, com o passar do tempo, segundo Bertaglia (2009), deixa de ser uma de cotação de frete e passa a existir uma relação em que ambas têm suas responsabilidades. Um dos custos que vem ajudando as organizações é o relativo a Tecnologia de Informação (TI) que atua tanto nos armazéns quanto na distribuição, auxiliando na redução dos demais custos e em determinados processos de algumas formas:

- Controle de veículos por satélites;
- Controle de rotas;
- Checagem de cargas;
- Informação imediata;
- Visibilidade.

Faria e Costa (2005) e Bertaglia (2009) falam que se deve buscar a melhora do transporte com economias de custos, por exemplo, a otimização e desenvolvimento de rotas faz com que não haja tempo ocioso nas entregas e atenda-se o maior raio de clientes possível, beneficiando, assim, tanto a empresa quanto o cliente, o que leva a uma eficiência da frota de veículos.

Para Bertaglia (2009) as estratégias de roteirização são utilizadas com programas computadorizados que levam em consideração a complexidade da rota. A saber, a roteirização utiliza um mapa digital com as informações das regiões e onde são colocadas as posições relativas aos clientes e fornecedores e depósitos. Outro sistema utilizado pelas empresas é o Rastreamento de Frotas, onde é possível rastrear os veículos, ver suas posições geográficas. O sistema é feito com o auxílio de satélites e instalados nos veículos através do GPS (*Global Positioning System*), que envia os dados para a base e, com isso, a empresa tem toda a informação do trajeto utilizado pelo veículo, o que traz uma maior segurança para a cargas.

Face ao crescente aumento do roubo de cargas, o uso dessas ferramentas e a busca de outras torna-se relevante para a diminuição dos custos das empresas diante das perdas de produtos para o crime organizado.

### 2.1.2 Roubo de cargas

Para Gameiro e Caixeta-Filho (2002) o roubo de carga é o sistema em que o indivíduo toma posse ilegalmente de parte ou da totalidade da carga de um veículo, sendo as mesmas de alto valor agregado e com facilidade de escoamento. E, segundo Heinrich (2004), esse fato ganhou maior notoriedade em 1980, fazendo com que o governo gerasse a taxa adicional por emergência (ADEME), substituída em 2001 pelo custo de gerenciamento de risco (GRIS), que é um valor embutido no preço do produto levando em consideração o risco da carga ser roubada no transporte.

De acordo com José Hélio Fernandes, presidente da NTC&Logística (2018), a região sudeste possui a maior concentração de roubo de cargas no país, em especial o Rio de Janeiro que é responsável por 41,39% desse montante.

Mesmo a pesquisa apontando uma considerável redução, se comparada ao ano de 2017, estamos falando de milhares de roubos em todo o Brasil, o que não é aceitável. Isso ocorre porque os roubos de cargas acabaram se tornando um negócio que formou associações criminosas especializadas... Rio e São Paulo são grandes polos econômicos. A circulação de cargas é intensa, e os bandidos vão aonde acham que terão êxito.

No Quadro 3 pode-se observar que apesar de entre 2017 e 2018 ter ocorrido uma diminuição no número de roubos, este continua alto, o que leva a uma preocupação por parte das organizações e a necessidade de uma ação mais efetiva por parte do governo. Segundo dados da FIRJAN, em 2018 foram adotadas algumas medidas para conter a insegurança na capital fluminense, sendo uma delas a atuação e criação do Grupo Integrado de Enfrentamento ao Roubo de Cargas e a implementação do decreto de Garantia da Lei e da Ordem em 2017.

REGIÃO	2015	2016	2017	2018
	Ocorrências	Ocorrências	Ocorrências	Ocorrências
Norte	178	237	164	165
Nordeste	1129	1.371	1.514	1.427
Centro Oeste	578	795	640	520
<b>Sudeste</b>	<b>16.508</b>	<b>20.800</b>	<b>22.212</b>	<b>18.809</b>
Sul	855	1.360	1.440	1.262
Total	19.248	24.463	25.970	22.183

Quadro 3 – Evolução do roubo de cargas por região  
Fonte: Assessoria de Segurança/NTC&Logística (2019)

Carvalho e Moreira (2011) afirmam que, segundo o Sindicato das Empresas Rodoviárias de Carga e Logística do Rio de Janeiro (SINDICARGA), o roubo de cargas resultou em R\$900 milhões de prejuízos para o Brasil, sendo que R\$200 milhões

correspondem ao Rio de Janeiro. Na Figura 1 é possível visualizar as localidades que mais concentram os roubos no Rio de Janeiro.

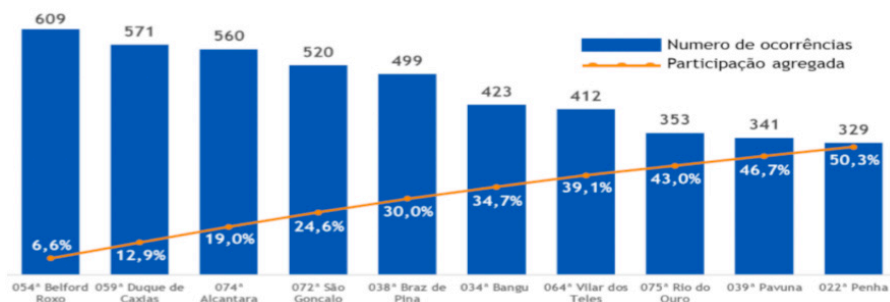


Figura1 – Concentração do roubo de cargas no estado do Rio de Janeiro

Fonte: FIRJAN com base em dados do ISP ( 2018)

A concentração de roubos é bastante significativa em toda a região metropolitana do estado do Rio de Janeiro, concentrando-se nas zonas norte, centro e oeste, com acesso as principais vias, afetando não só a cadeia logística como também o Produto Interno Bruto (PIB) do país.

### 3 I METODOLOGIA

Seguindo as caracterizações da pesquisa qualitativa de Vergara (2016), este estudo tem, segundo seus fins, o aspecto descritivo vide ao fato de que explora episódios que estão acontecendo em uma região, neste caso metropolitana do Rio de Janeiro/Brasil. Ademais, seguindo os meios, esta pesquisa se caracteriza de três formas: (i) bibliográfica, por meio de livros, artigos, revistas; (ii) documental, por meio de documentos e dados estatísticos; e (iii) de campo, por meio da entrevista que configurou o estudo de caso.

Para tanto, a coleta de dados se deu por meio de entrevista semi-estruturada *in loco*, em novembro de 2019, com o denominado Entrevistado 1, em uma empresa do segmento alimentício (Empresa X). A entrevista foi gravada com o consentimento do entrevistado, para consulta posterior. Ressalta-se como limitação da pesquisa o fato de ter sido um estudo de caso, além de ficar suscetível à percepção do entrevistado.

O tratamento dos dados obedece a uma análise de conteúdo, em que se busca o entendimento, através das entrevistas, para compreender como a Empresa X é afetada pelo roubo de carga e como ela trata os custos a mais em relação à proteção das frotas de caminhões e suas respectivas cargas que estão sendo roubadas.

## 4 | APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O Entrevistado 1 ingressou na empresa estudada (Empresa X) há mais de 20 anos, onde começou como representante comercial chegando a gerente regional, após passando a integrar o grupo de investimentos que controla a Empresa X. A Empresa alimentícia X nasceu no subúrbio do Rio de Janeiro em 1974 a qual oferece condimentos, temperos e especiarias para a cozinha, tendo inaugurado, em 1999, o seu parque industrial, fazendo com que sua produção aumentasse em cinco vezes.

Como colocado pelo Entrevistado 1 pode ser visto que o maior caso de roubo de cargas até então foi em 2017, levando a Empresa X a ter uma perda de 0,3% de seu lucro, ou seja, foram R\$380.000 em roubos, resultando na alteração de rotas e outras estratégias para evitar esses casos, como pode ser visto no discurso do Entrevistado 1.

Bem...olha só. Cuidado, a gente evita, evita passar pelas vias. A gente toma um cuidado para tentar fazer a principal nota logo cedo, entendeu? Para evitar que o carro ande carregado demais, entende? Então se eu saio daqui com o caminhão com cinco notas, qual a principal nota ali, a nota de maior valor? A gente vai pro cliente logo cedo, entendeu? E evita, evita, é óbvio, passar por determinados locais. Se eu vou lá perto do Chapadão na Pavuna, eu só vou lá com o carro vazio, para fazer uma entrega, eu não boto o carro cheio e passo por lá porque tem o perigo de ficar agarrado lá.

Mesmo com as precauções tomadas eles consideram a porcentagem de perda por roubo alta (0,3%) pois em alguns anos não sofreram nenhuma perda. O entrevistado menciona que passaram dois anos seguidos sem perda, apesar de sair de 30 (trinta) a 40 (quarenta) caminhões por dia para entregas.

Sendo uma empresa que, apesar de ser de produtos alimentícios, um dos segmentos que mais sofre com a questão, seus produtos são de mais difícil escoamento por serem condimentos, temperos e outros que são utilizados em menor quantidade pela população, o que faz com que sua perda não seja tão grande em comparação com outras empresas ou segmentos. Muitas vezes sofrem alguma abordagem, uma ou duas por dia, mas não tem sinistro pois não é interessante para o criminoso e não dá tanto retorno a ele, como observo entrevistado.

Às vezes você vê meus produtos sendo vendidos na Feira de Acari, Feira de Honório Gurgel, mas são produtos que foram roubados uns seis meses atrás. Eles não têm muito lucro com isso, é de difícil escoamento. Às vezes a carga vale R\$320 mil, mas eles não conseguem nem R\$100 mil com o roubo.

Em concordância com os estudos apontados pelo ISP sobre roubo de cargas onde demonstra que tanto Belford Roxo quanto Duque de Caxias concentraram os maiores números de roubo, 609 e 571 respectivamente no ano de 2018, o entrevistado menciona que os locais de maior ocorrência são justamente nas proximidades das áreas mencionadas, e que nem sempre a carga fica no local em que ocorreu o fato, por vezes são levadas para

outras localidades mais distantes.

Tenho, tenho. Vamos lá. Local que mais dá roubo de carga aqui Belford Roxo, é o pior...talvez...a pior. Caxias, e essa área aqui que compreende daqui do Engenho da Rainha até Madureira.

...Já pega na principal e leva para as secundárias. Tá? Sem falar...eu já tive vários carros que foram apanhados em Caxias e levados pro Chapadão. Roubam aqui e levam pra lá também, entendeu? O cara não simplesmente rouba lá perto de onde ele está, ele rouba aqui e leva pra lá.

Um outro ponto tratado na entrevista é quanto a recuperação das cargas, que segundo o Entrevistado 1 elas por poucas vezes são recuperadas, e quando isso ocorre são colocadas novamente no mercado para venda, após verificarem se teve alguma avaria no produto ou não para poder recolocá-las no mercado. E tudo isso faz com que seja embutido um valor a mais no preço do produto, fazendo com que o consumidor pague por algo que possa vir ocorrer com as cargas, sendo roubada ou não.

No custo do produto, sim, sim. Não tem jeito. Hoje em dia tem que ser dessa maneira porque a situação é muito complicada. A gente pode até não ter o roubo como finalizado, mas a abordagem toda a semana tem pelo menos uma, duas. Abordagem. Então o cara aborda o carro para roubar, e quando vê "ah não me interessa". Aí libera e vai buscar outro.

Ademais, para pedir apoio policial quando sofrem algum sinistro, o entrevistado fala que para ser registrado na delegacia especializada (Delegacia de Roubos e Furtos de Cargas) deve se ter uma perda maior do que 100 (cem) salários mínimos, caso não seja esse valor, o registro de ocorrência deve ser feito em delegacia comum. Isso faz com que não haja uma ação efetiva do poder policial para recuperação da carga, uma vez que os produtos são vendidos livremente em locais antes não vistos, como sinais, trens, entre outros.

Então...mas se você for na Pavuna agora, você encontra vários produtos meus sendo vendidos, se você for para a Estrada do Portela, 19hr, não agora, agora você não vai encontrar, mas 19hr quando fecha a loja, a feirinha para vender produto roubado começa, vai até 22hr, entendeu? Como não tem nada que consiga coibir isso, a polícia não coíbe. Hoje para você prestar queixa em uma delegacia especializada, ou seja, Roubos e Furtos de Cargas, não sei se você sabe, você precisa ter um roubo superior a 100 salários mínimos...É. Se for abaixo, se ele me roubar R\$80 mil, eu tenho que prestar queixa em uma delegacia comum, uma delegacia legal aí entra como se fosse um roubo de celular, me entende?

Além disso, na entrevista foi possível ver que, para a empresa estudada especificamente, o custo com o roubo não é algo tão significativo, fazendo com que a empresa não contrate nem mesmo seguro de carga ou escolta. Isso se deve ao fato de o que pagariam a mais por essa proteção levaria a um preço maior de seus produtos sendo que os mesmos são de longa durabilidade e baixo custo, ou seja, onerá-los poderia fazer

com que a empresa perdesse clientes e, conseqüentemente, tivesse um baixo lucro, pois, atualmente, já é repassado para os consumidores finais um aumento em torno de 2% a 3% devido ao custo com o transporte e a questão dos possíveis roubos.

Comparando-se as declarações do entrevistado com a literatura, é possível identificar que, na tentativa de minimizar a ocorrência de roubo/furto de carga, a empresa traça novas rotas para distribuição dos seus produtos, aumentando a distância percorrida e, conseqüentemente, seus custos com transporte. Isso corrobora o exposto por Bertaglia (2009) ao afirmar que a logística de transportes é afetada pela distância e tempo, ou seja, como a frota precisa mudar seu itinerário ocasiona em um tempo maior em seu deslocamento e maior custo com combustíveis, por exemplo. Com isso, é perceptível que a incidência de roubo vai onerando as empresas em diversos campos.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio desta pesquisa foi possível observar que, como consta nos estudos do ISP, da ANTT e demais, o ano de 2017 foi o que apresentou maior índice de roubo de carga, fazendo com que as empresas tivessem que reavaliar suas rotas e necessidades de proteção, tanto de sua frota quanto de sua carga para evitar perdas maiores ou até mesmo zerar o sinistro.

O entrevistado, apesar de ser do setor de alimentos que, segundo dados do ISP, do Sindicato dos Transportes e algumas outras pesquisas, comercializa as mercadorias mais visadas pelos criminosos, não sofre tanta perda já que seu foco é condimentos. Tal fato se dá em virtude da dificuldade de escoamento dos produtos e da comercialização dos mesmos no mercado paralelo.

Como mencionado, é necessário entender quais os produtos dentro das especificações setoriais são os mais visados pelos criminosos, pois dentro de uma gama maior tem-se as subdivisões, e no caso da empresa em estudo não é o mais interessante para ser roubado. Com isso, a empresa pesquisada não vê a necessidade de proteger suas cargas ou até mesmo contratar escoltas, visto que levaria a um custo de segurança que não viabilizaria a venda de seus produtos tornando-os mais caros e com possibilidade de diminuição de público-alvo.

Dessa forma, a empresa estudada somente implementou ações menos custosas, como desvio de rota, separação de pedidos em transporte conforme a quantidade e alteração de itinerário para entrega e, devido a essas alterações, a transportadora repassa para a empresa um aumento no custo em torno de 5%. Assim, tanto a transportadora quanto a empresa estudada são oneradas pelas mudanças que devem fazer para evitar as regiões mais perigosas, fazendo com que algumas ações fossem tomadas e horários alterados, incorrendo em maiores custos ao longo da cadeia logística.

Somando-se a isso, a proteção e auxílio do poder de segurança são vistos de forma

burocrática vide ao fato de que qualquer nota roubada inferior a cem salários mínimos é comparada a um roubo de celular, sem muita preocupação do poder público. Ademais, os locais onde os sinistros são vendidos são de conhecimento até mesmo da empresa, o que reforça a ineficiência da atuação da segurança pública.

Outro ponto em questão são os locais de ocorrência dos fatos, com isso foi visto que, em consoante a literatura, os maiores pontos de atuação dos criminosos na região metropolitana do Rio de Janeiro/Brasília na baixada fluminense, especialmente Belford Roxo e Caxias, e na zona norte o local de maior incidência é nas proximidades da Pavuna. Isso faz com que a empresa tenha essa percepção e estabeleça ações para minimizar as suas perdas.

Logo, algumas pesquisas dentro desse campo são necessárias tanto para entender como diferentes empresas dentro de um mesmo ramo atuam e como seus produtos são visados pelos criminosos, além de entender o posicionamento da segurança pública quanto aos diferentes fatos e empresas.

## REFERÊNCIAS

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/Logística empresarial**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BERTAGLIA, P.R. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

BOWERSOX, D.J.; CLOSS, D.J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2010.

CARVALHO, J.L.F.; MOREIRA, J.C.S. Investigando o roubo de cargas nas rodovias brasileira a partir da percepção dos atores envolvidos com o problema. **Gestão & Regionalidade**, São Caetano do Sul, v.27; n.29; jan/abr.2011.

DIAS, M.A.P. **Logística, transporte e infraestrutura: armazenagem, operador logístico, gestão via TI, multimodal**. São Paulo: Atlas, 2012.

FARIA, A.C.; COSTA, M.F.G. **Gestão de custos logísticos**. São Paulo: Atlas, 2005.

FIRJAN-FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.(2018). **O impacto econômico do roubo de cargas no estado do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-economia/o-impacto-economico-do-roubo-de-cargas-no-estado-do-rio-de-janeiro.htm>>. Acesso em:01 out./2019.

GAMEIRO, A.H.; CAIXETA-FILHO, J.V. O desaparecimento de cargas e o seguro no transporte rodoviário brasileiro. **Transportes**, Rio de Janeiro, v.10, n.02, p.87-105, 2002.

GOLDENSTEIN, M.; ALVES, M.F.; AZEVEDO, R.L.S; A indústria de implementos rodoviários e sua importância para o aumento da eficiência do transporte de carga no Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n.24; p.241-260, set./2016.



HEINRICH, J.S.S. **Aplicação da análise de riscos a atividades do transporte rodoviário de carga geral.** São Paulo: 2004.

HIJJAR, M.F.(2008). **Preços de frete rodoviário no Brasil.** Disponível em: <[http://www.guiadotrc.com.br/tabelasdefrete/artigos/Pre%C3%A7os\\_de\\_Frete\\_Rodovi%C3%A1rio.pdf](http://www.guiadotrc.com.br/tabelasdefrete/artigos/Pre%C3%A7os_de_Frete_Rodovi%C3%A1rio.pdf)>. Acesso em: 28 out./2019.

INSTITUTO DE SEGURANÇA PÚBLICA DO RIO DE JANEIRO. (2018). Relatório de Roubo de Cargas, Disponível em: <[http://arquivos.proderj.rj.gov.br/isp\\_imagens/uploads/RelRouboCarga2016.pd](http://arquivos.proderj.rj.gov.br/isp_imagens/uploads/RelRouboCarga2016.pd)>. Acesso em: 02 set./2019.

NTC&Logística-ASSOCIAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE DE CARGAS E LOGÍSTICA.(2018). **NTC&Logística divulga estatística nacional de roubo de carga.** Disponível em: <<http://www.portaintc.org.br/outros/ntc-divulga-estatistica-de-roubo-de-cargas-em-2017/59596>>. Acesso em:02 set./2019.

RNTRC.(2018). **Registro Nacional de Transportadores Rodoviários de Carga-RNTRC.**Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/cargas/arquivos/RNTRC.html>>. Acesso em:02 set./2019.

VERGARA, S.C. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração.** 16.ed. São Paulo: Atlas, 2016.

## CARACTERIZAÇÃO DO CANAL LOGÍSTICO REVERSO: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE AUTOPEÇAS E MECÂNICA EM SÃO LUÍS

Data de aceite: 22/04/2021

Data de submissão: 07/03/2021

### **Marco André Matos Cutrim**

Universidade Ceuma  
São Luís – MA

<http://lattes.cnpq.br/5495619964194091>

### **Jadna Karine Santos Monteiro**

Universidade Ceuma  
São Luís – MA

<http://lattes.cnpq.br/6111485921281276>

### **Antonilton Serra Sousa Junior**

Universidade Ceuma  
São Luís – MA

<http://lattes.cnpq.br/0997929377091657>

### **Jardel Carlos Ferreira Nunes**

Universidade Ceuma  
São Luís – MA

<http://lattes.cnpq.br/9116537771452552>

### **Jéssica dos Santos Maia**

Universidade Ceuma  
São Luís – MA

[lattes.cnpq.br/4752951958951170](http://lattes.cnpq.br/4752951958951170)

**RESUMO:** Uma empresa de autopeças e mecânica, com sua prestação de serviço, gera um acúmulo de materiais. Esses resíduos gerados são descartados por vezes de forma irregular, tornando-se uma empresa não sustentável, que prejudica a si mesma, sociedade e o ambiente, trazendo danos irreparáveis, por isso é de suma importância possuir um Canal Logístico para o

tratamento desses resíduos, além de cumprir determinações legais. O objetivo deste artigo é a caracterização de um canal logístico reverso em uma empresa de autopeças e mecânica. Foi realizado através de estudo de caso, apresentando uma abordagem quantitativa, com o objetivo de medir a quantidade de materiais gerados pela empresa, somado a entrevistas e observações. Para dar suporte ao estudo, foi realizada a pesquisa bibliográfica, em autores que tratam sobre o tema abordado; resíduos e suas relações com o meio ambiente e sociedade. Ao final do estudo, foi possível observar a caracterização de um canal logístico para o tratamento de resíduos gerados pela empresa e as dificuldades encontradas para executar o plano da logística e armazenar os resíduos gerados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Autopeças; Resíduos; Descarte; Logístico; Lei.

### REVERSE LOGISTIC CHANNEL CHARACTERIZATION: A CASE STUDY IN AN AUTOMOBILE AND MECHANICAL COMPANY IN SÃO LUÍS CITY

**ABSTRACT:** A company of auto parts and mechanical, in their provision of services, generates an accumulation of materials. These residues generated are discarded by times of irregular shape, becoming a company is not sustainable, that prejudice itself, the environment and society, bringing irreparable damage, so it is of the utmost importance have a Logistics Channel for the treatment of waste, in addition to complying with legal determinations. The objective of this article is the characterization of

reverse logistics channel in a company of auto parts and mechanics. Was performed through a case study, presenting a quantitative approach, with the aim of measuring the quantity of materials generated by the company added to interviews and observations. To support the study was conducted bibliographic research, in authors who deal on the reverse logistics; waste and its relations with the environment and society. At the end of the study, it was possible to observe the characterization of a logistics channel for the treatment of waste generated by the company and the difficulties encountered in executing the logistics plan and storing the waste generated.

**KEYWORDS:** Auto parts; Waste; Discard; Logistic; Law.

## 1 | INTRODUÇÃO

Diante das alterações de mercado, como o interesse da sociedade por soluções em sustentabilidade ambiental, as empresas vêm estudando uma forma ágil de inserção em uma realidade ecologicamente correta. Nesta realidade, a logística reversa nas empresas de autopeças e mecânicas, tem como objetivo o cuidado com o âmbito ambiental, pois a destinação correta de resíduos, tais como: óleos lubrificantes, as garrafas de óleo, pneus e baterias utilizadas nos veículos ou recebidas por clientes, tem como resultado momentâneo ou duradouro prazo a preservação do ambiente.

A importância deste canal, também se dá pelo fato de que este segmento possui uma relevante atuação no país, tornando-se importante para economia, originando uma grande quantidade destes resíduos. O retorno dos resíduos ao comércio diminui gastos com matéria-prima de diversos produtos, podendo ser reciclados, reutilizados, refinados etc.

A destinação correta de resíduos deve estar no pilar da boa gestão da empresa, pois é primordial. Não sendo descartados acertadamente poderão prejudicar o meio ambiente, gerando danos irreparáveis. Garantir estabilidade no mercado competitivo, também é uma prioridade para as empresas, pois a saúde ambiental é um dos pilares da sustentabilidade empresarial construindo uma imagem positiva junto ao consumidor. Também se torna importante para o aspecto legal, pois é determinado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos- Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010).

Este artigo tem por objetivo a caracterização do canal logístico reverso numa empresa autopeças e mecânica. Para isto o trabalho está estruturado em introdução e referencial teórico, onde são abordados conceitos sobre logística empresarial, canal logístico reverso e sua importância, em seguida é apresentado o estudo de caso, posteriormente são apresentadas as análises e, por fim, a conclusão obtida após o estudo.

## 2 | REFERENCIAL TEORICO

### 2.1 Logística empresarial

A logística já participava da rotina em meio à sociedade, porém tornou-se uma estratégia competitiva de suma importância, após a Segunda Guerra Mundial. Também como preparativo para a Guerra do Golfo, os Estados Unidos e seus aliados necessitaram transferir elevadas quantidades de insumos a largas distâncias em tempo reduzido. No decorrer da história das guerras, o homem tem tido êxitos e derrotas através da logística, ou pela falta dela, respectivamente. A importância da logística foi perfeitamente compreendida e utilizada pelos generais das guerras, entretanto, em um tempo passado as empresas aceitaram o impacto essencial que a direção logística tem no alcance da vantagem competitiva.

A concorrência no mercado é uma guerra que não difere muito do campo de batalha em sua essência. Segundo Buller (2012) pode analisar que a logística tem como oportunidade otimizar custos e serviços atendimento aos clientes. Tem por designio corresponder os requisitos dos clientes e com custos reduzidos, de forma que conduza desde a entrada até o consumidor final, e sempre em conformidade.

O primeiro passo da logística no mercado tem como tática competitiva conhecê-lo e mapeá-lo mediante uma análise por setor e pela estrutura, a fim de definir o posicionamento desejado. Conhecer e entender a dinâmica do mercado permite a tomada de decisão sobre o que a organização deseja alcançar. Com a mudança na economia e a necessidade de se atuar em um mercado mais competitivo, mudou-se a percepção sobre a logística.

A boa coordenação de fluxo de entrada de material, estoque de matéria-prima, processamento, armazenagem e o fluxo de saída do material, no âmbito de produção de produtos, seja ela bens ou serviços, tem como consequência a produção de resíduos. Com isso torna-se necessária a utilização de outro ramo da Logística, sendo ela a Logística Reversa.

### 2.2 Canal logístico reverso

A logística reversa define-se como um dos instrumentos utilizados para a execução da responsabilidade associada pelo ciclo da vida dos produtos. Segundo Leite (2003, p.16-17) “[...] A logística reversa é entendida como a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes”.

De acordo com Lacerda (2002), a logística reversa é conhecida como um processo que engloba a Tradicional Logística, pois possuía o intuito de levar produtos até o consumidor final, porém o Reverso se dá pelo retorno dos produtos inutilizados ao início do ciclo.

Sua atuação pode ser através de duas grandes áreas, a primeira é a logística reversa de pós-venda, que tem por objetivo devolver o valor a um produto outrora inutilizado, comercialmente. “Logística reversa de pós-venda ocupa-se do equacionamento e da

operacionalização do fluxo físico e das informações logísticas correspondentes de bens de pós-venda, não usados ou com pouco uso” (IZIDORO, 2015, p.14). O retorno desses materiais inutilizados se dá devido a avarias, mau funcionamento e dentre outros.

A outra área dessa logística é a de pós-consumo, quem tem como desígnio a operação do fluxo físico e dos produtos de consumo que são desprezados pela sociedade, mas que retomam a etapa de produção, por meio de canais de distribuição reversos específicos, “Logística reversa de pós-consumo tem como objetivo agregar valor a um produto constituído por bens que não servem mais ao proprietário original, [...] por terem chegado ao fim da vida útil” (IZIDORO, 2015, p. 14). Esses produtos poderão ser destinados para remanufatura, canais reversos de reuso ou reciclagem, até a sua destinação final.

Os ciclos da logística reversa podem originar outros meios de destinação, por exemplo: Reciclagem, aterro de incineração e refino. Segundo Guide et al. (2002 apud Xaviel et al., 2013) “[...] A recuperação de um produto pressupõe: aquisição do produto (ou material) usado; Logística Reversa; distribuição (teste, classificação, separação); remanufatura/reparo e a revenda”. A logística reversa pode preocupar-se com as operações necessárias para o reuso de resíduos inutilizados, tornando-se indispensável para esse procedimento, pois controla sua coleta até o seu reaproveitamento, que viabiliza as oportunidades que esse canal pode proporcionar, sendo elas: financeiras e ambientais.

Para a Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010) que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a Logística Reversa é considerada um instrumento para o desenvolvimento econômico e social, somado um grupo de ações, métodos e formas de destinação de forma que proporcione a coleta e a devolução dos resíduos ao âmbito empresarial, para o seu reaproveitamento, em ciclos anteriores ou em outros produtivos, ou métodos de reutilização, reciclagem, refino ou outros meios, desde que sejam autorizadas pelos órgãos competentes.

## **2.3 Resíduos**

Empresas de autopeças e mecânica tem uma grande demanda de resíduos sólidos, inutilizados. Nos termos do artigo 7º da lei 12.305/2010, foram estabelecidos os principais objetivos da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, destacando-se a proteção da saúde pública e ambiental, por isso a finalidade correta deste, é de suma importância. Exemplo disto tem-se o Pneu, Garrafas de Plástico, utilizados na armazenagem do Óleo lubrificante e o próprio óleo lubrificante. O pneu deixado na oficina e que não terá uma destinação correta, trará as consequências de: biodegradação, pois possui um elevado tempo de deterioração, contaminado o solo, rios e etc.; de saneamento básico, pois são fontes para várias doenças: dengue, malária, febre amarela.

As garrafas de plástico dos óleos trazem uma preocupação à sociedade atual. Segundo Braga (2002 apud Tenório e Espinosa, 2004), pode-se destacar que os rejeitos plásticos acumulados no meio ambiente, contribuem problemas na impermeabilização dos

solos, assoreamento de lagos e rios, elevação do volume de lixões com proliferação de doenças, por se degradarem muito lentamente. Porém tanto as garrafas, quanto o Pneu, têm opções de serem reutilizados, reciclados ou participarem da cadeia da logística reversa.

O Óleo Lubrificante pode contaminar o solo, meio aquoso e a atmosfera, pois possui hidrocarboneto e seus aditivos, tendo seu maior impacto a poluição das águas, pois forma uma camada fina em sua superfície, que bloqueia a passagem da luz e ar, que impede a respiração da fauna marinha e a fotossíntese da flora, suprimindo qualquer vida no ambiente. “[...] causam prejuízos a determinadas regiões, economicamente dependentes da pesca e turismo, ou seja, os custos de reparação podem ultrapassar valores muito altos”. (BARBOSA E IBRAHIN, 2014, p.87), por isso é viável direcionar esse resíduo de forma correta, sendo ela a refinação.

As baterias do carro, descartadas inadequadamente podem impactar de forma negativa o meio ambiente, pois são compostas de chumbo, hidrogênio e enxofre, estes em contato com o solo, podem contaminá-lo, trazendo prejuízos também para a saúde humana, causando graves doenças e sérios riscos de vida. Por isso uma destinação correta, com a definição de um canal logístico reverso, para baterias automotivas, é de grande valia para o homem e para o ambiente.

## **2.4 A importância do canal logístico**

### *2.4.1 Aspectos legais*

#### *2.4.1.1. Logística reversa e ambiental*

A consciência de preservação ambiental culminou na edição da Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010), que institui a PNRS. Nos termos da PNRS a logística reversa constitui no ensinamento para desenvolver economicamente e socialmente caracterizando-se por várias ações, comportamentos e meios destinados a realizar a coleta, para restituir os resíduos sólidos, a fim de retornarem para a empresa em si, para outros ciclos produtivos ou outras destinações corretas.

Com a conceituação de logística reversa, a PNRS positiva a relevância de implementar este instrumento de destinação de resíduos impondo o ônus da estruturação aos os fabricantes, distribuidores, importadores e comerciantes de pneus, baterias e lubrificantes, seus resíduos e recipientes, conforme o artigo 33 da referida Lei. Portanto a efetivação de um canal logístico reverso constitui um dever legal bem como um comprometimento social ambiental.

Mediante a Lei nº 11.445/2007, instituíram-se diretrizes e política nacional para o saneamento básico. Segundo Xavier e Corrêa (2013, p.80) “por contemplar os processos inerentes ao manejo de resíduos sólidos, e ainda especificar o controle social como mecanismo de atuação, essa lei tem relação direta com a logística reversa”. Caso não haja

um cumprimento das leis, o estabelecimento poderá ser multado, cujos valores variam para cada situação.

### *2.4.2 Aspecto econômico*

Possuir um sistema de reciclagem pode agregar valor econômico, logístico aos bens de pós-consumo e ecológico, pois cria possibilita a reintegração do material ao ciclo produtivo, constituindo uma economia reversa; já o sistema de reuso complementa a reutilização no bem de pós-consumo; e o sistema de incineração e refino na economia, pois transforma resíduos em outros produtos utilizados (LEITE, 2003).

O canal logístico e de seus ciclos direto ou indiretamente produtivo em uma empresa define-se pelo aspecto econômico enriquecido, por terem retorno financeiro ao desenvolver os resíduos aos seus respectivos fornecedores, pois recebem descontos na compra de novos produtos da mesma linha retornada, por exemplo, para as fabricas de baterias, óleos lubrificantes, ao retornar as garrafas de plástico, e de pneus, e retorno financeiro ao mandar para a reciclagem ou refino os outros resíduos não utilizados, como o óleo lubrificante e pneus.

## **3 | METODOLOGIA**

O artigo foi realizado através de estudo de caso, pois a pesquisa está inserida no contexto de uma empresa. Teve uma abordagem quantitativa, na análise da quantidade de materiais que são gerados pela empresa; de forma qualitativa com entrevistas, caracterizada pela descrição, avaliação e compreensão dos fatos, na realidade da empresa e o direcionamento dado aos seus resíduos. Para dar suporte ao estudo, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, buscando autores que tratem sobre a logística reversa; resíduos e suas relações com o meio ambiente e sociedade.

## **4 | ESTUDO DE CASO**

O estudo foi realizado em uma empresa de autopeças e mecânica, situada na cidade de São Luís-MA. A empresa tem como oferece serviços de troca de pneus, baterias e óleo de freios, gerando um acúmulo de materiais que se tornam inutilizados após o serviço de troca. Em entrevista, o gerente afirma que a maior dificuldade em estabelecer a logística reversa na empresa é a falta de empresas credenciadas para trabalhar com esse segmento. De acordo com dados fornecidos pela empresa, os resíduos gerados variam de acordo com o produto, como mostra a Figura 1:

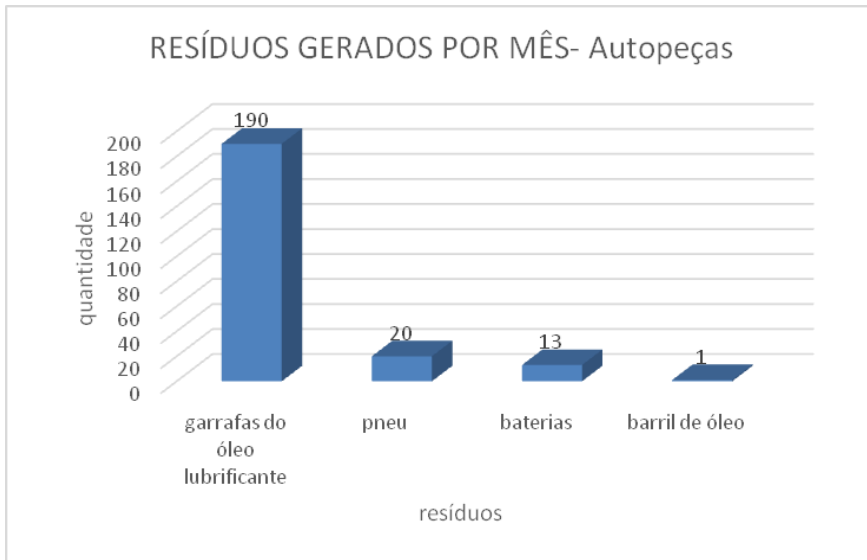


Figura 1 – Gráfico de resíduos

Fonte: Os autores (2019)

A partir da troca de óleo dos carros, gera-se o acúmulo das garrafas, os pneus podem ser devolvidos aos clientes ou deixados na empresa; as baterias dos clientes sempre ficam na empresa e os barris de óleo são preenchidos com o restante dos óleos que ficaram das garrafas. Um barril tem a capacidade de armazenar 200L de óleo lubrificante. Esses resíduos são descartados por vezes de forma irregular ou entregues as coletoras, que os direcionam para distribuidoras ou cooperativas. A coleta acontece da seguinte forma:

- a) Garrafas de óleo: Retira-se o que restou do óleo lubrificante e armazena-se em sacolas e tonéis. Porém esses recipientes ficam espalhados pela empresa. São recolhidas pela Cooperativa de Resíduos Industriais e Automotivos no Estado do Maranhão COOPGERA, que envia esse resíduo para uma empresa de reciclagem em Belém;
- b) Pneus: os Pneus que são trocados podem ser devolvidos para o cliente ou deixados na empresa. Quando deixados, são armazenados até serem recolhidos pela (SEMOSP) Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos;
- c) Baterias Automotivas: São recolhidas pela Distribuidora DISMAL, da MOURA baterias, para fazer novas;
- d) Óleo lubrificante: São recolhidos pela LuBrasil de Feira de Santana-BA, para serem direcionados às refinarias brasileiras.

Durante a entrevista, foi informado pelos funcionários que a entrega desses resíduos às suas determinadas coletoras demora mais que o esperado, acontecendo da



seguinte forma:

- a) Garrafas de óleo lubrificante: Segundo o contrato entre empresa e a responsável pela coleta, o serviço deve ser feito de dois em dois meses, porém acontece a cada seis meses. Enquanto permanecem na empresa, as garrafas ficam em sacos plásticos espalhados pela empresa ou em tonéis no estoque;
- b) Pneu: A coleta deve ser feita mensalmente, porém é feita a cada dois meses. Enquanto permanecem na empresa também permanecem espalhados;
- c) Baterias: São recolhidas de seis em seis meses. Enquanto permanecem na empresa ficam espalhadas;
- d) Barril de Óleo lubrificante: A coleta deve ser feita de dois em dois meses, porém acontece a cada seis meses. Enquanto permanecem na empresa, ficam espalhados pelo ambiente e expostos em lugares perigosos e inflamáveis.

O atraso faz com que todo esse resíduo permaneça no ambiente da empresa, aumentando o material acumulado.

## 4.1 Canal logístico reverso existente

### 4.1.1 Garrafas de óleo

As garrafas de óleo são recolhidas pela COOPGERA, esse resíduo é enviado a uma empresa de reciclagem situada em Belém-PA, porém não foram encontrados dados sobre essa empresa. Esse ciclo se caracteriza como logística reversa indireta, pois não volta para o fabricante de origem e sim passa por outra empresa para reciclar. A Figura 2 apresenta o ciclo das garrafas de óleo.



Figura 2 – Ciclo das garrafas de óleo

Fonte: Os autores (2019)

### 4.1.2 Pneus

Os pneus coletados pela SEMOSP (figura 3) são direcionados a um ECOPONTO específico para coletar pneus, deste ECOPONTO são recolhidos por uma organização vinculada à Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP). Nesta entidade o pneu é decomposto e sua borracha é separada e triturada, para servir de alimentação para fornos de fábricas de cimento ou cal, em cidades do Nordeste o aço também é retirado.

Esse processo se caracteriza por uma das ramificações da logística reversa, a reciclagem.



Figura 3 – Ciclo dos pneus

Fonte: Os autores (2019)

#### 4.1.3 Baterias

A empresa compra a bateria, vende para o cliente e recebe de volta quando esta estiver inservível. Essa bateria é recolhida pela DISMAL, que é a distribuidora da fabricante moura, reciclando todos os materiais que compõem a bateria e retornando ao mercado. Com a entrega das baterias velhas à fabricante, a empresa recebe descontos na aquisição de novos lotes. Esse processo se caracteriza como uma logística reversa direta, pois a coleta é feita pela própria fabricante dando ao resíduo uma reciclagem e a volta para o mercado como um novo produto (figura 4).

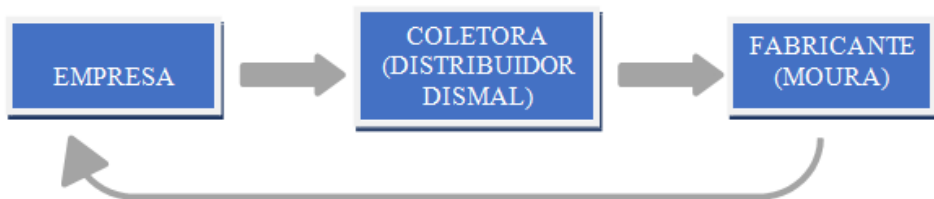


Figura 4 – Ciclo das baterias

Fonte: Os autores (2019)

#### 4.1.4 Óleo lubrificante

A empresa armazena o óleo em tonéis, que são levados pela coletora Lubrasil, destinando-os às refinarias do Brasil, tornando-se óleos básicos refinados. Posteriormente, são devolvidos as suas produtoras, tornando-se óleo lubrificante acabado, e então são revendidos para as empresas. Esse processo caracteriza uma logística reversa direta, pois o canal é feito diretamente com a empresa fabricante, que recicla e faz o retorno para a empresa como um novo produto (figura 5).



Figura 5 – Ciclo do óleo lubrificante

Fonte: Os autores (2019)

## 5 | MÉTODO DE COLETA ADOTADO PELA EMPRESA

Diante das observações feitas, a empresa não adota a coleta de lixo seletiva, tanto dos resíduos estudados, quanto de outros presentes na empresa, sendo eles: papéis, metais, fios, etc. Por isso, causa acúmulos de lixo presentes principalmente na parte superior do prédio, onde funcionam o estoque e depósito, ficando também espalhados pelo entorno da empresa, gerando um ambiente inapropriado de trabalho para os colaboradores e prejudicando o meio ambiente.

## 6 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diante do que foi observado, constatou-se que a definição de um canal logístico reverso se dá por disponibilidade da empresa e sua vontade de cooperar com o meio ambiente e manter contato com coletoras, que darão o direcionamento correto aos resíduos gerados. A empresa foco do estudo, apesar de obter esses contatos, sofre com a demora desses coletores, por isso tem-se as seguintes propostas, para melhorar a Logística reversa dos seguintes resíduos:

- a) Garrafas do Óleo lubrificante: Permanecer com o auxílio da COOPGERA, mas enquanto os resíduos não são recolhidos, devem ser mantidos de forma correta, não sendo deixados espalhados pela empresa, mesmo em sacos plásticos. E se houver uma grande demanda, podem ser levados à ECOPONTOS. Também existe o programa Sistema Logística Reversa, da empresa Shell Brasil, devendo a empresa se credenciar e seguir as regras de coleta.
- b) Pneu: Permanecer com a coleta da SEMOSP, porém armazená-los de forma correta, para que não entulhe no ambiente da empresa. Caso ocorra um acúmulo expressivo desse resíduo, a empresa pode conduzi-los para o ECOPONTO mais próximo.
- c) Baterias: Permanecer com a coletora DISMAL, porém como a coleta é feita de seis

em seis meses, essas baterias inutilizadas, também devem permanecer estocadas em um lugar apropriado, de uma forma que não fiquem acumuladas pela empresa.

d) Tonéis de óleo lubrificante: Permanecer com a coletora LuBrasil, porém de forma direta, para que não haja tanto atraso dessas coletas. Enquanto não ocorra, os tonéis devem permanecer estocados em lugares apropriados, longe de substâncias inflamáveis.

A empresa deve adotar a coleta seletiva, espalhando pelo seu ambiente os cestos próprios para a seleção desse tipo de lixo, para dar o direcionamento correto aos detritos gerados e facilitar a coleta, favorecendo o meio ambiente. Aplicar o 3º Senso da ferramenta 5S, Senso de limpeza, pois encaminhando ou estocando acertadamente esse lixo, proporcionará um ambiente mais agradável para seus clientes e funcionários.

Deve-se também, seguir tudo o que está previsto na lei nº 12.305, artigo 3º: que haja um acordo setorial entre o poder público, importadores, distribuidores, etc., pretendendo a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto. A destinação final desses resíduos deve estar em prioridade nesse setor, seja ela a logística reversa direta, ou a indireta, como o reuso, reciclagens, refinis, de forma que haja reintegração ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), entre elas a disposição final, analisando normas distintivas de operações de modo a evitar danos ou riscos à saúde da população, à segurança e a reduzir categoricamente os impactos ambientais.

## 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como finalidade a caracterização de um canal logístico em uma empresa de autopeças e mecânicas maranhense. Por meio deste estudo foi possível observar a caracterização de um canal logístico para o tratamento de resíduos gerados pelo local estudado e as dificuldades encontradas pela empresa em executar o plano da logística e as dificuldades em armazenar os resíduos gerados.

Observando-se o canal logístico existente na empresa, conclui-se que sua existência se dá pelo contato da empresa e seus distribuidores, e com cooperativas, que enviam esses resíduos à destinação correta, porém há dificuldades em razão da demora na coleta. Há uma dificuldade maior em não ter empresas especializadas em oferecer os serviços recolhimento, e tratamento desses materiais na cidade de São Luís, elevando os custos.

A empresa consciente que deve coletar e armazenar esses resíduos de forma correta traz vantagens para si e para o ambiente, e ocorrendo a demora do canal logístico reverso a empresa deverá ter outros meios de destinação dos resíduos bem como a armazenagem destes no seu ambiente. Observou-se a não existência da coleta seletiva na organização estudada e sugere-se que tal prática seja adotada como forma de organização dos detritos, pois trará inúmeros benefícios.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, R E IBRAHIN, F. **Resíduos Sólidos-Impactos, Manejo e Gestão Ambiental**. São Paulo: Érica, 2014.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 4 mai. 2019.

BRASIL. **Lei nº 11.445/2007**. Estabelece diretrizes nacionais para resíduos sólidos. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)>. Acesso em: 9 mai. 2019.

BULLER, Luz Saele. **Logística empresarial**. ed. revisada. Curitiba. Editora IESDE Brasil, 2012.

IZIDORO, Cleyton. **Logística reversa**. 3. ed. São Paulo. Brasil. Editora Saraiva. 2015. 14p.

LACERDA, L. **Logística Reversa** – Uma Visão Sobre os Conceitos Básicos e as Práticas Operacionais. Revista Tecnologista. 2002.

LEITE, P. R. **Logística Reversa**. São Paulo: Prentice Hall, 2003. SINDIREPAMA. Disponível em: <[http://sindirepama.com.br/sindirepa\\_mar/index.php/parceiros](http://sindirepama.com.br/sindirepa_mar/index.php/parceiros)>. Acesso em: 9 mai. 2019.

TENÓRIO, J. A. S.; ESPINOSA, D. C. R. **Controle Ambiental de Resíduos**. In: PHILIPPI Jr, A.; ROMÉRO, M. de A.; BRUNA, G. C. Curso de Gestão Ambiental, Barueri, SP: Manole, 2004. (Coleção ambiental; 1).

XAVIER, L. E CORRÊA, H. **Sistemas de Logística Reversa**: criando cadeias de suprimento sustentáveis. São Paulo: Atlas S.A, 2013.

## PROCEDIMENTO DE TRANSIÇÃO DA *GRID* TOPOLÓGICA PARA A *GRID* GEOMÉTRICA NO PROCESSO DE OTIMIZAÇÃO DAS FACILIDADES NO *LAYOUT* DE UM ESTALEIRO

Data de aceite: 22/04/2021

### Henry Joel Segho Amani

SEP – Departamento de Engenharia de Produção da EESC – Escola de Engenharia de São Carlos/UPS – Universidade de São Paulo  
São Carlos  
<http://lattes.cnpq.br/2080896125545775>  
<https://bv.fapesp.br/en/pesquisador/709510/henry-joel-segho-amani/>

### Walther Azzolini Junior

SEP – Departamento de Engenharia de Produção da EESC – Escola de Engenharia de São Carlos/UPS – Universidade de São Paulo  
São Carlos  
<http://lattes.cnpq.br/8232998169861866>  
(0000-0002-0387-661X) - ORCID

**RESUMO:** Há diferentes métodos de solução do problema de planejamento de instalações de Layout. Métodos aplicados com o objetivo de minimizar o custo de movimentação de materiais entre diferentes postos de trabalho. No caso de estaleiros há uma divisão por processos de fabricação por departamento, o que requer uma matriz de fluxo estruturada a partir do volume de material a ser transferido entre os departamentos do estaleiro em uma sequência lógica de fabricação e montagem. O presente trabalho é o resultado do projeto de pesquisa que divide o problema em dois estágios: o primeiro estágio com o propósito de otimização topológica, visa reduzir a distância entre os departamentos considerando as restrições de aproximação e volume de materiais com

o uso de um algoritmo genético. A partir do resultado do 1º estágio que define a posição dos centroides dos departamentos em um grid pré-dimensionada, os centroides são transcritos para a grid que representa o terreno real do estaleiro respeitando a aproximação do 1º estágio. O procedimento de transição apresentado neste trabalho tem a função de transferir os centroides respeitando as dimensões dos departamentos e as restrições de aproximação e espaço físico do terreno real. A partir da posição dos centroides é aplicado no 2º estágio outro algoritmo, podendo ser outro genético ou um algoritmo de crescimento estocástico. Os resultados obtidos são apresentados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Problema instalação de layout; Estaleiros; Procedimento de transição

### TRANSITION PROCEDURE FROM THE TOPOLOGICAL GRID TO THE GEOMETRIC GRID IN THE PROCESS OF OPTIMIZING FACILITIES IN THE LAYOUT OF A SHIPYARD

**ABSTRACT:** There are different methods of solving the Layout installation planning problem. Methods applied in order to minimize the cost of moving materials between different jobs. In the case of shipyards, there is a division by manufacturing processes by department, which requires a flow matrix structured from the volume of material to be transferred between the shipyard departments in a logical manufacturing and assembly sequence. The present work is the result of a research project that divides the problem into two stages: the first stage for

the purpose of topological optimization, aims to reduce the distance between departments considering the restrictions of approach and volume of materials using an algorithm genetic. From the result of the 1st stage that defines the position of the centroid of the departments in a pre-dimensioned grid, the centroids are transcribed to the grid that represents the real terrain of the shipyard respecting the approach of the 1st stage. The transition procedure presented in this work has the function of transferring the centroid respecting the dimensions of the departments and the restrictions of approach and physical space of the real terrain. From the position of the centroid, another algorithm is applied in the 2nd stage, which may be another genetic or a stochastic growth algorithm. The results obtained are presented.

**KEYWORDS:** Facility Layout Problem; Shipyards; Transition procedure.

## OBJETIVOS

Há na literatura trabalhos com a aplicação de métodos de programação matemática para a solução do problema de facilidades de *layout* (*Facility Layout Problem* (FLP)). O presente trabalho é parte de um projeto de pesquisa que estuda o FLP com a divisão do método de solução em dois estágios: o primeiro estágio trata da otimização por aproximação dos departamentos de um estaleiro a partir da matriz de fluxo e do cálculo da distância euclidiana considerando uma matriz  $n \times m$  com espaços individuais dos departamentos iguais a  $1 \times 1$ . Após a distribuição dos departamentos considerando o fluxo de material entre os departamentos e as restrições de aproximação a função objetivo de minimização do custo de movimentação define uma solução próximo do ótimo com o uso de algoritmos genéticos. Com o resultado do 1º estágio os centroides dos departamentos, de acordo com o resultado, são transferidos para a *grid* geométrica que representa o terreno do estaleiro em escala. O objetivo do procedimento de transição apresentado neste trabalho é a transferência dos centroides dos departamentos da *grid* do 1º estágio para a *grid* do 2º estágio quando o processo de otimização entra na última fase de definição da configuração de *layout*.

## MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

A Figura 1 apresenta o pseudocódigo correspondente ao procedimento de transição entre as *grid* s topológica e geométrica.

Como dados de entrada são considerados o número de departamentos  $N$ , a lista de departamentos com posições fixas e suas coordenadas *fixedPos* quando há e a lista de pares de departamentos com restrição de adjacência e alinhamento *dep\_constraints*

- 01– >> Criar vetor de zeros *solution* de tamanho  $N$ ;
- 02– >> Criar vetor de zeros *array\_pos* de tamanho  $N$ ;
- 03– >> Se houverem departamentos com posição fixa
- 04– >> >> Para cada departamento  $i$  com posição fixa

```

05->> >> >> solution(i) = -1;
06->> >> >> Calcular a posição j de i no vetor de posições, de acordo com as
coordenadas em fixedPos;
07->> >> >> array_pos(j) = i;
08->> Se houverem departamentos com restrição de adjacência
09->> >> Para cada departamento i que não possuir restrição de adjacência
10->> >> >> solution(i) = rand();
11->> >> Armazenar o estado atual de solution;
12->> >> Para cada item i em dep_constraints
13->> >> >> Se algum dos departamentos já estiver adicionado ao vetor
array_pos
14->> >> >> >> Inserir o departamento da dupla que ainda não foi
adicionado. Esse departamento terá sua posição escolhida aleatoriamente dentre
um espaço amostral composto apenas por posições que não desrespeitem as
restrições impostas;
15->> >> >> >> Caso não seja possível, restaurar o estado de solution para
o armazenado no passo 12 e voltar ao passo 13;
16->> >> >> Se não
17->> >> >> >> Inserir o primeiro departamento de modo totalmente aleatório;
18->> >> >> >> Inserir o departamento restante. Esse departamento terá
sua posição escolhida aleatoriamente dentre um espaço amostral composto apenas
por posições que não desrespeitem as restrições impostas;
19->> >> Criar um vetor order vazio;
20->> >> Para cada departamento i em solution
21->> >> >> Se solution(i) > 0
22->> >> >> >> Se order estiver vazio
23->> >> >> >> >> order(1) = i;
24->> >> >> >> Se não
25->> >> >> >> >> j = 1;
26->> >> >> >> >> Inicia loop;
27->> >> >> >> >> >> Se j == length(order) + 1
28->> >> >> >> >> >> >> Adicionar i na última posição do vetor order;
29->> >> >> >> >> >> >> Sair do Loop;
30->> >> >> >> >> >> Se não, se solution(i) >= solution(order(j))

```



```

31->>>>>>>>> j = j + 1;
32->>>>>>>> Se não
33->>>>>>>>> Se j == 1
34->>>>>>>>>> Adicionar i na primeira posição do vetor
order;
35->>>>>>>>>> Se não
36->>>>>>>>>>> Adicionar i entre as posições j-1 e j;
37->>>>>>>>>>> Sair do Loop;
38->>>> Para cada posição i em array_pos
39->>>>> Se array_pos(i) == 0
40->>>>>>> array_pos(i) = order(1);
41->>>>>>>>> order(1) = [ ];
42->>>>>>>>> Se order estiver vazio
43->>>>>>>>>>> Sair do loop;
44->>>>>>> Para cada departamento i em solution
45->>>>>>>>> Se solution(i) == 0
46->>>>>>>>>>>> pos = posição do departamento i em array_pos;
47->>>>>>>>>>>>> Encontrar uma posição posJ o mais próximo possível de
pos, sendo que
48->>>>>>>>>>>>>>> solution(array_pos(posJ)) > 0 e posJ < pos;
49->>>>>>>>>>>>>>> Encontrar um departamento posK o mais próximo possível
de i, sendo que
50->>>>>>>>>>>>>>>> solution(array_pos(posK)) > 0 e posK > i;
51->>>>>>>>>>>>>>>> Se for possível encontrar as posições posJ e posK
52->>>>>>>>>>>>>>>>>> solution (i) = (solution(array_pos(posJ)) + solution(array_
pos(posK)))/2;
53->>>>>>>>>>>>>>>>>> Se não, se foi possível encontrar a posição posJ
54->>>>>>>>>>>>>>>>>>>> solution(i) = solution(array_pos(posJ)) +
55->>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>> (1 - (solution(array_pos(posJ)))/2;
56->>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>> Se não
57->>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>> l>> solution(i) = solution(array_pos(posK))/2;
58->>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>> Se não

```

```

59- >> >> Para cada departamento i de solution
60- >> >> >> Se solution(i) == 0
61- >> >> >> >> solution(i) = rand();

```

Figura 1: Pseudocódigo correspondente ao procedimento de transição entre as *grid's* topológica e geométrica.

A transição é feita por meio de um algoritmo que analisa a posição dos departamentos resultantes do primeiro estágio, dividindo em grupos relativos à fileira horizontal dos departamentos. A *grid* se inicia na primeira coordenada em Y e na última em X ( $Y = 1$ ,  $X = 46$ )

A cada fileira escolhida é primeiro analisado se existe espaço suficiente para que todos os departamentos sejam organizados lado a lado. Caso não seja possível, é analisada a presença de algum departamento com posição fixa na fileira. Se houver esse departamento é colocado na sua posição pré-determinada.

Se não houver, é selecionado o departamento com maior extensão horizontal e é colocado nas atuais coordenadas X e Y. Em seguida, a coordenada X volta a 46 e a Y é acrescida do valor da extensão vertical do departamento adicionado.

Caso seja possível todos os departamentos serem organizados lado a lado são adicionados na fileira, na ordem proposta pelo resultado do primeiro estágio, tendo seus centroides em posições que respeitem suas dimensões horizontais e os fluxos de saída e chegada de material.

Em seguida, a coordenada X volta a 46 e a Y é acrescida do valor da maior extensão vertical dos departamentos adicionados. Esse processo se repete até que todas as fileiras tenham sido organizadas.

## RESULTADOS

A Figura 2 representa a distribuição dos centroides dos departamentos na *grid* Geométrica a partir do resultado selecionado do 1º estágio.

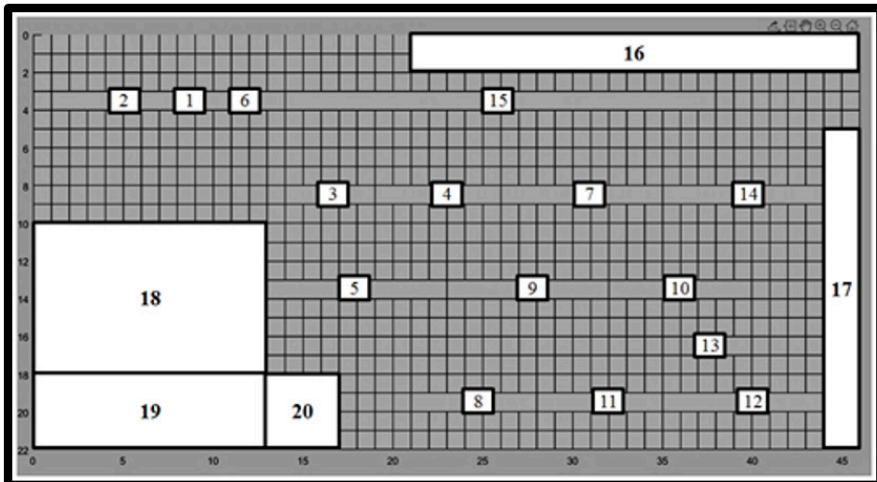


Figura 2: Representação Grid Geométrica – Terreno do Estaleiro com os centroides distribuídos

As Figuras 3 a 8 mostram o resultado do *layout* de dois cenários, assim como a dispersão da área requerida e da relação de aspecto comparando com o resultado do trabalho dos autores de Choi et al (2017).

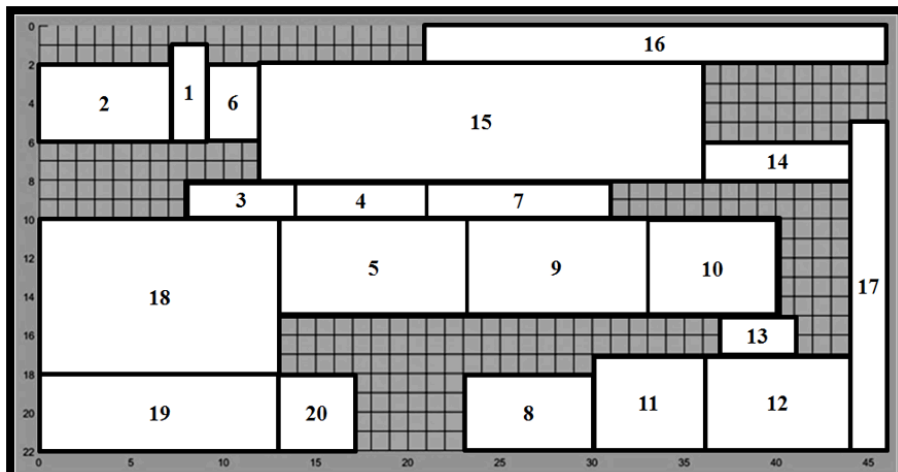


Figura 3: Algoritmo de Crescimento Estocástico (Cenário 1 – 2º Estágio)

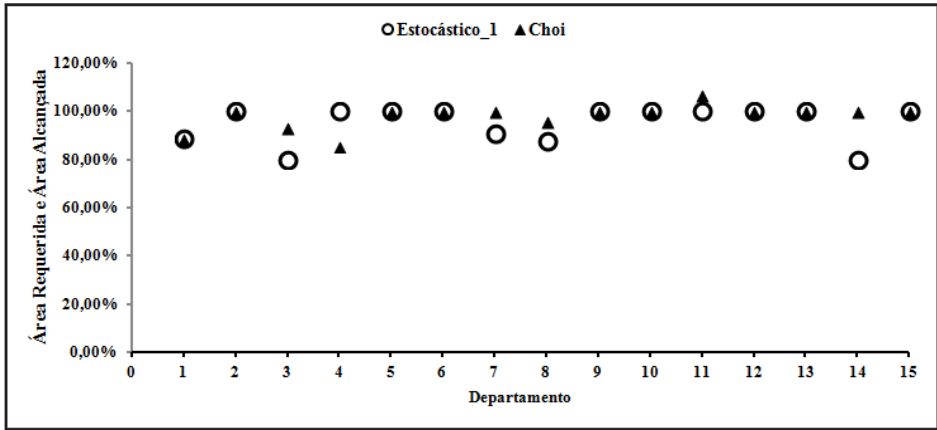


Figura 4: Algoritmo de Crescimento Estocástico (Cenário 1 – 2º Estágio – Área Requerida versus Área alcançada)

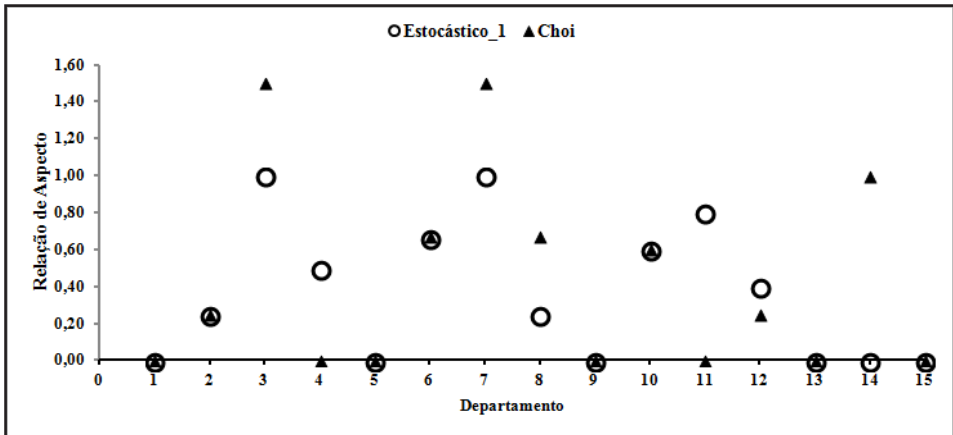


Figura 5: Algoritmo de Crescimento Estocástico (Cenário 1 – 2º Estágio – Relação de Aspecto Requerida versus Relação de Aspecto alcançada)

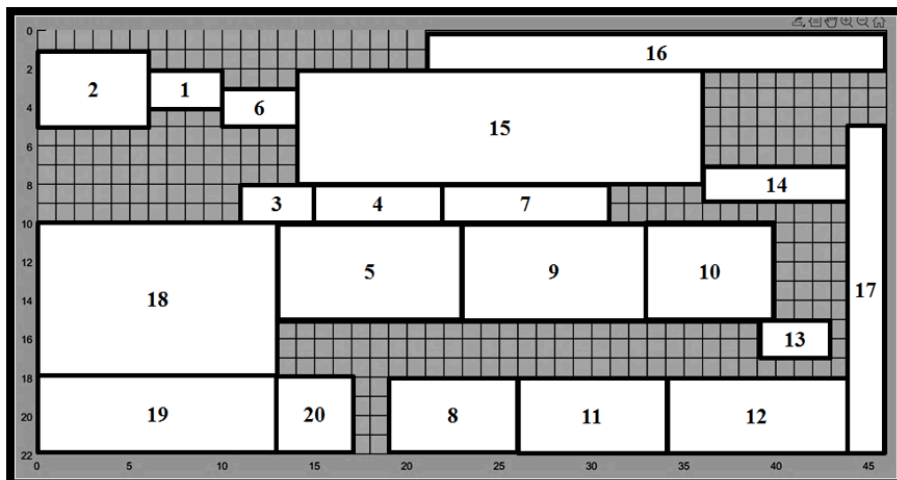


Figura 6: Algoritmo de Crescimento Estocástico (Cenário 2 – 2º Estágio)

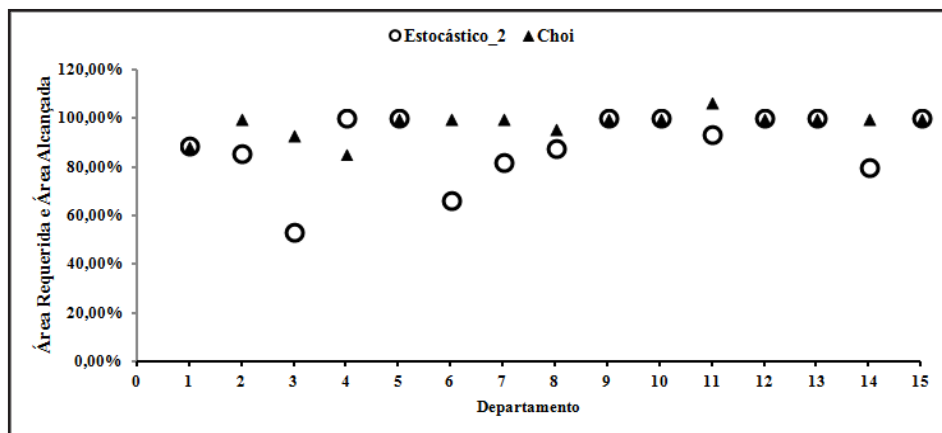


Figura 7: Algoritmo de Crescimento Estocástico (Cenário 2 – 2º Estágio – Área Requerida versus Área alcançada)

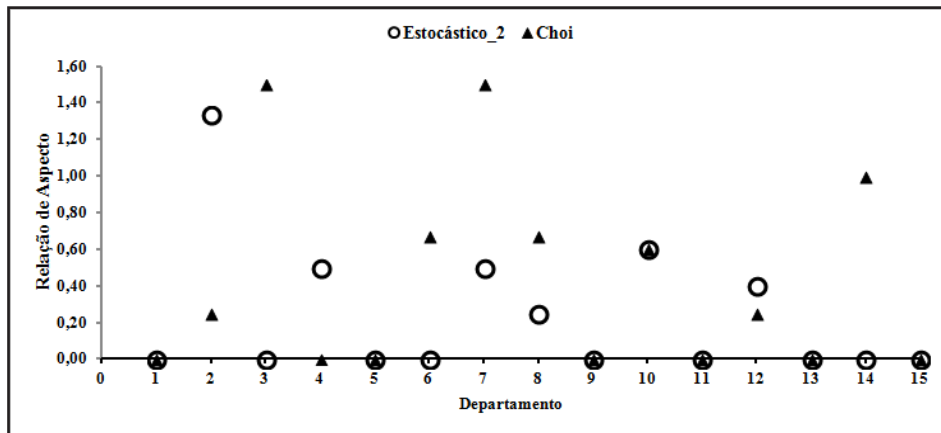


Figura 8: Algoritmo de Crescimento Estocástico (Cenário 2 – 2º Estágio – Relação de Aspecto Requerida versus Relação de Aspecto alcançada)

## CONCLUSÕES

A conclusão derivada destes gráficos aponta que houve redução considerável do valor das penalidades totais dos departamentos, ainda que tenham ocorrido piores pontuais em relação à satisfação dos requerimentos de área. Tal fator se deve aos pesos de penalidades dados a estas restrições, que são equivalentes.

Desta maneira não existe prioridade entre ambos, fazendo com que os valores que apresentarem menor intervalo de possibilidade (o intervalo das áreas possíveis se dá como  $[0, X_i]$ , sendo  $X_i$  o valor inteiro representante da área ideal de cada departamento  $i$  e  $X_i > 1$ , e o intervalo dos aspectos se dá, em todos os departamentos, como  $[0, 1]$ ) se tornem mais sensíveis e afetem mais facilmente o custo final.

Ao autores deste trabalho como objetivo futuro estão desenvolvendo, a partir dos resultados obtidos, um procedimento de transição com a incorporação dos dados da matriz de fluxo com o apoio da FAPESP (processo-2019\_18605-2).

## REFERÊNCIAS

A. De Freitas, (2012, Oct. 30). GA\_framework (MATLAB). [online]. Available: <https://sourceforge.net/projects/gatoolbox/files/>. File:GA\_Framework.zip.

A. Drira, H. Pierreval, S. Hajri-Gabouj, "Facility layout problem: a survey," Annual Reviews in Control. Vol. 31, no 2, pp. 255–267. 2007.

C. C. Murray, A. E. Smith, Z. Zhang, "An efficient local search heuristic for the double row layout problem with asymmetric material flow," International Journal Of Production Research European. Vol. 51, no 20, pp. 6129–6139. 2013.

E. K. Nick, "Fuzzy optimal allocation and arrangement of spaces in naval surface ship design," Doctorate Thesis, University of Michigan, 2008.

E. K. Nick Kirtley and University of Michigan, "Fuzzy Optimal General Arrangements in Naval Surface Ship Design," *Ship Technology Research*. *Ship Technology Research*. Vol. 56, no. 3, pp. 121-141. 2009. <https://doi.org/10.1179/str.2009.56.3.004>.

G. Aiello, M. Enea, G. Galante, "A multi-objective approach to facility layout problem by genetic search algorithm and ELECTRE method," *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*. Vol. 22, no 5, pp. 447–455. 2006.

H. Hosseini-Nasab, S. Fereidouni, S. M. T. F. Ghomi and M. B. Fakhrazad, "Classification of facility layout problems: a review study," *Eng. Rev., International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Vol. 94, pp. 957–977. July. 2017.

J. A. Tompkins, J. A. White, Y. A. Bozer and J. M. A. Tanchoco, *Facilities Planning*, 4th Edition, vol. 1, New York, NY, USA: John Wiley & Sons, INC, 2010, pp. 3–23.

J. O. Matson, J. M. Mellichamph, and S. R. Swaminathan, "EXCITE: expert consultant for in-plant transportation equipment," *International Journal of Production Research*, Vol. 30, no. 8, pp. 1969–1983. 1992. <https://doi.org/10.1080/00207549208948133>.

Jeong Donghwa, Seo Yoonho, "Golden section search and hybrid tabu search-simulated annealing for layout design of unequal-sized facilities with fixed input and output points," *International Journal of Industrial Engineering: Theory, Applications and Practice*. Vol. 25, no 3. 2018.

K. Gourdon and C. Steid, *Global Value Chains and the Shipbuilding Industry*, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2019, pp. 3–23.

L. R. Mundim, "Mathematical models and heuristic methods for nesting problems," Doctorate Thesis, University of São Paulo, 2017.

M. Choi, S. H. Kim, and H. Chung, "Optimal shipyard facility layout planning based on a genetic algorithm and stochastic growth algorithm," *Ships and Offshore Structures*. Vol. 12, no. 4, pp. 485-494. May. 2017. <https://doi.org/10.1080/17445302.2016.1176294>.

M. Parsons, Hyun Chung, E. K. Nick Kirtley, A. Daniels, Su Liu and J. Patel, "Intelligent Ship Arrangements (ISA): a New Approach to General Arrangement," *Naval Engineers Journal*, Vol. 120, no. 3, pp. 51-65. 2008.

M. Z. Allahyari, Azab Ahmed Azab, "Mathematical modeling and multi-start search simulated annealing for unequal-area facility layout problem," *Expert Systems With Applications*. Vol. 91, pp. 46–62. 2018.

P. Hungerlander, "Single row equidistant facility layout as a special case of single row facility layout," *International Journal of Production Research European*. Vol. 52, no 5, pp. 1257–1268. 2014.

S. Emami, A. S. Nookabadi, "Managing a new multi-objective model for the dynamic facility layout problem," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Vol. 68, no 9, pp. 2215–2228. 2013.

S. Xiaohong, "Facility Layout," Manufacturing System. Dr. Faieza Abdul Aziz (Ed.), ISBN: 978-953-51-0530-5, InTech, Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/manufacturing-system/facility-layout>. 2012.

Sumin Kang, Junjae Chae, "Harmony search for the layout design of an unequal area facility," Expert Systems With Applications. Vol. 79. pp. 269–281. 2017.

T. C. Koopmans and M. Beckmann, "Assignment problems and the location of economic activities," *Econometrica*. Vol. 25, no. 1, pp. 53-76. Jan. 1957.

T. D. Mavridou and P. M. Pardalos, "Simulated annealing and genetic algorithms for the facility layout problem: a survey," Computational Optimization and Applications. Kluwer Academic Publishers. Vol. 7, no. 1, pp. 111–126. Jan. 1997. <https://doi.org/10.1023/A:1008623913524>.

W. Azzolini, Jr., "Soluções subótimas: topológica e geométrica em relação ao planejamento de instalações de um estaleiro baseadas em algoritmos híbridos sequenciais e procedimento de transição," Tese de Livre Docência. Universidade de São Paulo. 2021.

W. Azzolini, Jr., and F. G. P. Azzolini, "Evolutionary Algorithm for Optimization Regarding the Planning of Topological Facilities in Layout of a Shipyard," *IEEE Latin America Transactions*, Vol. 17, pp. 1491-1500, Sept. 2019. <https://doi.org/10.1109/TLA.2019.8931143>.

W. Ming, H. H. Michael and K. Meei-Yuh, "A solution to the unequal area facilities layout problem by genetic algorithm," *Computers in Industry*. Vol. 56, pp. 207–220. 2005. <https://doi.org/10.2307/1907742>.

Xiea Yue, Zhoua Shenghan, Xiaoa Yiyong, S. Kulturel-Konak, A. Konak, "A  $\beta$ -accurate linearization method of Euclidean distance for the facility layout problem with heterogeneous distance metrics," *European Journal of Operational Research*. Vol. 265, pp. 26–38. 2018.

Z. Kalita, D. Datta, "A constrained single-row facility layout problem," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Vol. 98, pp. 2173–2184. 2018. <https://doi.org/10.1007/s00170-018-2370-6>.



## MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA DE MATERIAIS: APLICAÇÃO EM UMA EMPRESA DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA

*Data de aceite: 22/04/2021*

**Rafael Ferreira Almeida**

Instituto Militar de Engenharia - IME

**Paulo Afonso Lopes da Silva**

Instituto Militar de Engenharia - IME

**RESUMO:** O objetivo deste artigo é identificar qual método de análise de séries temporais tem menor erro de previsão, para gerar estimativas futuras mais assertivas. Na empresa em foco, as atividades relacionadas ao planejamento da demanda são realizadas na gestão de materiais, e a importância do estudo da previsão de demanda nesse contexto é melhorar o nível de suprimento de insumos aos reparos navais. A metodologia empregada foi, primeiro, analisar a eficiência do método de previsão utilizado, por meio do indicador de nível de serviço dos pedidos atendidos em relação aos solicitados. Após, se realizou uma classificação abc para priorização dos materiais que terão maior atenção no planejamento da demanda, porque os recursos são limitados. Identificaram-se 34 itens (10,93% do total) que representava 79,90% do valor de consumo dos últimos 12 períodos e, ao analisar o comportamento da série histórica de consumo do principal item classe a, através do sistema de informações gerenciais, propôs-se a aplicação de métodos de análise de séries temporais de modelo fixo, como a média simples (método atual aplicado pela empresa), média móvel simples, média móvel ponderada e amortecimento exponencial. Como resultados, reduziu-se

o capital imobilizado, evitou-se a ruptura do estoque e garantiu-se a operacionalidade da organização.

**PALAVRAS-CHAVE:** Previsão de demanda; métodos de previsão de modelo fixo; erros de previsão.

### METHODS OF DEMAND FORECASTING MATERIALS: APPLICATION IN A COMPANY OF PUBLIC ADMINISTRATION

**ABSTRACT:** The purpose of this article is to identify which time series analysis method has the most prevision error, to generate more assertive future estimates. At the focus company, activities related to demand planning are performed in material management, and the importance of studying demand forecast in this context is to improve the level of supply supplies to naval repairs. The methodology used was first to analyze the efficiency of the method of forecasting used through the service level indicator of requests completed in relation to the requests. After an abc classification has been performed for prioritizing materials that will have more attention in demand planning, because resources are limited. 34 Items have been identified (10.93% Of the total) which represented 79.90% Of the consumer value of the last 12 periods and, by analyzing the behavior of the main historical series of the main class a item, through the information system. , We proposed the application of methods of analysis of fixed model time series, as simple average (current method applied by the company), simple mobile average, weighted average, and exponential damping. As results, the fixed capital has been

reduced, stock breakdown is avoided and the organization's operationality is guaranteed.

**KEYWORDS:** Demand forecast; fixed model forecasting methods; forecasting errors.

## 1 | INTRODUÇÃO

A unidade empresarial estudada está estrategicamente localizada na cidade de Salvador, no litoral brasileiro, ligando-se à baía de todos os Santos pelo rio Cotegipe. É o segundo pólo industrial e de manutenção mais importante do grupo empresarial, menor apenas que a unidade localizada no Rio de Janeiro.

Como trata-se de empresa de administração pública, seu processo de aquisição de materiais é pautado na lei 8.666/83, por meio de licitações, que levam os gestores a conduzir suas decisões baseados em procedimentos formais, buscando a oferta mais vantajosa para a organização pública e respeitando os princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência.

Historicamente, embora a atividade de previsão de demanda de materiais seja de responsabilidade da área de gestão de matérias, as áreas de aquisições, gestão de navios, aquisições, licitações e contratos também participam ativamente do processo, contribuindo para disponibilidade dos itens necessários à uma gestão de estoques capaz de atender às solicitações dos clientes.

Considerando a relevância do tema abordado por este trabalho, o presente artigo tem como problema de pesquisa a aplicação de métodos de previsão de demanda de materiais em uma base naval de administração pública, através da utilização de planilhas eletrônicas no software Microsoft Excel. Tal questionamento há de requerer uma breve revisão bibliográfica dos métodos de previsão de demanda de modelo fixo, como média simples, média móvel simples, média móvel ponderada e amortecimento exponencial, assim como os seus erros associados, afim de permitir que a temática investigada atinja o objetivo geral da pesquisa, que é auxiliar à tomada de decisão sobre a escolha do método que apresente o menor erro de previsão, e melhore a disponibilidade de materiais no almoxarifado, para atendimento às demandas da empresa.

Pela necessidade de realizar um bom planejamento, buscando comparar diversos métodos, com o intuito de minimizar o erro previsto e melhorar a acurácia da estimativa das demandas futuras, o objetivo deste artigo é identificar qual método estatístico de análise de séries temporais de modelo fixo tem o menor erro percentual absoluto médio de previsão para gerar as estimativas futuras mais assertivas.

## 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Classificação ABC

Segundo Dias (2009) estoque é a parte do capital que atua como lubrificante, para

permitir um bom funcionamento da relação entre produção e vendas, sendo necessário otimizar os estoques para que o capital investido seja minimizado.

A classificação ABC utiliza o princípio de Pareto na gestão dos estoques, podendo-se estimar que o controle de poucos itens essenciais ou críticos é de vital importância em uma empresa, sendo trivial a gestão e controle da maioria dos demais itens, por possuir vasto acesso no mercado, baixa demanda ou facilidade de aquisição, gerando baixo valor de consumo (BALLOU, 2006).

Felini (2011) afirma que a classificação ABC consiste em uma técnica de priorização baseada no valor de consumo (quantidade x valor monetário unitário) e é obtida através da ordenação dos itens conforme sua importância relativa, sendo classificados como classe A o grupo de materiais mais importantes, com aproximadamente 20% dos itens e 80% do faturamento, devendo ser trabalhados com uma atenção especial; classe B o grupo intermediário, com aproximadamente 30% dos itens e 15% do faturamento; e classe C o grupo de materiais menos importante em termos de movimentação, com aproximadamente 50% dos itens e 5% do faturamento. No entanto, os itens classe C também requerem atenção pelo fato de gerarem custo de manter estoques.

## **2.2 Previsão de demanda**

No cenário econômico atual, de grande complexidade e competitividade, a previsão de demanda é uma das ferramentas utilizadas em larga escala pelas empresas para estimar os recursos necessários à operação, em determinado período específico (Makridakis, 1998).

Como demanda, entende-se a disposição dos consumidores a comprar os bens ou serviços ofertados pela empresa, sendo que neste estudo de caso refere-se à necessidade de materiais de limpeza, expediente e insumos industriais para a realização dos reparos navais.

Prever uma demanda de modo eficaz tornou-se um grande desafio, devido à complexidade e quantidade de informações que passaram a impactar no comportamento do consumo de um bem ou serviço. Ainda assim, identificar qual será a demanda por um bem ou serviço em determinado horizonte de tempo é de fundamental importância para auxiliar no planejamento de recursos de diversas áreas da empresa, como finanças, orçamentária, recursos humanos, vendas e a de gestão de materiais (Wanke, 2010).

Mendonça e Ribeiro (2017), propuseram a utilização da curva ABC em sua pesquisa, para melhorar a gestão dos estoques, reduzindo seus níveis sem prejudicar o atendimento aos clientes. Porém, sugeriram como possibilidade de estudo futuro, conciliar esta técnica com a previsão de demanda, pretendendo obter maiores resultados no controle dos estoques e redução dos custos logísticos.

## 2.3 Métodos de previsão

Usualmente, segundo Mesquita et al (2008) os métodos de previsão de demanda são classificados em qualitativos, como a pesquisa de mercado, simulação de cenários e métodos Delfi, e quantitativos, estes divididos em métodos de projeção (médias móveis, amortecimento exponencial, projeção de tendências, decomposição e ARIMA) e correlação (regressão simples, regressão múltipla e métodos econométricos).

A utilização de métodos de previsão de demanda quantitativos, através da análise de séries temporais, se baseia na aplicação de técnicas estatísticas considerando que a variável demandada é função apenas do tempo, e pressupondo que os padrões de comportamento das séries no passado irão se repetir no futuro, para estimar a demanda dos próximos períodos (Mesquita et al, 2008).

Não foram observadas tendência e sazonalidade no comportamento de demanda da maioria dos itens classe A. Como a série histórica analisada possui apenas 12 períodos, foram empregadas as técnicas temporais de modelo fixo que, segundo Wanke e Julianelli (2006), são as mais adequadas para utilização em séries históricas pequenas, pois têm capacidade de se ajustarem rapidamente às mudanças no comportamento de consumo de materiais, sendo as mais indicadas para previsões de curto ou médio prazo, possuindo fácil implantação.

### 2.3.1 Média simples

O método da média simples pode ser considerado um dos métodos mais simples de previsão, porque leva em consideração a utilização da média aritmética simples como estimativa para os próximos períodos, sendo utilizada quando a série apresenta modelos constantes.

Não é adequada quando o histórico das observações apresenta tendência e sazonalidade. Todos os períodos analisados possuem o mesmo peso, considerando a mesma probabilidade de ocorrência. A média simples de um período pode ser calculada pela equação:

$$MMS = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

Onde:

MS = Previsão para o período

$D_i$  = Demanda dos n períodos totais anteriores

n = Número total de períodos predeterminados para o cálculo

### 2.3.2 Média móvel simples

O método da média móvel simples utiliza-se de um número predeterminado de

períodos recentes para prever uma demanda futura (Mesquita et al, 2008). Nesse método simples e de fácil utilização, também não é levada em conta aspectos como tendência e sazonalidade. A média móvel simples de um período pode ser calculada conforme a equação:

$$MMS = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

Onde:

MMS = Previsão para o período

$D_i$  = Demanda dos n períodos anteriores

n = Períodos predeterminados para o cálculo

### 2.3.3 Média móvel ponderada

Esta é uma variação do modelo da média móvel simples, onde é possível atribuir pesos maiores ou menores para determinados períodos de análise. Desse modo pode-se atuar sobre valores fora do contexto de modo que eles pouco afetem o valor final da previsão (Mesquita et al, 2008). A média móvel ponderada pode ser calculada pela equação:

$$MMP = \sum_{i=1}^n P_i D_i$$

Onde:

MMP = Previsão para o período

$P_i$  = Peso normalizado atribuído ao determinado período anterior

$D_i$  = Demanda dos períodos anteriores

É importante também ressaltar as seguintes relações:

$$0 < P_i < 1 \quad \text{e} \quad \sum_{i=1}^n P_i = 1$$

### 2.3.4 Amortecimento exponencial simples

Esse método utiliza todos os valores históricos anteriores, mas o peso de cada observação decresce no tempo. Cada nova previsão é obtida com base na previsão anterior acrescida do erro cometido na previsão anterior corrigido por um coeficiente de ponderação (Mesquita et al, 2008). Esse método também não leva em consideração aspectos de tendências ou de sazonalidade da demanda. O método do amortecimento exponencial simples é regido pela expressão:

$$P_t = \alpha D_{t-1} + (1 - \alpha) P_{t-1}$$

Onde:

$P_t$  = Previsão para o período

$D_{t-1}$  = Demanda do período anterior

$\alpha$  = Coeficiente de ponderação

$P_{t-1}$  = Previsão do período anterior

É importante frisar que o coeficiente  $\alpha$  pode assumir valores de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1 mais próxima da última demanda é a previsão. E quanto mais próximo de 0 mais próximo é o resultado de sua última previsão.

## 2.4 Erros de previsão

Makridakis (1998) acredita que em geral, um aumento na complexidade dos métodos de previsão não acarreta reduções significativas da margem de erro. O que reforça a utilização de métodos de previsão de modelos fixos (quando o histórico de dados disponível é reduzido), com os menores erros de previsão, para estimar as demandas futuras.

Como forma de avaliar a precisão de uma previsão de demanda baseada em séries históricas, há algumas formas de monitoração de erros. O erro é muito comum quando se trata de previsão. Ele é definido como a diferença da previsão em relação à realidade (Mesquita et al, 2008). Erros podem ter causas simplesmente aleatórias, que não podem ser modeladas, ou de má utilização das ferramentas de previsão.

Ao fazer uma contínua monitoração desses erros tem-se a percepção de estar-se usando o modelo mais adequado para aquele objeto de estudo ou não. Os modelos mais utilizados para essa avaliação são o erro médio (EM), desvio médio absoluto (MAD), o erro médio percentual (EMP) e o erro percentual absoluto médio (MAPE), que expressa a acurácia do erro da previsão em valores percentuais e foi o escolhido para utilização neste artigo.

### 2.4.1 Erro percentual absoluto médio (MAPE)

O erro percentual absoluto médio, ou MAPE (Mean Absolute Percentage Error), é análogo ao MAD, com a diferença de que seu resultado é expresso por meio de porcentagem (Wanke,2010). A equação abaixo mostra como ele é calculado, sendo que mais uma vez as variáveis são as mesmas já utilizadas anteriormente:

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{|P_i - D_i|}{D_i}}{n}$$

Onde:

$P_i$  = Previsão de demanda para o período

$D_i$  = Demanda real no período

$n$  = Número de períodos estudados

Assim como no MAD, o MAPE utiliza-se dos módulos das diferenças de demanda real e prevista, sendo o resultado um número não tendendo a zero. O resultado do MAPE é então o percentual médio de quão fora da curva está a demanda real em relação à prevista.

O MAPE tem a mesma restrição do método do erro percentual médio, de não poder haver algum período de demanda nula. Caso haja algum caso desse tipo deve-se desconsiderar o período. Como não houve casos desse tipo neste estudo de caso, esse foi o modelo de análise de erro escolhido para auxiliar na escolha do melhor método de previsão de demanda.

### 3 | METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida por meio do levantamento e análise estatística do histórico de consumo dos materiais na empresa de administração pública em foco. Não foram observadas tendência e sazonalidade no comportamento de demanda da maioria dos itens classe A. Como a série histórica analisada possui apenas 12 períodos, foram empregadas as técnicas temporais de modelo fixo que, segundo Wanke e Julianelli (2006), são as mais adequadas para utilização em séries históricas pequenas, pois têm capacidade de se ajustarem rapidamente às mudanças no comportamento de consumo de materiais, sendo as mais indicadas para previsões de curto ou médio prazo, possuindo fácil implantação.

Foi testada a hipótese do atual gargalo operacional da empresa estudada ser a constante falta de materiais em estoque, definida pelo baixo nível de serviço observado no atendimento às demandas de materiais solicitadas ao almoxarifado, cujo principal responsável pelo trâmite dos processos é a área de gestão de materiais. Uma das motivações deste estudo de caso pautou-se na procura do entendimento do comportamento da demanda dos materiais consumidos pela empresa ao longo do tempo, pois esse fluxo de materiais influencia nos níveis de estoques planejados para o abastecimento ininterrupto aos clientes, sem que haja atrasos na execução de suas atividades.

Devido a restrições de tempo e escopo, assim como a possibilidade de adequação dos resultados obtidos para emprego em outros itens, o presente artigo focou na análise da demanda do principal item classe A, através do levantamento de dados de consumo nos últimos 12 anos, pelo relatório de classificação ABC dos itens, gerado automaticamente pelo Sistema de Informações Gerenciais (SIG), conforme apresentado na tabela 1 abaixo.

DESCRICAO	QUANTID.			CLASSIF.	
	UF	UNITARIO	TOTAL		
TRAPO S/COSTURA P/LIMPEZA PANO DE CHÃO ALVEJADO CONFECCIONADO EM TECIDO (85% MINIMO DE ALGODÃO) FORMATO RETANGULAR (75 CM COMP. MINIMO POR 45 CM LARG. MINIMA)	KG	19938.1	20,80	414.712,48	A
SABAO EM PO C/DETERGENTE COM 5KG	SC	7472.03	39,80	297.386,79	A
SACO PLASTICO P/LIXO 100 LI LARGURA 75 CM ALTURA 105 CM P/ACONDICIONAMENTO DE RESIDUOS RESIDENCIAIS E COMERCIAIS EMB. PA C/100 UN	FA	8850	18,95	167.707,50	A
CLORO LIQUEFEITO	KG	9869	14,00	138.166,00	A
CLORO, GRANULO, COR BRANCA, TRATAMENTO AGUA POTAVEL, HIPOCLORITO DE CALCIO 65%, CLORO ATIVO 65%-CLORO, GRANULO (HIPOCLORITO DE CALCIO 65%)	BU	199	630,00	125.370,00	A

Tabela 1 – Extrato da Classificação ABC dos materiais

Fonte: SIG da empresa estudada

A tabela 1 ilustra o perfil de consumo da empresa estudada, através de uma representação da classificação ABC dos itens atendidos pelo almoxarifado, com foco nos itens classe A. Pode-se observar um resumo, com a participação de todos os itens classe A, B e C no quadro 1 abaixo.

Classe	% Itens	Qt. Itens	Valor	Perc.do Total
A	10,93 %	34	2.051.024,15	79,90 %
B	21,86 %	68	386.874,47	15,07 %
C	67,20 %	209	128.979,67	5,00 %

Quadro 1 – Resumo da Classificação ABC dos materiais

Fonte: SIG da empresa estudada

A partir do quadro 1 é possível identificar que apenas 34 itens (quase 11% do total) são pertencentes à classe A, e representaram aproximadamente 80% do valor de consumo nos últimos 12 períodos. Seguidos de 68 itens (quase 22% do total) pertencentes à classe B, representando 15% do valor de consumo e, por fim, os demais 209 itens consumidos no dia a dia da empresa (aproximadamente 67% do total) representando apenas 5% do valor de consumo.

A metodologia atual de previsão de demanda adotada pela empresa é a média simples. Como as aquisições na Administração Pública são realizadas através de processos licitatórios, os fornecedores selecionados deverão comprovar capacidade de atendimento aos requisitos técnicos especificados dos produtos, a preços competitivos. Sendo assim, deverão garantir exclusividade de fornecimento durante o período do contrato, que geralmente é de um ano.

Portanto, os volumes estudados neste artigo são referentes ao total consumido ao ano, e não o volume mensal, expurgando assim efeitos de sazonalidade, ciclo ou tendências ao longo do ano. Ficando a cargo da área de gestão de materiais o controle do fluxo de pedidos, atentando ao leadtime médio previsto dos fornecedores, para não gerar ruptura de estoques no almoxarifado, aplicando o método que apresentou o menor erro de previsão.

## 4 | RESULTADOS

Ao realizar a classificação ABC dos materiais, baseado na série histórica de consumo de 2008 à 2019, o item “TRAPO” é o que possui maior valor de consumo, representando aproximadamente 16% do total, conforme evolução do consumo representada no gráfico 1.



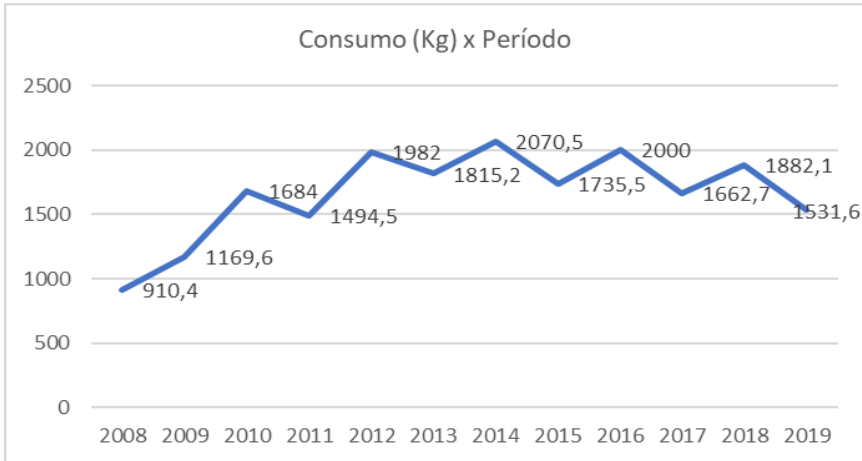


Gráfico 1 – Histórico de consumo do material "trapo"

Fonte: elaborado pelos autores

O gráfico 1 acima demonstra a evolução do consumo de trapo (em quilos) ao longo dos anos. Percebe-se uma tendência de crescimento até 2014 (pico de consumo), quando os valores passam a oscilar em movimentos que lembram um dente de serra, podendo ser justificados por excessos de compras em um período e posterior planejamento mais conservador, porque ainda possuía material em estoque referente à compras realizadas no período passado. A série apresenta uma pequena tendência de queda depois de 2014.

Com base no histórico de consumo apresentado no gráfico 1, foram realizadas as previsões de demanda, utilizando as técnicas de séries temporais de modelo fixo e realizando a análise do erro percentual absoluto médio (MAPE), conforme segue.

#### 4.1 Aplicação da Média Aritimética Simples

O primeiro método aplicado foi a média aritmética simples, por ser o modelo utilizado atualmente pela empresa. Este modelo apresentou um MAPE de 18,9%, não atendendo a atual demanda por disponibilidade de itens superior a 90% (nível de serviço).

#### 4.2 Aplicação da Média Móvel Simples

A partir da simulação de cenários utilizando a média móvel simples, para vários períodos, foi possível identificar métodos de previsão com MAPE de 12,5% para MM2, 13,7% para MM3, 13,4% para MM4 e 12% para MM6. Embora haja um comportamento inicial de diminuição do MAPE enquanto se elevam os períodos da média móvel, não há correlação entre o número de períodos e a redução do erro previsto, porque quando foi simulado para MM10, o MAPE foi de 13,2%, sendo 12% o menor valor identificado (MM6).

### 4.3 Aplicação da Média Móvel Ponderada

Ao utilizar a técnica da média móvel ponderada, após uma análise de sensibilidade, chegou-se à conclusão que se realizar a previsão baseada no MM4, com pesos decrescentes de acordo com o período analisado, tende a minimizar o erro.

Assim, foi utilizada a ferramenta de análise de dados Solver, no Microsoft Excel, para gerar os pesos de 20% para o último período, 60% para o penúltimo, e 10% para os 2 períodos anteriores, devido ao comportamento da demanda ser similar a um “gráfico dente de serra” e ao maior peso despendido nos períodos mais próximos da última previsão. Foi realizado a distribuição destes pesos nos 4 últimos períodos de consumo e gerado a previsão de demanda para os próximos períodos, que pode ser ilustrado no gráfico 2 abaixo.

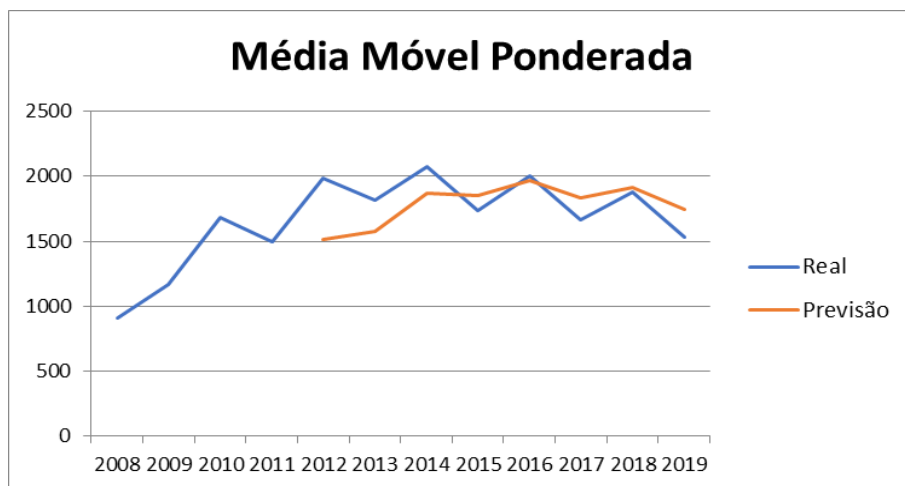


Gráfico 2 – Média Móvel Ponderada para 4 períodos

Fonte: elaborado pelos autores

Este método foi o que apresentou o menor MAPE, correspondendo a um erro de 10%, sendo onde a previsão de demanda mais se aproximou da realidade. A aplicação deste método atingiu o nível de serviço previsto de 90% de acuracidade no atendimento à demanda.

### 4.4 Aplicação do Amortecimento Exponencial

Por fim, ao analisar o método de amortecimento exponencial, optou-se por utilizar o coeficiente de amortecimento valendo 0,5, porque ele representa a sensibilidade com relação aos últimos ou primeiros valores.

Este método apresentou um comportamento inverso à demanda real, a partir de

2015, conforme pode ser observado no gráfico 4 abaixo.

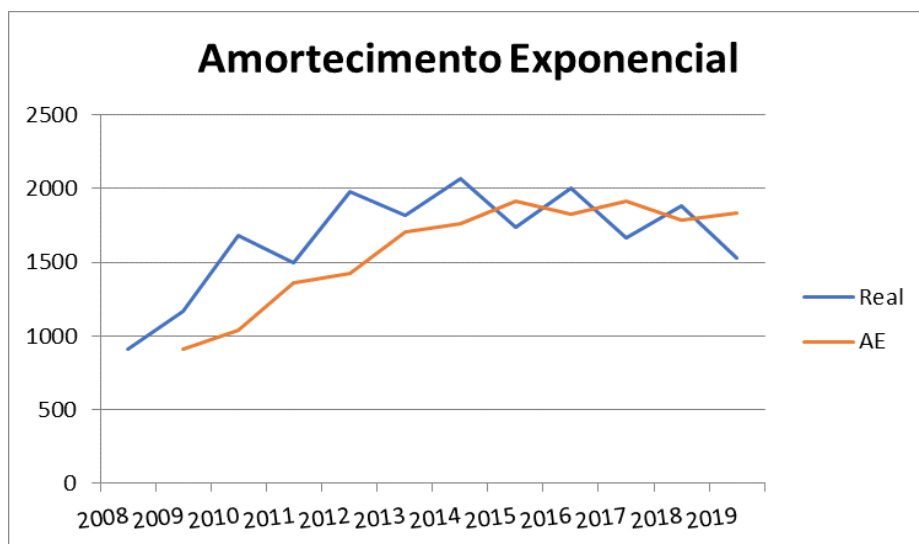


Gráfico 4 – Amortecimento Exponencial

Fonte: elaborado pelos autores

A utilização deste método acaba deslocando a demanda real da previsão, gerando um MAPE de 16,1%, que também não atende ao nível de serviço almejado.

## 5 | CONCLUSÃO

A técnica da média móvel ponderada, para 4 períodos, foi a que apresentou o menor MAPE (erro percentual absoluto médio) de 10%, sendo escolhida para a previsão de demanda anual dos itens classe A com comportamento de consumo parecido com o do “trapo”.

Realizando a previsão consumo de trapo para 2020, utilizando essa técnica e com os pesos descritos neste trabalho, estima-se a aquisição de 1801,85 quilos, ao preço de R\$ 20,80 por quilo, o que gera um custo adicional de R\$ 2.919,11 (8,45%) em comparação à manutenção da média aritmética simples (aquisição de 1661,50 quilos). Porém, como este custo é anual, justifica o impacto no nível de serviço de 18,9% para 10% (limite aceitável pela administração da empresa),

Cabe ressaltar que, ao reduzir o erro na previsão, haverá uma melhor utilização dos recursos públicos para continuidade das operações, uma vez que esta técnica será expandida para os demais itens da política de estoques, objetivando compras mais acertadas com menor índice de desperdícios ou falta de material (evitando compras

emergenciais e aditivos em contratos de fornecimento). Sendo que a qualidade do serviço prestado pela área de gestão de materiais é mensurada pela disponibilidade de materiais para pronto atendimento.

A partir da classificação ABC dos itens foi possível priorizar quais deles necessitam de atenção especial (classe A) e quais são de mais fácil aquisição ou não necessitam de tantos recursos (classe C), sendo mais simples seu controle e eventual aquisição em caso de ruptura de estoque.

Como sugestão de estudos futuros, tem-se a quantificação dos lotes econômicos de compras durante o ano, para minimizar a utilização dos espaços no almoxarifado e reduzir a imobilização desnecessária de capital, assim como a determinação de estoques mínimos de insumos industriais para melhorar o tempo de reparo dos navios em manutenção na base.

A contribuição deste artigo à sociedade foi demonstrar a importância da aplicação de ferramentas estatísticas para apoio à tomada de decisão empresarial, à teoria foi a validação de métodos de análise de demanda e mensuração de erros para gerar melhores previsões, à técnica foi a utilização de métodos simples para gerar resultados tão relevantes quanto à aplicação de métodos mais robustos e dispendiosos, à universidade em que foi feita e ao grupo de pesquisa em que se insere foi a aplicação prática dos conhecimentos desenvolvidos na academia. Especialmente deve ser ressaltada a relevância para a Engenharia de Produção.

## REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos / Logística Empresarial**. 5. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2006.

BRASIL. **Lei 8.666 (1993) Lei de Licitações**. Senado Federal, Brasília: Disponível em: < <https://www2.camara.leg.br/> >. Acesso em: 29/05/2020.

CARDOSO, M.V. **Otimização da previsão de consumo de materiais na manutenção de material rodante**. Monografia – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – Belo Horizonte, 2006.

DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de material**. São Paulo: Atlas, 2009.

FENILI, Renato. **Administração de recursos materiais e patrimoniais para concurso: abordagem completa**. São Paulo: Método, 2011.

MAKRIDAKIS, S.; Wheelwright, S.; Hyndman, R. J., **Forecasting methods and applications**, 3ª ed, New York: John Wiley & Sons, 1998.

MENDONÇA, J.; Ribeiro, T.X. **Utilização da curva ABC como proposta de melhoria para gestão de estoques em uma confecção de lingerie**. Anais do V Simpósio de Engenharia de Produção -SIMEP. Joinville/SC, 2017. ISSN 2318-9258. DOI: 10.29327/15421.

MESQUITA, M.A.; Quelhas, O.; Oliveira, R.; Lustosa, L. **Planejamento e Controle da Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

NOVAES, A.G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição: Estratégia, Operações e Avaliação** – 4ª Reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

REIS, D.L.; Paixão, D.L.; Reis, J.F.L. **Aplicação de Métodos de Previsão de Demanda de um produto em uma Empresa de Alimentos**. Anais do VI Simpósio de Engenharia de Produção – SIMEP. Salvador/BA, 2018. ISSN 2318-9258. DOI: 10.29327/15588.

SANTOS, M.; Pimenta, V.A.; Lauria, R.L.; Chaves, M.B.M. **Cálculo da previsão de demanda de uma multinacional**. Brazilian Journal of Development. Curitiba, v. 4, n. 6, p. 3035-3052, 2018.

WANKE, P.; Julianelli, L. **Previsão de Vendas: Processos Organizacionais & Métodos Quantitativos e Qualitativos**. São Paulo: Atlas, 2006.

WANKE, Peter F. **Logística para MBA Executivo em 12 lições**. São Paulo: Atlas, 2010.

## A CRIAÇÃO DE UMA SPIN-OFF ACADÊMICA PARA ÁREA DE BIOTECNOLOGIA EM TRÊS ETAPAS

*Data de aceite: 22/04/2021*

*Data de submissão: 13/03/2021*

**Andrey Pelicer Tarichi**

FATEC TAQUARITINGA – Faculdades de  
Tecnologia do Estado de São Paulo  
Taquaritinga – SP  
<http://lattes.cnpq.br/8606256232758224>

**Creusa Sayuri Tahara Amaral**

UNIARA – Universidade de Araraquara  
Araraquara - SP  
<http://lattes.cnpq.br/4194600102589647>

**RESUMO:** Os modelos de negócio necessitam de adaptações para que se ajustem às diferentes situações de mercado, sejam por alterações do ambiente global, pela concorrência ou até mesmo pelo desenvolvimento de novas tecnologias. Esta adaptação é importante para que o negócio da empresa se mantenha competitivo no curto e longo prazo. As spin-offs de biotecnologia apresentam dificuldades de informação na área de gestão do negócio, desde o desenvolvimento de planos de marketing, parcerias estratégicas, vendas e gestão financeira, já que a maioria dos gestores deste tipo de empresa tem origem na academia e não possuem formação e nem experiência em gestão de negócios. O objetivo deste trabalho é identificar e estruturar os componentes críticos de um modelo de negócio que possa apoiar as spin-offs acadêmicas da área de biotecnologia desde a sua criação até estágios de maior maturidade. O trabalho foi desenvolvido com base no método

hipotético-detutivo. Iniciou-se a pesquisa com uma revisão da literatura sobre modelos de negócio para empresas de biotecnologia. Após esta etapa, buscou-se outras informações a partir de entrevistas com gestores de incubadoras e gestores de empresas de biotecnologia. Estas informações serviram de base para a proposta do modelo de negócio para as spin-off da área de biotecnologia. O modelo proposto divide o processo de criação da empresa em 3 etapas: a pré-abertura da empresa, a abertura e a pós-abertura. Esta divisão do modelo permite que o empreendedor ganhe maturidade de modo gradativo, provendo os recursos necessários para que a empresa se desenvolva ao longo de um ciclo de maturidade. Em etapas futuras serão realizadas a avaliação e validação do modelo, para que se possa verificar a aplicação do modelo e também identificar falhas que possam ser melhoradas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Modelo de Negócio, Spin-off Acadêmica, Biotecnologia.

### CREATION OF AN ACADEMIC BIOTECHNOLOGY SPIN-OFF IN THREE PHASES

**ABSTRACT:** Business Models require being constantly adapted in order to be fully adjusted to different Market situations such as global innovations, up to date Technologies and competition. This adaptation process is important to keep the business competitive and alive in short and long term. Spin-offs in biotechnology usually show lack of information in the business management. From the marketing development plan to strategic partnerships, sales and

financial management, most of the managers only own academic background and hardly ever are qualified, skilled and experienced enough in business management. The aim of the study was to identify and structure critical features in a business model, which may lead and support academic biotechnology spin-offs from their initial stage of development to the mature one. The work was based on a hypothetical- deductive method. The research initially reviewed the literature on the business models for biotechnology companies. After this step, aimed to obtain more information from interviewing managers at business incubators and biotechnology companies. Information obtained took part to develop and shape a business Model to spin-offs in the biotechnology field. The presented model divides the creation of the company by 3 phases: pre-opening of the company phase, opening of the company and after opening phase. This division of the model leads the entrepreneur to become gradually more mature, providing essential resources for the company in order to develop a maturity cycle. Further phases will be developed to assess and validate the model, to follow up the current model applied and identify failures that may eventually be improved.

**KEYWORDS:** Business Model, Academic Spin-off, Biotechnology.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os modelos de negócio adotados pelas empresas necessitam se adaptar às diferentes situações de mercado, sejam por alterações do ambiente global, pela concorrência ou até mesmo pelo desenvolvimento de novas tecnologias. Esta adaptação é fundamental para que a empresa se mantenha competitiva no curto e longo prazo.

No caso de empresas de base tecnológica, enquadramento da maioria das empresas da área de biotecnologia, a flexibilidade e abrangência do modelo de negócio é ainda mais importante. A biotecnologia é uma área de grande relevância para o sistema setorial de inovação, pois seu efeito de transbordamento e seus impactos nos diversos setores da economia demonstram o seu alcance como paradigma técnico-econômico (ROSSI, 2012). As empresas com atividades biotecnológicas estão espalhadas em diversos setores da atividade econômica.

A biotecnologia é uma área relativamente nova e como tal apresenta desafios que necessitam ser superados. As empresas que desenvolvem produtos/serviços nesta área carecem de modelos de negócio que possam auxiliar os empreendedores no seu gerenciamento desde sua criação até os níveis mais altos de maturidade.

Nos estágios iniciais de desenvolvimento dos negócios de empresas biotecnológicas, observa-se que o empreendedor, em geral é um pesquisador, que concentra a principal fonte de informação dentro da empresa. Entretanto, suas informações estão centradas fortemente em conhecimentos e na tecnologia envolvida para o desenvolvimento do produto, resultados de pesquisas científicas. Na maioria das vezes, esses empreendedores possuem pouca informação administrativa e de gestão de negócio.

Em um cenário competitivo, existe pouca margem para erros, atrasos e falhas. Um modelo de negócio ajustado para as empresas da área e biotecnologia, pode ajudar os

pequenos gestores no gerenciamento do negócio, além de melhor preparar a empresa para as necessidades de mudanças.

As organizações que executarem suas atividades com mais excelência perante seus concorrentes e que forem mais eficazes operacionalmente, ganham vantagens, mas ainda não é suficiente para a empresa manter um bom desempenho, já que o negócio envolve outros elementos que muitas vezes não são considerados pelos empreendedores iniciantes, como as questões contábeis, jurídicas, etc. (PIMENTA, 2014; COSTA, 2017).

Reis (2013) enfatiza que as empresas de base tecnológica carecem de um modelo de negócio, e isso dificulta o planejamento das decisões de qual direção devem seguir. A autora acrescenta, que se a equipe ou os gestores não compreenderem de forma clara os elementos do negócio como, posicionamento mercadológico e estruturação da cadeia de valor, a empresa terá dificuldade da consolidação do negócio e compromete a valorização do produto pelo cliente.

Pisano (2006) relata que existem falhas nos modelos de negócios, quando aplicados em empresas de biotecnologia, que são corroborados por Herbst e Tölle (2016), que afirmam que existe lacunas na classificação e características dos modelos de negócios das Pequenas e Médias empresas de biotecnologia, e sugere uma pesquisa investigativa nos modelos de negócios para as Micro e Pequenas empresas de biotecnologia.

Diante deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo identificar e estruturar os componentes críticos de um modelo de negócio que possa apoiar as micro e pequenas empresas de biotecnologia em seu processo de maturidade.

## 2 | REVISÃO

### 2.1 Modelos de Negócios em Biotecnologia

De acordo como Chesbrough e Rosenbloom (2002), o modelo de negócio busca articular a proposição de valor, a habilidade para obter rendimentos e o custo do modelo no contexto da cadeia de valor dos fornecedores e distribuidores, com o intuito de criar valor para os clientes e capturar parte desse valor para a empresa e empresários.

A utilização do conceito de modelo de negócio em empresas de biotecnologia não é recente (FISKEN; RUTHERFORD, 2002; RHYNE, 2009; KONDE, 2009). Para Margaret (2015) o modelo de negócio a ser adotado por uma empresa de biotecnologia depende da sua capacidade técnica, de quais e quanto recursos a empresa tem disponível e da concorrência no seu setor de atuação e para Phillips (2018) o modelo de negócio para empresas de biotecnologia depende basicamente do tipo de inovação e de sua disponibilidade financeira.

Para Fisken e Rutherford (2002) as empresas de biotecnologia dependem fortemente de colaboradores e parceiros, no âmbito das pesquisas básicas, no desenvolvimento de



produtos e também na sua comercialização. Segundo os autores, os modelos de negócio para empresas de biotecnologia podem garantir o maior valor da tecnologia e até mesmo mais conhecimento para seus proprietários. O sucesso do relacionamento empresa/fornecedor deve agregar valor financeiro ou de conhecimento para ambas as partes, ou seja, é necessário que as empresas de biotecnologia alinhem seus interesses com parceiros e colaboradores. Pisano (2006) defende que as empresas de biotecnologia precisam de uma integração e propõem a construção de parcerias entre empresas, universidades, pesquisadores e terceiros. No mesmo sentido Robinson e Stuart (2002) recomendam essas alianças, pois os riscos dos investimentos nesta área são muito grandes. Este é um dos motivos das grandes empresas farmacêuticas e também as pequenas empresas de biotecnologia optarem em dividir seus riscos fazendo alianças.

Pisano em (2006) já argumentava que as empresas de biotecnologia precisam de vários modelos de negócio. Segundo Fiskem e Rutherford (2002), os modelos de produto, tem por finalidade desenvolver produtos, os modelos de plataforma ou ferramentas, tem por finalidade fornecer tecnologia para o desenvolvimento de produtos, já os modelos híbridos, fazem as duas coisas. Conforme ilustrado na figura 1 a seguir:

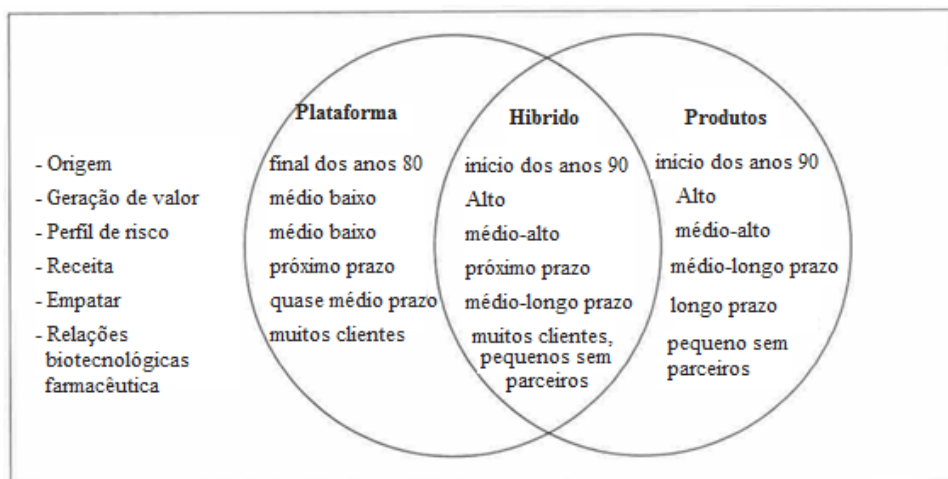


Figura 1: Modelos de negócios da biotecnologia europeia

Fonte: Fiskem; Rutherford (2002, p. 194)

O estudo de Fiskem e Rutherford (2002) revela que o modelo híbrido tem sido o mais investido. Para os autores o modelo híbrido oferece menos riscos para os investidores e tem a tendência de gerar receita de curto prazo. Este apontamento foi feito pelos autores, baseou-se em empresas que possuem centenas de funcionários, ou seja, em empresas de grande porte, onde o modelo se tornou uma escolha estratégica.

Assim, pode-se questionar se o modelo se aplicaria em MPEs, e até mesmo questionar o fato de que as empresas de biotecnologia possuem natureza dinâmica e desenvolvimento de forma acelerada.

Segers (2017) relata que as novas empresas de biotecnologia com a tentativa de reduzir os riscos e custos de desenvolver e comercializar novos produtos, tem optado por modelos de negócios híbridos e os baseados em plataforma por meio de parcerias com as grandes.

Mangematin et al. (2003) realizaram um estudo na França direcionado para as MPEs de biotecnologia. Sua pesquisa utilizou 60 MPEs de biotecnologia e foram identificados dois tipos de modelos de negócios, que estas empresas utilizam. O primeiro tipo, executa pequenos projetos e segmentam um nicho de mercado. Essas empresas visam manter lucro para sua sobrevivência e escolhem um seguimento do mercado para concentrar suas vendas. Segundo os autores estas empresas oferecem inovações incrementais em produtos já existentes, ou a partir de algum lançamento de um produto precoce por outras empresas, desenvolvem melhorias destes produtos, gerando pequenas inovações.

O segundo tipo, visa mercados mais amplos, ou seja, nicho de mercado que cobrem uma grande área geográfica, mercados nacionais e internacionais. Estas empresas fazem contrato com grandes empresas ou elas mesmo desenvolvem suas próprias pesquisas. Essas pesquisas geralmente são de longo prazo. Quando os contratos são realizados com as grandes empresas o “cliente” tem direito exclusivo sobre os resultados

March-Chordà e Yague-Perales (2011) realizaram um estudo sobre os diferentes caminhos estratégicos ou modelos de negócios utilizados por empresas de biotecnologia em Montreal no Canadá. O levantamento ocorreu em sete empresa de biotecnologia pertencentes a três modelos de negócios que são:

1. Modelo 1 (biotecnologia convencional orientada para o desenvolvimento de novas drogas, inovação radical e busca por descobertas);
2. Modelo 2 (desenvolvimento de uma plataforma tecnológica, geralmente em proteômica e bioinformática); e
3. Modelo 3 (inovação incremental, com desenvolvimento mais curto e menos arriscado).

As empresas que utilizam o modelo 1, são muito impulsionadas pelo desempenho da pesquisa e tendem a ignorar o desempenho econômico e rentabilidade, até porque, estas empresas precisam se esforçar para conseguir atingir a fase de liberação de seus produtos e assim obter retorno sobre seus investimentos.

Empresas que utilizam o modelo 2, antes de iniciar um programa de desenvolvimento de uma nova droga, geralmente iniciam o desenvolvimento de uma plataforma. Estas empresas obtêm parcialmente recursos financeiros por meio de licenciamento externo, acordos da plataforma com grandes empresas de produtos farmacêuticos.

Empresas que utilizam o modelo 3 incorporam tecnologias já existentes, conseqüentemente, o período de desenvolvimento de seus produtos é mais curto, com menor custo, e a inserção de seu produto no mercado é mais rápido. Estas empresas não visam desenvolver novas tecnologias do início, mas sim, tem como objetivo melhorar as versões já existentes.

As empresas que utilizam os modelos 1 e 2, são empresas que desenvolvem pesquisas mais intensas, voltados para projetos de P&D. Quando se trata de MPEs, costumam vender suas licenças de tecnologia para as grandes empresas, que levará o projeto para nova fase de desenvolvimento e comercialização. O modelo 3 é voltado para o mercado, ou seja, verifica a necessidade do mercado baseado em uma tecnologia já existente e aprimora esta tecnologia. Apesar de ter baixo custo, sua rentabilidade também é pequena.

Os autores apontam que muitas startups de biotecnologia falham ao tentar descobrir um modelo de negócio adequado, que seja capaz de perceber o valor da tecnologia. E concluem que é essencial descobrir novas formas de mapeamento entre técnicas de valor potencial e econômico. O maior desafio das empresas biotecnológicas, está em transformar seu negócio em um modelo de negócio que seja eficiente e seja uma interface entre a tecnologia desenvolvida e a criação de valor econômico.

Nosella; Petroni e Verbano (2006) desenvolveram um estudo com quatro empresas em estágio inicial na Itália, com o objetivo de identificar as modelos de negócio utilizadas por elas, quais os fatores críticos desses modelos e como elas superam o estágio inicial com sucesso. Para isso, foram realizadas entrevistas com especialistas e gestores de empresas de biotecnologia. Os autores revelam que as competências técnicas e científicas são importantes, porém as competências gerenciais desempenham um papel fundamental para o sucesso das empresas de biotecnologia, e muitas vezes são deixadas de lado. Os autores identificaram as seguintes habilidades gerenciais como as mais importantes:

- A história da empresa: atenção especial foi dada ao problema de encontrar financiamento;
- Oferta da empresa: tipo de produtos / serviços, características do pipeline, estratégia de produção (fabricação / terceirização / licenciamento), tipo de distribuição;
- Fatores de mercado: local, nacional ou internacional, posição do cliente na cadeia de valor, amplitude de mercado;
- Fatores de capacidade interna: quais fonte de competência interna;
- Fatores da estratégia competitiva: estratégia utilizada;
- Desempenho inovador da empresa: tendência de investimentos em P&D, número de patentes obtidas, número de produtos / processos / serviços empre-

gados.

A Tabela 1 mostra os resultados dos fatores de sucesso associados a cada modelo de negócio: Em outras palavras, ilustra quais os elementos de sucesso estão conectados com as atividades estratégicas da cadeia de valor.

<b>Tipo de Negócio</b>	<b>Fatores de Sucesso</b>
Nova empresa de biotecnologia	- Know-how científico e técnico - Competências gerenciais
Empresa integrada	- Know-how científico e técnico - Competências gerenciais (habilidades de produção e marketing)
Empresa de serviços	- Relações de rede - Atenção aos clientes
Fornecedores de biotecnologia	- Excelência em qualidade de produtos

Tabela 1: Os fatores de sucesso para cada modelo de negócio analisado

Fonte: Nosella; Petroni e Verbano (2006, p. 12)

Segundo os autores, para as novas empresas de biotecnologia é fundamental o conhecimento técnico e científico específico, as competências gerenciais, como identificação e validação do público alvo. Nas empresas integradas, as atividades de valor podem desempenhar um papel crítico de sucesso, além dos conhecimentos técnicos e científicos, a capacidade de realizar atividades de aprovação e o conhecimento de produção e marketing, é importante. Nas empresas de serviços, a maior importância das atividades se concentra no final da cadeia de valor, a estratégia de sucesso dessas empresas esta no relacionamento com diferentes organizações e foco nos clientes. E por fim, as empresas que desenvolvem produção para outras empresas (fornecedores de biotecnologia), para atingir o sucesso é necessário ter competência para garantir a excelência no produto (NOSELLA; PETRONI E VERBANO, 2006).

Segundo os autores, as competências gerenciais identificadas como fundamentais no sucesso das empresas de biotecnologia são apresentadas na tabela 2:

<b>Tipo de Modelo de Negócio</b>	<b>Competências Gerenciais</b>
Nova empresa de biotecnologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidade de escolher projetos de pesquisa rentáveis;</li> <li>- Gestão de recursos humanos;</li> <li>- Criação de uma rede de colaboração eficiente;</li> <li>- Capacidade de encontrar recursos financeiros.</li> </ul>
Empresa integrada	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidade de absorver conhecimento de alianças;</li> <li>- Gestão de recursos humanos;</li> <li>- Capacidade de gerenciar atividades de pós-aprovação;</li> <li>- Capacidade de encontrar recursos financeiros.</li> </ul>
Empresa de serviços	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidade de gerenciar uma rede de relacionamentos diferentes;</li> <li>- Capacidade de satisfazer os clientes.</li> </ul>
Fornecedores de biotecnologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criação de uma cultura de organização focada na excelência da qualidade.</li> </ul>

Tabela 2: As competências gerenciais mais importantes

FONTE: Nosella; Petroni e Verbano (2006, p. 13)

### 3 | METODOLOGIA

Este trabalho está estruturado sob o método hipotético-dedutivo, que a partir de um problema e da conjectura, foi proposto um modelo de negócio, que deverá ser criticado e testado em tentativas de refutação e falseamento, (MARCONI & LAKATOS, 2017). O trabalho foi desenvolvido com base em uma revisão da literatura, consultando as bases Science direct e Scielo, sobre modelos de negócio para empresas de biotecnologia. A análise dos artigos foi combinada com um conjunto de entrevistas com gestores de incubadoras de empresas de base tecnológica e gestores de empresa de biotecnologia para a elaboração da proposta do modelo. Foram entrevistados 3 gestores de incubadoras e uma gestora de empresa, que apontaram as principais falhas nos modelos utilizados pelas incubadoras, as principais dificuldades dos novos empreendedores e também suas necessidades. Estas informações serviram de base para a proposta do modelo de negócio para as spin-off da área de biotecnologia.

### 4 | PROPOSTA DE MODELO DE NEGÓCIO PARA AS SPIN-OFFS BIOTECS

Em geral, as empresas de biotecnologia criam um produto, visualizam potenciais compradores e abrem a empresa em busca obter um retorno financeiro. A grande maioria das vezes o novo empresário não calcula que a empresa necessita de diversos registros e alvarás para a produção que podem necessitar de alguns meses. Sem estes documentos, o novo produto não pode ser liberado para sua comercialização. Estas empresas tem dificuldades para obter recursos financeiros para manter sua estrutura operacional e administrativa, neste primeiro período de existência e em alguns casos pode deixar a empresa em estado de falência.

Portanto, é necessário que a empresa crie alternativas para captar receita de outras fontes ou de produtos ou serviços secundários, para cumprir com os custos e despesas operacionais, conforme ilustra a figura 2.

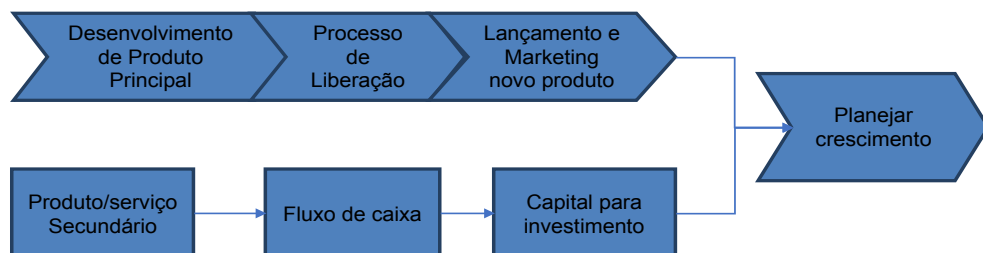


Figura 2: Processo alternativo para a criação da spin-off acadêmica

Fonte: Autores

Ao observar estes obstáculos surgiu a proposta de um modelo de negócio para as micro e pequenas empresas de biotecnologia na área da saúde. A proposta de modelo de negócio tem o diferencial de dividir a criação da spin-off acadêmica em etapas que estão associadas à maturidade do produto. As etapas são: Pré-abertura da spin-off, Processo de Abertura e Pós-abertura, conforme ilustrado na figura 3.

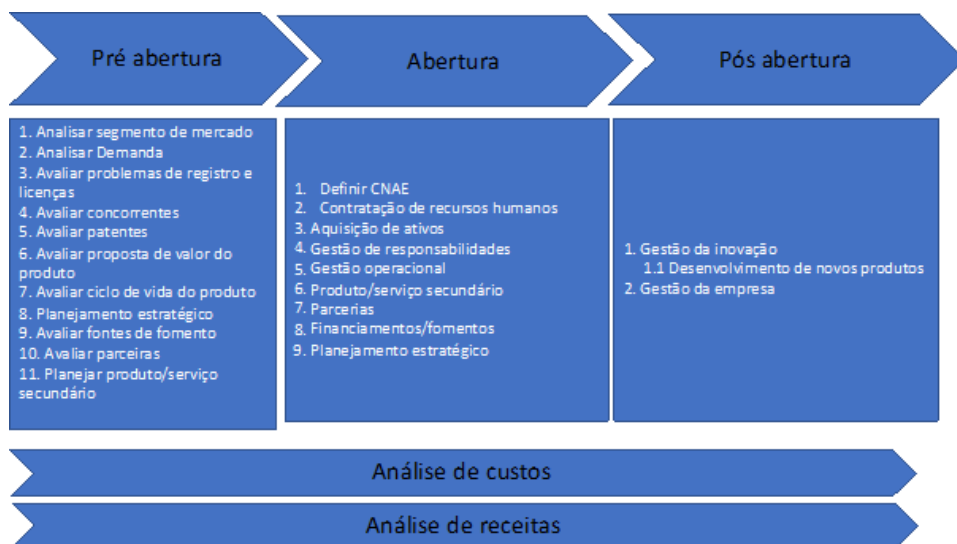


Figura 3: Proposta de modelo de negócio para spin-off acadêmica na área de biotecnologia

Fonte: Autores

A primeira etapa inicia antes da abertura da empresa, dado que o pesquisador/empreendedor deve coletar informações importantes sobre o novo negócio, como:

1. Analisar segmento de mercado
2. Analisar Demanda
3. Avaliar problemas de registro e licenças
4. Avaliar concorrentes
5. Avaliar patentes
6. Avaliar proposta de valor do produto
7. Avaliar ciclo de vida do produto
8. Planejamento estratégico
9. Avaliar fontes de fomento
10. Avaliar parceiras
11. Planejar produto/serviço secundário

O Empreendedor deve analisar o segmento de mercado que pretende atender com seu produto, avaliar quais as expectativas de demanda. A análise do mercado também deve permitir que sejam identificadas as oportunidades, que poderão ser foco dos novos desenvolvimentos. Todos os requisitos legais devem ser avaliados sobre registros e licenças para o produto que a empresa tem interesse em produzir. Deve avaliar e conhecer seus concorrentes e quais as patentes existentes sobre o produto, que podem limitar os negócios da empresa. Esta visão de mercado, da legislação, dos concorrentes e das tecnologias compõem um conjunto de informações, que permitirão ao empreendedor entender a proposta de valor do novo produto. Essa visão pode fornecer uma ideia do ciclo de vida do produto e permitir ao empreendedor elaborar um planejamento estratégico, para pensar em um portfólio de produtos que garantam à empresa mais chances de sobrevivência no mercado. As fontes de fomento governamental ou de investidores além de parcerias podem também ser planejados para que desde a criação, a empresa tenha uma rota estratégica traçada. Outra questão importante que deve ser planejada nesta etapa é o desenvolvimento de um produto ou serviço secundário, que possa ser uma fonte de renda segura para a empresa, dentro das competências e das oportunidades demandadas pelo mercado. Esta estratégia permitirá a empresa iniciar suas atividades de modo menos burocrático.

Na segunda etapa temos as seguintes atividades:

1. Definir CNAE
2. Contratação de recursos humanos
3. Aquisição de ativos
4. Gestão de responsabilidades

5. Gestão operacional
6. Produto/serviço secundário
7. Parcerias
8. Financiamentos/fomentos
9. Planejamento estratégico

A “Abertura” e visa formalizar a abertura da empresa, com a escolha do CNAE (Classificação Nacional de Atividade Econômica) que se enquadra para o segmento de atividade da empresa. O CNAE deve ser classificado como CNAE principal e CNAE secundário. O CNAE principal deve ser escolhido com o principal produto que a empresa almeja produzir, mesmo que este produto não tenha a licença de produção e comercialização. Já o CNAE secundário deve representar os produtos e serviços que serão fontes de receitas para que a empresa consiga administrar seus custos e despesas até que a liberação da comercialização do produto principal.

Efetuada a “Abertura” é necessário estabelecer quais os recursos necessários para a produção dos produtos e serviços: recursos humanos e os ativos da empresa.

Ao contratar os colaboradores da empresa, é importante estabelecer o organograma da empresa com a clareza das funções e responsabilidades de cada funcionário, que impactam diretamente na coordenação das atividades operacionais da empresa. Essa organização deve ser capaz de produzir, na primeira fase do ciclo de vida da empresa os produtos/serviços secundários.

Nesta etapa a empresa deve ter um faturamento, mas parcerias com fornecedores estratégicos podem melhorar a relação de custos ou com instituições de pesquisa para que novos conhecimentos possam ser desenvolvidos colaborativamente e proporcionar vantagens para a empresa e também para a universidade. Também podem ser consideradas oportunidades de financiamentos, desde que sejam em acordo com o planejamento estratégico elaborado para empresa.

Na terceira etapa estão os processos:

1. Gestão da inovação
  - 1.1 Desenvolvimento de novos produtos
2. Gestão da empresa

Na etapa pós abertura, a empresa deve se preparar para o desenvolvimento do novo produto, que chamamos de produto principal. Este desenvolvimento seguirá as etapas propostas pelos modelos de referência para o processo de desenvolvimento de produtos.

Nesta etapa a empresa deve garantir que todas as necessidades legais e operacionais estão sendo cumpridas para o lançamento do novo produto, em conjunto com um adequado processo de gestão da empresa.



## 5 | CONCLUSÕES

As micro e pequenas empresas de biotecnologia apresentam dificuldades de informação na área de gestão do negócio, desde o desenvolvimento de planos de marketing, parcerias estratégicas, vendas e gestão financeira do negócio, já que a maioria dos empresários deste tipo de empresa tem origem na academia e não possuem formação e nem experiência para administrar a empresa. Espera-se que a proposta de “modelo de negócio”, dividido em três etapas, possa preparar o novo empreendedor com as informações e diretrizes para a gestão de micro e pequenas empresas do setor de biotecnologia. Esta divisão do modelo permite que o empreendedor ganhe maturidade de modo gradativo, provendo os recursos necessários para que a empresa se desenvolva ao longo de um ciclo de maturidade. A proposta é parte de um projeto de pesquisa de doutorado, de um programa de pós-graduação em Biotecnologia. Assim, em etapas futuras serão realizadas a avaliação e validação do modelo, para que se possa verificar a aplicação do modelo e também identificar falhas que possam ser melhoradas.

## REFERÊNCIAS

CHESBROUGH, H., ROSENBLOOM, R.S. **The role of the business model in capturing value from innovation: evidence from Xerox Corporation's technology spin-off companies.** *Industrial and corporate change*, 529-555. 2002.

COSTA, A. P. N. **Business model canvas e as micro e pequenas empresas: Uma análise à da estratégia competitiva.** Dissertação de mestrado em administração – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2017.

FISKEN, J.; RUTHERFORD, J. Business models and investment trends in the biotechnology industry in Europe. **Journal of Commercial Biotechnology**, p. 191–199. 2002.

HERBST, F. K.; TOLLE, J. The Business Model of Biotech SMEs: How do biotech SMEs cope with the industry's challenges? **Student Umeå School of Business**. Spring semestre. 2016.

KONDE, V. Biotechnology business models: An Indian perspective. **Journal of Commercial Biotechnology**. p. 215–226. 2009.

MANGEMATIN, V.; LEMARIÉ, S.; BOISSIN, J-P.; CATHERINE, D.; COROLLEUR, F.; CORONINI, R.; TROMMETTER, M. Development of SMEs and heterogeneity of trajectories: the case of biotechnology in France. ELSEVIER. **Research Policy**. 621-638. 2003.

MARCH-CHORDÀ, L.; YAGUE-PERALES, R. M. Biopharma business models in Canadá. ELSEVIER. **Drug Discovery Today**. v. 16, n. 15/16. 2011.

MARCONI, M. A., LAKATOS, E. M. Metodologia científica, 7 edição, Atlas, 2017.

MARGARET, P. An Investor's Guide to the Complex US Biotechnology Industry. **Market Realist**. Business Model Biotechnology Companies. 2015.

NOSELLA, A.; PETRONI, G.; VERBANO, C. How do Italian biotechnology startups survive? **Journal of Business Chemistry**. v. 3. 2006.

PHILLIPS, T. **Biotech Business models and strategies**. Atualizado em 12 de novembro de 2018. Disponível em: <https://www.thebalance.com/biotech-business-models-375711>. Acesso em: 12/01/2019.

PIMENTA, M. **O Canvas do Modelo de Negócio**: aliado do empreendedor inovador. Blog do Empreendedor. 2014. Disponível em: <http://blogs.pme.estadao.com.br/blog-doempreendedor/o-canvas-do-modelo-de-negocio-aliado-do-empreendedor-inovador/>. Acesso em: 20/09/2018.

PISANO, G. P. **Can Science Be a Business?: Lessons From Biotech**. 2006. Disponível em: <https://hbr.org/2006/10/can-science-be-a-business-lessons-from-biotech> Acesso em: 29/10/2018.

REIS, L. P. **Definição do modelo de negócio em empresas de base tecnológica: Um processo de decisão baseado no método AHP**. Tese de doutorado em administração – Universidade Federal de Minas Gerais. 2013.

RHYNE, L. C. Business model design for biotechnology firms. *Int. J. Business Innovation and Research*, v. 3, n. 3. 2009.

ROBINSON, D. T.; STUART, T. E. Financial Contracting in Biotech Strategic Alliances. **Article submitted to the**. 2002.

ROSSI, G. M. **Biotecnologia no Brasil**: uma análise empírica a partir dos dados da PINTEC. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2012.

SEGGERS, J-P. **Towards a typology of business models in the biotechnology industry**. 2017.

## A REDUÇÃO DA INCIDÊNCIA DO ERRO DE DIAGNÓSTICO NO TRATAMENTO DA SÍNDROME HPN (HIDROCEFALIA DE PRESSÃO NOMAL) EM BRASILEIROS, MEDIANTE A APLICABILIDADE DA MODELAGEM MATRICIAL COPPE-COSENZA

Data de aceite: 22/04/2021

Data de submissão: 16/03/2021

**Rodrigo Ventura da Silva**

UFRJ/COPPE – PEP

Rio de Janeiro, RJ

<http://lattes.cnpq.br/6389309102611609>

**Jean de Aguiar Seabra**

UFRJ/COPPE – PEP

Rio de Janeiro, RJ

<http://lattes.cnpq.br/8362016687572917>

**Luis Claudio Bernardo Moura**

UFRJ/COPPE – PEP

Rio de Janeiro, RJ

<http://lattes.cnpq.br/4282499102669893>

**Leonardo Fontes Bachá**

UFRJ/COPPE – PEP

Rio de Janeiro, RJ

<http://lattes.cnpq.br/8476505193409180>

**Carlos Alberto Nunes Cosenza**

UFRJ/COPPE – PEP

Rio de Janeiro, RJ

<http://lattes.cnpq.br/8408511964332556>

**RESUMO:** Com o envelhecimento da população mundial, muitas doenças vem surgindo e onerando o sistema de saúde mundial. A Hidrocefalia de Pressão Normal (HPN) é uma doença muito pouco conhecida e seus sintomas são muito similares a doenças como: Alzheimer, Parkinson, entre outras doenças neurodegenerativas. Nesse contexto, a dificuldade de diagnóstico

vem também gerando erros que terminam por indicar remédios associados aos sintomas (que também são similares a outras doenças neurodegenerativas mais comuns) e não a HPN que pode ser tratada (no início) com uma cirurgia simples. Este artigo propõe a utilização da lógica fuzzy (ou lógica nebulosa) como uma alternativa barata para um diagnóstico mais preciso.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fuzzy; Lógica; HPN.

**ABSTRACT:** As the world population is getting older, many diseases are emerging and increasing the costs of the global health system. Normal Pressure Hydrocephalus (NPH) is an almost unknown disease and its symptoms are very similar to the ones caused by diseases such as: Alzheimer, Parkinson, among other neurodegenerative diseases. In this context, the difficulty of diagnosis has also been generating errors that end up indicating remedies associated with the symptoms (which are also similar to other more common neurodegenerative diseases) and not the PNH that can be treated (in the beginning) with a simple surgery. This article aim to aid diagnosis, indicating the use of fuzzy logic system (or fuzzy logic) as a cheaper alternative for a more accurate diagnosis.

**KEYWORDS:** Fuzzy; Logic; PNH.

### 1 | INTRODUÇÃO

Este artigo visa desenvolver uma proposta que tem por finalidade a confecção de uma pesquisa de doutorado. Objetiva-se apresentar uma linha de pensamento que tenha como visão

a criação de um novo modelo capaz de mensurar os sintomas e facilitar o diagnóstico da doença HPN – Hidrocefalia de Pressão Normal em seus estágios, a partir de fatores como idade, sexo, sintomas, tempo de aparecimento dos sintomas, entre outros. Dentre outros objetivos, relacionaremos a contribuição e relevância com a produção científica mundial, pois conforme gráfico 01 abaixo, existem somente 11 artigos na base Scielo sobre a doença e nenhuma referência a utilização da lógica fuzzy. A aferição do desempenho será efetuada através de um modelo lógico denominado fuzzy, este será complementado com o uma entrevista com especialistas de área em questão de acordo com a quantidade de tempo de experiência para coletar dados sobre a incidência da doença.

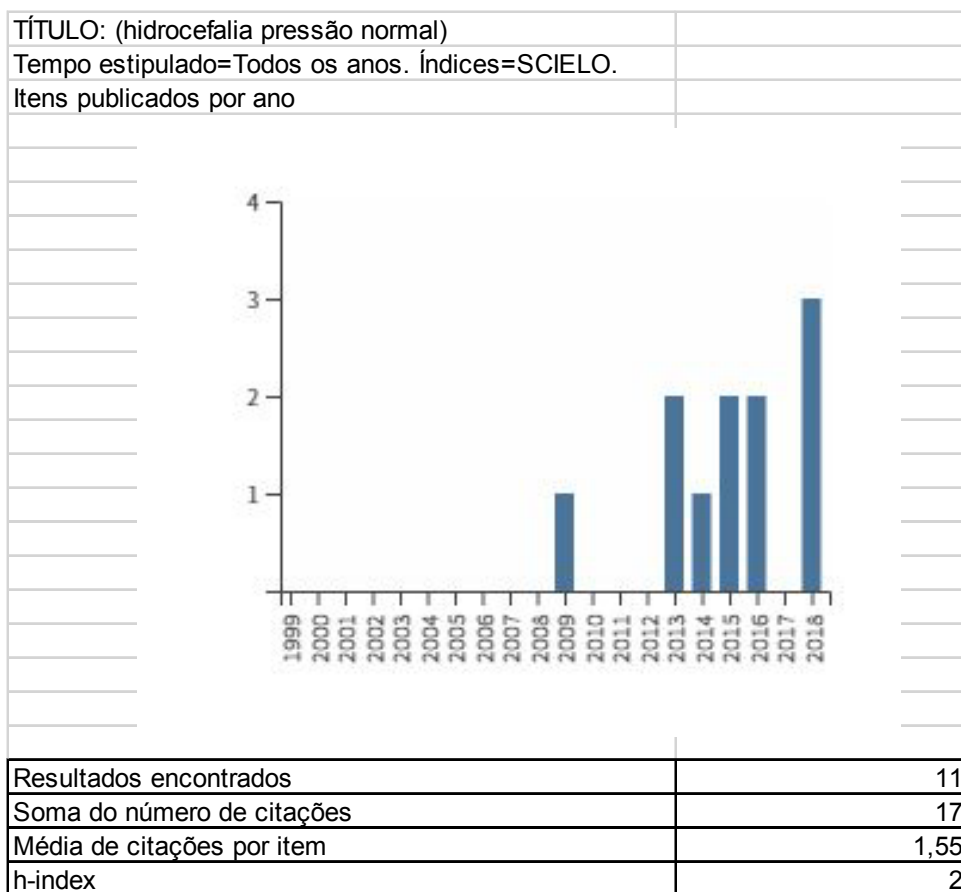


Gráfico 1: HPN

Fonte: O autor (2019).

## 1.1 Coleta de dados, universo e amostragem

A coleta de dados será feita através de entrevistas com especialistas do Rio de Janeiro e São Paulo. A delimitação do universo da pesquisa de campo será adotada os seguintes critérios: no Estado do Rio de Janeiro (Brasil) e São Paulo, e que tenham pelo menos 10 anos de experiência na área em questão. A escolha destes critérios deveu-se à acessibilidade dos sujeitos (critério geográfico) e a necessidade de um histórico de operações confiáveis.

## 1.2 Formulação da Entrevista (tratamento dos dados)

Segundo Babbie (1999), a preparação da entrevista é uma tarefa difícil e complexa. Essa elaboração consiste basicamente em traduzir os objetivos específicos da pesquisa em itens bem redigidos. Esse problema assume três dimensões principais:

- A relevância das questões;
- O impacto psicológico;
- Os preceitos de fuzzy;

A relevância das questões é assunto que será resolvido com conhecimento técnico e experiência do autor. A questão do impacto psicológico será tratada com as seguintes premissas que norteará a confecção do questionário:

- 1) as questões serão fechadas, mas com alternativas suficientes para abrigar a gama de respostas possíveis;
- 2) a pergunta deverá possibilitar uma única interpretação;
- 3) a pergunta não deverá sugerir resposta ambíguos;
- 4) será evitada a inclusão, nas perguntas, de palavras estereotipadas, bem como a menção a personalidades de destaque, que possam influenciar as respostas, tanto em sentido positivo quanto negativo.

O problema de caráter de fuzzy diz respeito à agregação e tabulação dos dados resultantes da aplicação junto aos entrevistados. Optou-se por entrevistas com formulário de pergunta fechada, ou seja, quando as respostas possíveis podem ser reduzidas a um número único finito de alternativas. Os dados serão tratados de forma fuzziana, isto é, utilizando-se de procedimentos das técnicas de fuzzy.

## 1.3 Limitação do método

A metodologia escolhida para a futura pesquisa do pré-projeto de tese para doutorado apresentará as seguintes dificuldades e limitações quanto à coleta e ao tratamento dos dados:

- A pesquisa se limitará à abrangência do município do Rio de Janeiro, deixando à parte outras áreas importantes e de maior número de especialistas, como o

estado de São Paulo, por exemplo, em função do tempo disponível e da limitação de recursos para a pesquisa.

- Quanto ao tratamento dos dados que serão coletados, uma limitação poderá ser a respeito da própria experiência profissional dos autores, que poderá influir em suas interpretações.

## 1.4 Resultados Esperados

Com a aplicação da técnica do modelo COPPE COSENZA à problemática do diagnóstico da doença HPN, são esperados dois resultados:

- 1) O primeiro estudo quantitativo de casos no Brasil com dados validados estatisticamente.
- 2) A aplicação do modelo Coppe-Cosenza para auxiliar a redução da incidência do erro de diagnóstico no tratamento da síndrome HPN (hidrocefalia de pressão normal) em brasileiros.

Uma oportunidade identificada é a utilização de associações e grupos na internet como a – AHPN, que é a Associação de Amigos da Hidrocefalia de Pressão Normal – que é um grupo de portadores e parentes de pacientes acometidos pela síndrome e possuem muitos contatos com médicos do meio e podem ser pontos focais para facilitar a entrada nesse universo e ser uma fonte confiável de pesquisa.

Acredita-se que as principais dificuldades envolvam a disponibilização de recursos para a pesquisa, a seleção dos locais a serem visitados e as entrevistas com os especialistas em questão. Não podemos descartar que esse fato poderá provocar um grande entrave.

## 2 | HPN

O sistema nervoso central (SNC) é definido pelo conjunto formado pelo encéfalo e a medula espinhal e é responsável por várias funções vitais do organismo, como o controle de glândulas, músculos, interpretações das informações captadas por nossos sentidos, além da memória e outras funções cognitivas. Para um funcionamento normal do SNC, vários fatores devem estar presentes, entre eles, a produção adequada de líquido cefalorraquidiano (LCR) (Williams; Malm, 2016).

Conforme Di Ieva, Valli e Cusimano (2013) o LCR, também conhecido como líquido, é um fluido corporal estéril, incolor e pouquíssimo viscoso. É produzido nos plexos coroidais, numa taxa de 20 mL/H, sendo encontrado num volume total de cerca de 140-170 mL em adultos. O LCR tem como finalidades fornecer nutrientes ao SNC, remover metabólitos tóxicos produzidos pelo metabolismo celular, além de agir como amortecedor hidráulico, protegendo assim, o SNC de danos causados por eventuais choques físicos e durante a execução dos movimentos. A produção de LCR é contínua e para que o mesmo não se acumule e lesione o SNC, ele é drenado e reabsorvido numa região do cérebro chamada

seio sagital superior. Porém, em determinadas situações, pode ocorrer uma super produção de LCR e/ou sua taxa de drenagem estar diminuída, levando a uma condição conhecida como hidrocefalia de pressão normal (HPN) (Williams & Malm, 2016). Essa síndrome pode ocorrer em qualquer idade e ser causada pela presença de tumores cerebrais, infecção (meningite), trauma craniano, hemorragia encefálica, entre outros. Entretanto, tem se observado HPN em pacientes sem nenhuma das condições listadas acima estarem presentes. Nesses casos, se diz que não há causas conhecidas e a HPN é idiopática (HPNi) (Di Ieva, Valli e Cusimano, 2013).

A HPNi, mais comumente encontrada em idosos acima dos 60 anos, ocorre devido a um acúmulo de LCR no cérebro, levando a dificuldade de andar e problemas de coordenação motora (apraxia da marcha e tremores), demência (perda de memória, confusão mental e desorientação espaço-temporal) e incontinência urinária. Esse conjunto de sintomas é conhecido como tríade de Hakim-Adams. Nem sempre (entre 25-50%) a tríade estará presente nos pacientes acometidos por HPNi e, quando estiver, os sintomas geralmente aparecerão numa ordem determinada: apraxia da marcha surge primeiro, seguida pela demência e, em casos mais avançados, incontinência urinária e/ou fecal. A apraxia da marcha é considerada a principal característica em portadores de HPNi (Pinto, 2012).

A incidência e prevalência da HPNi no Brasil ainda não são precisas e muitos estudos relatam valores diferentes (Pinto, 2012). Nos EUA estima-se que 700 mil pessoas na terceira idade sejam acometidas por HPNi e menos de 20% sejam diagnosticados corretamente (Williams e Malm, 2016). Entretanto, tais números podem estar subdimensionados devido ao pouco ou nenhum conhecimento da doença por parte dos profissionais da área da saúde, levando a casos de diagnósticos incorretos. Muitos profissionais associam os sintomas iniciais da HPNi a problemas relacionados a idade e também a outras doenças que mais comumente afetam essa faixa etária, como o Alzheimer e o Parkinson, principalmente nos estágios iniciais da doença (Pinto, 2012). A apraxia da marcha e os problemas motores mimetizam sintomas característicos de Parkinson enquanto que a demência se assemelha mais ao Alzheimer. Porém um diagnóstico preciso faz toda a diferença, não apenas na escolha correta do tratamento (completamente diferente para as três síndromes) quanto para o prognóstico e qualidade de vida do paciente, já que a HPNi é uma das poucas demências senis que apresenta reversão (Di Ieva, Valli e Cusimano, 2013). Estima-se que nos EUA, entre 10-20% dos 5.2 milhões de pacientes diagnosticados com Alzheimer, na verdade, possuam HPNi e que ambas as doenças compartilham cerca de 75% dos sintomas. Além da similaridade na sintomatologia, ambas as síndromes podem ser confundidas em exames de imagem por apresentarem anomalias cerebrais muito parecidas. (Sabbagh *et al*, 2014).

O diagnóstico, hoje em dia, se dá através de anamnese, avaliação clínica e exames de imagem (tomografia computadorizada e ressonância magnética) (Di Ieva, Valli e Cusimano, 2013). Após o estabelecimento da suspeita de HPNi através dos testes acima

descritos, outros métodos mais invasivos serão utilizados para confirmação, como o teste de punção lombar, que possui função diagnóstica e prognóstica (Pinto, 2012). Pinto (2012), destaca que os métodos de diagnóstico da HPN hoje ainda têm aproximadamente 50% de assertividade.

## 3 | LÓGICA FUZZY

### 3.1 Conceito

Resolver sistemas complexos, aferir desempenho através de sentimentos, desafio proposto. Diante desta técnica revolucionária, passamos a entender o não entendido e mensurar o imensurável - A Lógica Fuzzy possui esse objetivo (HERRERA; LOZANO, 1995).

Conforme Bergmann (2008), usamos no cotidiano, conceitos subjetivos para classificar ou considerar certas situações tais como:

- Siga em frente “alguns metros”.
- O dia está “parcialmente” nublado.
- Preciso perder “alguns” quilos para ficar “bem”.
- Estamos com uma moeda “estável”.

Ou ainda:

- A classificação de certos objetos como “largo”, “sujo”,..
- A classificação de pessoas pela idade tal como “velho”, “jovem”,..
- A descrição de características humanas como “saudável”, “alto”, ..

Nos exemplos acima, os termos entre aspas são “fuzzy” no sentido que envolvem imprecisão e são conceitos vagos.

O conceito “fuzzy” pode ser explicado como uma situação onde não é possível responder simplesmente “Sim” ou “Não”. Mesmo conhecendo as informações necessárias sobre a situação, dizer algo **entre** “sim” e “não” como, por exemplo, “talvez”, “quase” e se torna mais apropriado (Buckley, 2005).

Considere, por exemplo, informações como “homens altos”, “dias quentes” ou “vento forte”. Nada existe que determine exatamente qual a “altura”, “temperatura” ou “velocidade” que podemos considerar como limites para tais informações. Se considerarmos como alto todos os homens com mais de 1,90m, então um homem com 1,88m não seria “alto” e sim “quase alto” (HERRERA; LOZANO, 1995).

### 3.2 Esboço Histórico da Lógica FUZZY

Conforme Herrera e Lozano (1995), as primeiras noções da lógica dos conceitos



“vagos” foi desenvolvida por um lógico polonês **Jan Lukasiewicz** (1878-1956) em 1920 que introduziu conjuntos com graus de pertinência sendo 0,  $\frac{1}{2}$  e 1 e, mais tarde, expandiu para um número infinito de valores entre 0 e 1.

A primeira publicação sobre lógica “fuzzy” data de 1965, quando recebeu este nome. Seu autor foi **Lotfi Asker Zadeh** (ZAH-da), professor em Berkeley, Universidade da Califórnia. Zadeh criou a lógica “fuzzy” combinando os conceitos da lógica clássica e os conjuntos de Lukasiewicz, definindo graus de pertinência (Herrera e Lozano, 1995),

Entre 1970 e 1980 as aplicações industriais da lógica “fuzzy” aconteceram com maior importância na Europa e após 1980, o Japão iniciou seu uso com aplicações na indústria. Algumas das primeiras aplicações foram em um tratamento de água feito pela Fuji Electric em 1983 e pela Hitachi em um sistema de metrô inaugurado em 1987. Por volta de 1990 é que a lógica “fuzzy” despertou um maior interesse em empresas dos Estados Unidos (Ross, 2014).

Devido ao desenvolvimento e as inúmeras possibilidades práticas dos sistemas “fuzzy” e o grande sucesso comercial de suas aplicações, a lógica “fuzzy” é considerada hoje uma técnica “standard” e tem uma ampla aceitação na área de controle de processos industriais.

### 3.3 Conjunto “FUZZY”

Conforme Herrera e Lozano (1995), na teoria clássica, os conjuntos são denominados “**crisp**” e um dado elemento do universo em discurso (domínio) **pertence** ou **não pertence** ao referido conjunto. Na teoria dos conjuntos “**fuzzy**” existe um grau de pertinência de cada elemento a um determinado conjunto. Por exemplo, considere os conjuntos abaixo:

- Conjunto das pessoas com alta renda.
- Conjunto das pessoas altas.

Podemos verificar que não existe uma fronteira bem definida para decidirmos quando um elemento pertence ou não ao respectivo conjunto nos exemplos acima. Com os conjuntos “fuzzy” podemos definir critérios e graus de pertinência para tais situações.

A **função característica (crisp sets)** pode ser generalizada de modo que os valores designados aos elementos do conjunto universo **U** pertençam ao intervalo de números reais de 0 a 1 inclusive, isto é  $[0,1]$  (Takagi, 1997).

$$\mu_A : U \rightarrow [0,1]$$

Conforme Takagi (1997), estes valores indicam o **GRAU DE PERTINÊNCIA** dos elementos do conjunto **U** em relação ao conjunto **A**, isto é, **quanto é possível** para um elemento  $x$  de **U** pertencer ao conjunto **A**. Tal função é chamada de **FUNÇÃO DE PERTINÊNCIA** e o conjunto **A** é definido como “**CONJUNTO FUZZY**”.

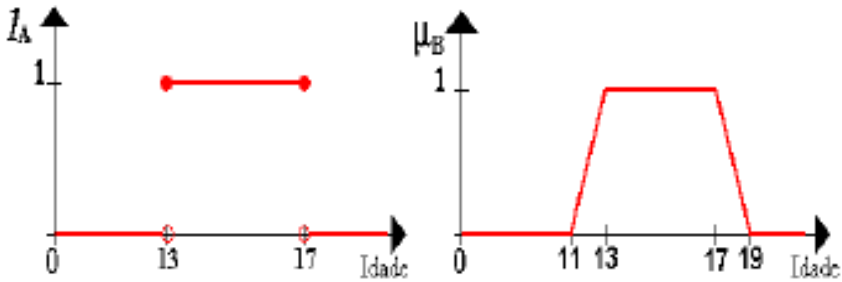


Figura 1: Função CRISP x Função trapezoidal

Fonte: Takagi (1997).

### 3.4 Operações entre Conjuntos “FUZZY”

Conforme Akter (2019) o conjunto “fuzzy” **A** é um **SUBCONJUNTO** de um conjunto “fuzzy” **B** se o grau de pertinência de cada elemento do conjunto universo **U** no conjunto **A** é menor ou igual que seu grau de pertinência no conjunto **B**; ou seja para todo  $x \in U$ ,  $\mu_A(x) \leq \mu_B(x)$  e indicamos  $A \subseteq B$  (Ross, 2014).

Exemplo: Seja o conjunto universo  $U = \{5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80\}$  e consideremos os seguintes conjuntos “fuzzy” :  $A = \{\text{crianças}\}$ ,  $B = \{\text{jovens}\}$ ,  $C = \{\text{adultos}\}$  e  $D = \{\text{velhos}\}$  para os quais atribuímos os graus de pertinência dos elementos do conjunto **U** na seguinte tabela 1.

IDADE	Criança	Jovem	Adulto	Velho
5	0	1	0	0
10	0	1	0	0
20	0	0.8	0.8	0.1
30	0	0.5	1	0.2
40	0	0.2	1	0.4
50	0	0.1	1	0.6
60	0	0	1	0.8
70	0	0	1	1
80	0	0	1	1

Tabela 1: Função CRISP x Função trapezoidal

Fonte: Takagi (1997).

Na tabela o conjunto “fuzzy” “velho” é um subconjunto do conjunto “fuzzy” / “adulto”, pois para todo  $x \in U$  temos:  $\mu_{velho}(x) \leq \mu_{adulto}(x)$  e  $\mu_{velho}(x) \neq \mu_{adulto}(x)$  para no mínimo um  $x \in U$ .

Os conjuntos “fuzzy” **A** e **B** **SÃO IGUAIS** se  $\mu_A(x) = \mu_B(x)$  para todo elemento  $x$  e **U** e indicamos **A = B**.

Os conjuntos “fuzzy” **A** e **B** **NÃO SÃO IGUAIS** se  $\mu_A(x) \neq \mu_B(x)$  para no mínimo um  $x$  e **U** e indicamos **A  $\neq$  B**.

O conjunto “fuzzy” **A** é um **SUBCONJUNTO PRÓPRIO** do conjunto “fuzzy” **B** quando **A** é um subconjunto de **B** e **A  $\neq$  B**, isto é,

$$\mu_A(x) \leq \mu_B(x) \text{ para todo } x \in \mathbf{U}$$

e

$\mu_A(x) \neq \mu_B(x)$  para no mínimo um  $x$  e **U** e indicamos **A  $\subset$  B** se e somente se **A  $\subseteq$  B** e **A  $\neq$  B**.

O **COMPLEMENTO** de um conjunto “fuzzy” **A** em relação ao conjunto universo **U** é indicado por **A'** e a função de pertinência é definido como:

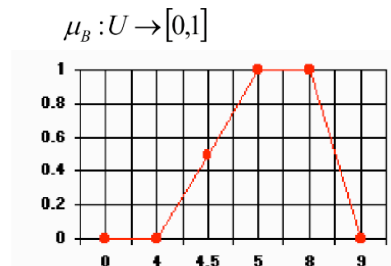
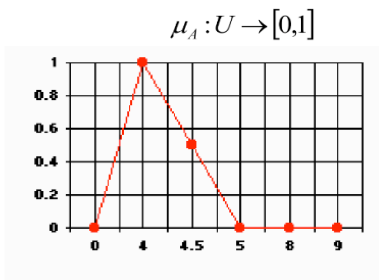
$$\mu_{A'}(x) = 1 - \mu_A(x) \text{ para todo } x \in \mathbf{U}$$

Exemplo: Se um elemento  $x$  e **U** tem grau de pertinência 0.8 no conjunto “fuzzy” **A**, seu grau de pertinência em **A'** será 0.2.

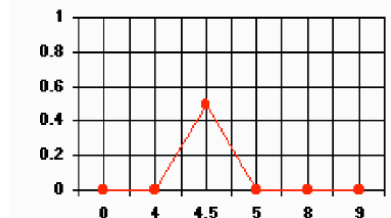
A **UNIÃO** de dois conjuntos “fuzzy” **A** e **B** é um conjunto “fuzzy” **A  $\cup$  B** tal que para todo  $x$  e **U**  $\mu_{A \cup B}(x) = \max [\mu_A(x), \mu_B(x)]$

A **INTERSEÇÃO** de dois conjuntos “fuzzy” **A** e **B** é um conjunto “fuzzy” **A  $\cap$  B** tal que para todo  $x$  e **U**  $\mu_{A \cap B}(x) = \min [\mu_A(x), \mu_B(x)]$

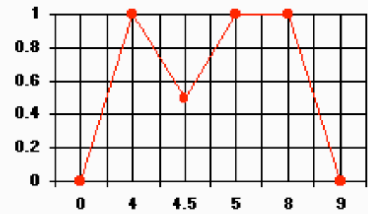
Consideremos o conjunto **U** = [ 0 , 9 ] e sejam **A** e **B** dois conjuntos “fuzzy” e as respectivas funções de pertinência representadas pelas figuras 2 a 6:



· Interseção **A  $\cap$  B**:  $\mu_{A \cap B} : U \rightarrow [0,1]$



· União:  $A \cup B: \mu_{A \cup B}: U \rightarrow [0,1]$



· Complementar:  $B': \mu_{B'}: U \rightarrow [0,1]$

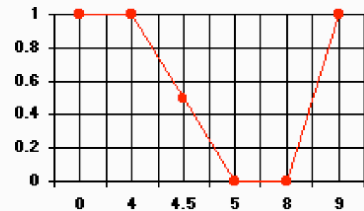


Figura 2 a 6 modelos fuzzy x conjunto e suas configurações

Fonte: Ross (2014).

### 3.5 Inferência Difusa

Conforme Akter (2019), fazer uma inferência difusa significa aplicar regras do tipo SE X ENTÃO Y de forma que X e Y, e a própria sentença, sejam noções difusas. Dessa forma, se torna mais fácil interpretar matematicamente e implementar sistemas a partir do conhecimento humano, como em:

**“SE A TEMPERATURA É ALTA E A PRESSÃO É ALTA ENTÃO O FLUXO DE COMBUSTÍVEL DEVE SER PEQUENO.”**

É importante notar que no caso acima, uma versão de uso corrente da lógica difusa, a regra é igual a uma regra nítida que seria usada em um sistema especialista. Porém, os conjuntos (ALTO, MÉDIO e BAIXO para temperatura, por exemplo) permitem graus de pertinência, onde uma temperatura pode ter algum grau em todos os conjuntos, enquanto em um sistema nítido, apenas um valor seria possível (Akter, 2019).

Assim, em sistemas difusos, com um conjunto de regras, várias regras aparentemente contraditórias são válidas simultaneamente, possuindo ainda um grau de validade. A solução final é obtida por meio da agregação dos resultados por meio de alguma operação matemática, como o cálculo do centro de massa da resposta obtida (Ross, 2014).

No caso da inferência, para cada conjunto de operações básicas “NÃO”, “E” e “OU” escolhidos, são possíveis várias versões da implicação. Isso porque, na lógica nítida,  $A \rightarrow B$  (A implica B) é equivalente a várias sentenças (Akter, 2019).

Outra forma de inferência difusa é aplicar regras como o *modus ponens* e *modus tolens*. Isso permite várias variações. Em uma delas, sabendo que “A implica B” de forma nítida, e tendo apenas um valor difuso de A, é possível calcular o valor de B (Chen, 2017).

Conforme Takagi (1997), um controlador nebuloso é um sistema especialista simplificado onde a consequência de uma regra não é aplicada como antecedente de outra. Assim, o processo de inferência consiste em:

1. Verificação do grau de compatibilidade entre os fatos e as cláusulas nas premissas das regras;
2. Determinação do grau de compatibilidade global da premissa de cada regra;
3. Determinação do valor da conclusão, em função do grau de compatibilidade da regra com os dados e a ação de controle constante na conclusão (precisa ou não);
4. Agregação dos valores obtidos como conclusão nas várias regras, obtendo-se uma ação de controle global.

Os tipos de controladores nebulosos encontrados na literatura são os modelos clássicos, compreendendo o modelo de Mamdani e o de Larsen, e os modelos de interpolação, compreendendo o modelo de Takagi- Sugeno e o de Tsukamoto. Os modelos diferem quanto à forma de representação dos termos na premissa, quanto à representação das ações de controle e quanto aos operadores utilizados para implementação do controlador.

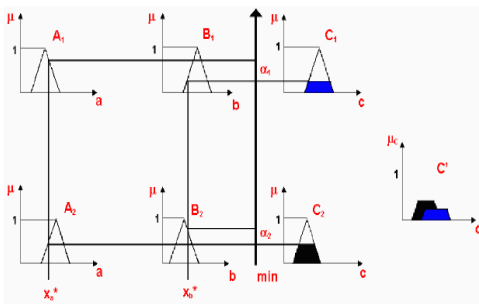


Figura 2: Modelo clássico de Mamdani

Fonte: Ferrera e Lozano (1995)

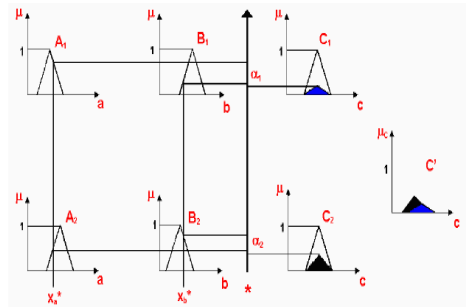


Figura 3: Modelo clássico de Larsen

Fonte: Ferrera e Lozano (1995)

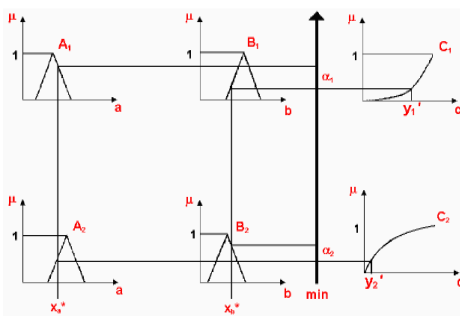


Figura 4: Modelo Interpolação de Tsukamoto

Fonte: Ferrera e Lozano (1995)

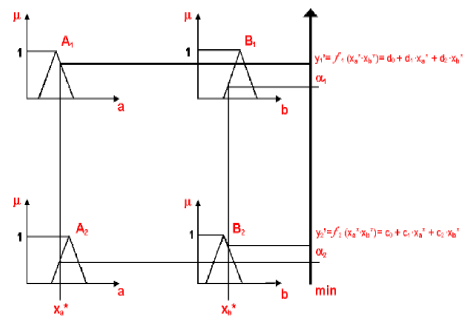


Figura 5: Método de Interpolação de Takagi – Sugeno

Fonte: Ferrera e Lozano (1995)

### 3.6 Raciocínio Fuzzy

Conforme Herrera e Lozano (1995), O raciocínio fuzzy também é conhecido como raciocínio aproximado e pode ser dividido em 5 etapas.

- Transformação das variáveis do problema em valores fuzzy, ou *fuzzificação*
- Aplicação dos operadores fuzzy
- Aplicação da implicação
- Combinação de todas as saídas fuzzy possíveis
- Transformação do resultado fuzzy em um resultado nítido, a *defuzzificação*.

No primeiro passo, para cada valor de entrada associamos uma função de pertinência, que permite obter o *grau de verdade* da proposição.

- Determinar o grau de pertinência de cada conjunto (proposição);
- Limitar o valor da entrada entre 0 e 1;

O segundo passo é aplicar os operadores fuzzy, assim como os operadores da lógica nítida. Os operadores usados na lógica fuzzy são AND e OR, conhecidos como operadores de relação. Na lógica fuzzy são utilizados para definir o grau máximo e mínimo de pertinência do conjunto (Herrera e Lozano, 1997).

Conforme Herrera e Lozano (1997), o terceiro passo é aplicar o operador de implicação, usado para definir o peso no resultado e remodelar a função, ou seja, o terceiro consiste em criar a hipótese de implicação. Como no exemplo abaixo:

- Serviço é excelente OU atendimento é rápido ENTÃO pagamento é alto.

No quarto passo ocorre à combinação de todas as saídas em um único conjunto fuzzy, algo semelhante ao processo de união e intersecção, na teoria dos conjuntos abruptos – crisp (Takagi, 1997).

Conforme Takagi (1997), o quinto e último passo no processo do raciocínio fuzzy, é a ‘defuzzificação’ que consiste em retornar os valores, obter um valor numérico dentro da faixa estipulada pela lógica fuzzy.

Um exemplo simples que demonstra o processo de pertinência do raciocínio fuzzy seria. Se A é identificado como ‘o tomate está vermelho’ e B como ‘o tomate está maduro’, então se é verdade que ‘o tomate está vermelho’, é também verdade que ‘o tomate está maduro’. Essa seria um exemplo pensado na lógica tradicional onde (Herrera e Lozano, 1997):

- Fato: x é A;
- Regra: se x é A então y é B;
- Conclusão: y é B

Esta regra aplica um conceito aproximado. Porém se pensarmos desta forma: se nós temos a mesma regra de implicação se “o tomate está vermelho”, então ele está maduro e nós sabemos que o tomate está mais ou menos vermelho, então nós podemos inferir que o tomate está mais ou menos maduro.

Ou seja:

- Fato:  $x$  é  $A'$  (quase  $A$ )
- Regra: se  $x$  é  $A$  então  $y$  é  $B$
- Conclusão:  $y$  é  $B'$  (quase  $B$ )

Este conceito de fuzzyficação funciona da seguinte forma se  $A'$  está próximo de  $A$  (situação inicial) e  $B'$  está próximo de  $B$  (inicial).  $A$ ,  $A'$ ,  $B$  e  $B'$  fazem parte do conjunto universo, chegando assim ao paradigma do raciocínio fuzzyano, também chamado de *modus ponens* generalizado (Herrera e Lozano, 1997).

## 4 | CONCLUSÃO

Através da análise dos dados apresentados e com base na falta de elementos para dar suporte à pesquisa, é percebido um grande desafio à frente, com uma sociedade cada vez mais idosa e com cada vez mais caro para os sistemas de saúde no mundo, a lógica fuzzy se apresenta como uma proposta mais viável por estar balizada em uma lógica matemática validada e que apresentará uma redução de custos que trará benefícios tanto para os países e seus sistemas de saúde, quanto para a população em geral que será beneficiada com uma análise mais coerente e assertiva, evitando os malefícios permanentes da doença.

Também este material agregará muito à comunidade científica pela transdisciplinaridade entre ciências outrora distantes. A Engenharia de Produção ganha com a valorização da utilização das tecnologias disponíveis aplicadas para o bem geral da população. O profissional também se mostra mais multidisciplinar e capaz de relacionar as técnicas a outras ciências que não de seu domínio e saindo da zona de conforto, ele agrega mais conhecimentos à sociedade.

Uma possível limitação para este estudo é a falta de material na internet e em livros sobre a HPN, seu diagnóstico e seus impactos. O número de estatísticas dessa doença também é muito escasso e limitado, podendo prejudicar a correta análise de sua importância dentro de um contexto regional ou mundial. Outra limitação é que se a pesquisa não for financiada, não será possível obter dados nacionais em escala adequada.

## REFERÊNCIAS

AKTER, Marin *et al.* **Risk assessment based on fuzzy synthetic evaluation method.** Elsevier, Science of the Total Environment 658, 818–829, 2019.

BABBIE, Earl. **Métodos de Pesquisa de Survey**, BH, UFMG, 1999.

BERGMANN, Merrie. **An introduction to many-valued and fuzzy logic semantics, algebras, and derivation systems**. Cambridge university press, 2008.

BUCKLEY, James J. **Simulating fuzzy systems**. Editora Springer Berlin Heidelberg, New York - University of Alabama at Birmingham, Department of Mathematics, 2005.

CHEN, Shang-Yu. **An improved fuzzy decision analysis framework with fuzzy Mahalanobis distances for individual investment effect appraisal**. Emerald Publishing Limited. MANAGEMENT DECISION VOLUME 55, ISSUE 5, 2017.

Di Ieva, A., Valli, M., & Cusimano, M. D. (2014). **Distinguishing Alzheimer's disease from normal pressure hydrocephalus: A search for MRI biomarkers**. *Journal of Alzheimer's Disease*, 38(2), 331-350. <https://doi.org/10.3233/JAD-130581>.

HERRERA, F.; LOZANO, M.. **Fuzzy Genetic Algorithms: Issues and Models**. Dept. of Computer Science and A.I. University of Granada, Spain, CICYT, 1995.

OLIVEIRA JÚNIOR, Hime Aguiar e. **Lógica Difusa: Aspectos Práticos e Aplicações**, Rio de Janeiro, Interciência, 1999.

PINTO, Fernando Campos Gomes. **Tratamento cirúrgico de hidrocefalia de pressão normal**, Tese de doutorado, USP, São Paulo, 2012.

PORTER, M.E. **Competitive Advantage**, New York: Free Press, 1985.

ROSS, Timothy J.. **Fuzzy logic with engineering applications**. Editora John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England, 2014.

SABBAGH, M. N., Tsai, A., Malek-Ahmadi & M., Kahlon, V. **Differences in cerebrospinal fluid biomarkers between clinically diagnosed idiopathic normal pressure hydrocephalus and Alzheimer's disease**. *Journal of Alzheimer's Disease and Parkinsonism*, 4(4), 150, 2014.

TAKAGI, Hideyuki; **Introduction to Fuzzy Systems, Neural Networks, and Genetic Algorithms**. In: Ruan D. (eds) *Intelligent Hybrid Systems*. Springer, Boston, MA, 1997.

VERGARA, Sylvia. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**, São Paulo: Atlas, 1997.

WILLIAMS & MALM, 2016. **Diagnosis and Treatment of Idiopathic Normal Pressure Hydrocephalus**. *CONTINUUM: Lifelong Learning in Neurology*. 22(2, Dementia):579–599, APR 2016.



# CAPÍTULO 11

## ANÁLISE DOS PRINCIPAIS BENEFÍCIOS OBTIDOS A PARTIR DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA TAMBOR-PULMÃO-CORDA (TPC): UMA REVISÃO DA LITERATURA

Data de aceite: 22/04/2021

Data de submissão: 12/02/2021

**Gilberto Dias Paião Júnior**

Universidade Estadual Paulista – UNESP,  
Faculdade de Engenharia de Bauru – FEB  
Bauru – SP  
<http://lattes.cnpq.br/9818595839814385>

**RESUMO:** O método tambor-pulmão-corda (tpc), criado dentro do contexto da teoria das restrições (toc), se caracteriza por quebrar alguns paradigmas importantes na administração do chão de fábrica. Neste sentido, este trabalho, por meio de uma revisão sistemática de literatura em duas bases de dados, buscou casos reais em que a aplicação do tpc foi descrita. A partir da revisão da literatura, foi possível pontuar que o método trouxe diversos benefícios operacionais para as organizações, notadamente a redução dos lead-times, estoques em processo e melhores desempenho nas entregas. Conseqüentemente também foram observadas melhorias nos indicadores financeiros.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tambor-pulmão-corda; teoria das restrições; aplicação real; indicadores operacionais

ANALYSIS OF THE MAIN BENEFITS  
OBTAINED FROM THE IMPLEMENTATION  
OF THE DRUM-BUFFER-ROPE (DBR)  
SYSTEM: A LITERATURE REVIEW

**ABSTRACT:** The drum-buffer-rope (dbr) method,

created within the context of the theory of constraints (toc), is characterized by breaking some important paradigms in the management of the factory floor. In this sense, this study, through a systematic literature review in two databases, searched real cases where the application of the dbr was described. From the literature review, it was possible to point that the method brings different operational benefits for organizations, notes reducing lead times, stocks in process and better performance in deliveries. Consequently, improvements in financial indicators were also observed.

**KEYWORDS:** Drum-buffer-rope; theory-of-constraints; real application; operational indicators.

### 1 | INTRODUÇÃO

A Teoria das Restrições (TOC), introduzida por Eliyahu M. Goldratt, trouxe um novo paradigma para as operações de controle e planejamento da produção. Em ambientes dominados pelos sistemas MRP, Goldratt estabeleceu uma nova forma de enxergar e pensar o gerenciamento de um ambiente produtivo (IKEZIRI et al., 2019).

Como elemento inicial, a TOC passa o focar nas restrições que os sistemas produtivos apresentam e, ao invés de considerá-las um obstáculo, a TOC acredita que são uma oportunidade para uma produção mais eficiente e lucrativa. Goldratt entende que toda organização possui uma meta principal. Assim,

a exploração eficaz da restrição é condição fundamental para a obtenção da meta (GUPTA; BHARDWAJ; KANDA, 2010b).

Neste sentido, a TOC possui um processo de melhoria contínua que foca em cinco passos para obter um crescimento significativo ao mesmo tempo em que se mantém estável ao longo do tempo. Os passos são: identificar a restrição do sistema; decidir como explorá-la; subordinar todo o resto a esta decisão; elevar a restrição; e retornar ao primeiro passo caso a restrição seja quebrada (GUPTA; BHARDWAJ; KANDA, 2010a).

A partir dos cinco passos de focalização, desenvolve-se o método do Tambor-Pulmão-Corda (TPC) para o controle e planejamento da produção. Para o TPC, a restrição do sistema dita o ganho de metas de toda a organização. Assim, para proteger o ganho, o sistema TPC promove algumas mudanças no processo produtivo de forma a extrair o máximo de capacidade da restrição (tambor). O recurso também passa a ser protegido (pulmão) contra eventualidades que possam afetar os outros recursos e, por fim, a liberação de material (corda) para o chão de fábrica passa a ser restringida e segue a taxa de produção da restrição (GOLDRATT, COXX, 2014; SCHRAGENHEIM, 2013; SOUZA, 2010).

A TOC possui outras ferramentas para as diversas áreas funcionais da empresa. O método TPC, por exemplo, é utilizado para o gerenciamento da produção. Para a área de contabilidade, a TOC propõe a contabilidade do ganho. Para o gerenciamento de projetos, há o método da corrente crítica. Com relação ao gerenciamento estratégico e melhoria contínua pode-se utilizar os processos de pensamento. Todas essas ferramentas seguem a premissa básica de focalizar a meta da organização (GOLDRATT, 2013; GOLDRATT; COXX, 2014).

Ao pesquisar a literatura disponível sobre o TPC entre 2001 e 2020, verificou-se que existem várias publicações sobre o método. Contudo, não foi constatada a existência de artigos que mapeiem e sistematizem como a aplicação prática TPC pode, de fato, contribuir para o desempenho de uma organização. Assim, o objetivo deste trabalho é reunir e analisar quais os benefícios foram observados com a implementação prática do sistema TPC ou de sua versão simplificada (TPC-S) em empresas. Para isto, recorreu-se ao método de revisão sistemática da literatura de artigos publicados em *Journals* de duas bases de dados.

Entende-se a importância deste artigo no fato de sistematizar as publicações que contêm aplicações práticas do método dentro da literatura e mapear os principais benefícios advindos da implementação prática em diversos tipos de empresa.

Este estudo segue a seguinte sequência: a seção dois apresenta uma fundamentação teórica com os principais aspectos que envolvem o TPC e TPC-S; a seção três traz o método da pesquisa e como ela foi desenvolvida; na seção quatro os resultados dos artigos levantados são analisados de acordo com a teoria; e, na última seção, as conclusões são apresentadas.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Sistema Tambor-Pulmão-Corda

A TOC usa um processo de focalização para identificar a restrição de um sistema produtivo e, dessa forma, extrair o seu melhor ganho possível. O processo de focalização envolve cinco passos: identificação da restrição; exploração da restrição; subordinar todo o sistema à decisão anterior; elevar a restrição; e, caso a restrição seja quebrada, voltar ao primeiro passo. O sistema TPC é utilizado nos três primeiros passos para garantir a melhor exploração da restrição (SRIKANTH, 2013).

Segundo Souza (2010), a lógica do TPC prioriza a identificação do elemento mais restritivo, podendo ser um recurso físico, uma política interna ou o próprio mercado. A este recurso restritivo, denomina-se o tambor do sistema, ou seja, ele que irá ditar a taxa de produção. Deste modo, todos os outros recursos devem trabalhar abaixo de sua capacidade máxima, corroborando com a argumentação de Goldratt e Cox (2014) para que as eficiências locais devem ser abolidas.

O conceito de pulmão do sistema, por sua vez, funciona como uma proteção ao recurso restritivo, garantindo que este não fique sem trabalho caso alguma eventualidade ocorra a montante de fluxo. O pulmão é dado na forma de um tempo extra ao período de atravessamento das ordens de produção (GUPTA; BHARDWAJ; KANDA, 2010b). Souza (2010) complementa que o pulmão, em um sistema clássico, pode ser de até três tipos: pulmão da restrição, pulmão de mercado e pulmão de montagem. Ressalta-se que é justamente a capacidade extra de alguns recursos (capacidade protetiva) que viabiliza o estabelecimento dos pulmões, pois estes recursos possuem reserva suficiente para compensar eventuais variabilidades na produção (GOLDRATT, COX, 2014).

Já o conceito de corda faz referência a ligação entre o tambor e a liberação das ordens para o chão de fábrica. O TPC limita quantidade de inventário no sistema dado a capacidade da restrição e o nível do pulmão. Assim, a taxa de liberação de ordens irá seguir a taxa de produção do recurso restritivo (THURER; STEVENSON, 2018). Isso impede que haja excesso de inventário entre os recursos (SOUZA, 2010).

O gerenciamento do pulmão monitora o tempo que uma ordem de serviço leva para atravessar o chão de fábrica até a restrição. Em outras palavras, cada ordem possui seu próprio pulmão de tempo que é dividido em 3 partes iguais e recebem um código de cores: verde, amarela e vermelha, indicando o consumo do pulmão até o momento. Assim, ordens vermelhas, por exemplo, possuem apenas um terço do tempo para chegar ao seu destino, diferente das verdes que possuem mais de dois terços de seu pulmão. O gerenciamento do pulmão ocorre ao monitorar o número total de ordens vermelhas no sistema (SRIKANTH, 2013).

## 2.2 Sistema Tambor-Pulmão-Corda Simplificado

O sistema do TPC-S inova em relação ao clássico, pois agora a restrição é fixa na demanda, ou seja, ela sai do ambiente interno e vai para o externo. Essa inovação segue os pressupostos básicos da TOC visto na introdução, como: fluxo contínuo de materiais, simplicidade inerente ao sistema, entre outros (SCHRAGENHEIM, 2013). Considerando que ambos os métodos foram concebidos para que as empresas pudessem mudar de ambientes *Make-to-Stock* (MTS) para o *Make-to-Order* (MTO), o TPC-S se mostrou mais eficaz nessa tarefa inovando com a produção *Make-to-Availability* (MTA), em que a organização continua produzindo para estoque, porém com níveis de inventário muito menores (SOUZA, 2014).

Embora seja mais interessante produzir MTO, há situações em que é necessário adotar a abordagem MTS. Uma delas se refere às características de mercado que apresentam picos de demanda (sazonalidade) em que a restrição não tem capacidade de atendê-los e não se justifica um investimento maior para um período muito específico. Outro caso se refere ao tempo de tolerância dos clientes em relação ao *lead-time* de produção. Há produtos que devem estar disponíveis de imediato pois o mercado não aceita qualquer prazo de entrega (SOUZA, 2014).

Conforme já mencionado, o TPC-S trabalha apenas com a restrição de mercado, contudo a organização ainda terá em sua linha um recurso restritivo. Este recurso, apesar do nome, possui capacidade protetiva suficiente para atender a demanda do mercado e o gerenciamento do pulmão de produção será feito em cima da carga deste recurso. Cada ordem possui seu pulmão de produção, também dividido em três partes iguais (SCHRAGENHEIM, 2013).

Outra característica do sistema TPC-S, quando utilizado em ambientes MTS, é que neste caso o pulmão não é mais dado na forma de tempo, mas sim em uma quantidade física de produtos acabados. O gerenciamento do pulmão deve prezar pela máxima disponibilidade ao mesmo tempo em que garante estoques baixos (IKEZIRI et al., 2019).

De modo geral o TPC-S pode ser implementado em qualquer tipo de organização, contudo Lee et al. (2010) abordam algumas características que podem dificultar o uso do método. A primeira diz respeito a localização do recurso restritivo, pois o TPC-S assume que este recurso ocupa uma posição intermediária no fluxo. Outro ponto diz respeito à complexidade das linhas com múltiplos recursos restritivos. A terceira característica aborda a inserção de ordens urgentes que podem atrasar os pedidos normais em suas datas de entrega.

Por fim, os principais benefícios encontrados na implementação do TPC clássico ou simplificado envolvem a redução dos *lead-times*, redução do estoque em processo (WIP), aumento da capacidade da restrição e melhoria no desempenho de entrega (AMIN; SAHA; MOHONA, 2018; BAI et al., 2018; LEE et al., 2010; QIAO; WU, 2013; THURER;

## 3 | MÉTODOS

### 3.1 Revisão da Literatura

Para Snyder (2019) a revisão sistemática da literatura se caracteriza por propor uma síntese e comparação do que foi pesquisado, além de focar em uma questão específica dentro do tema estudado e utilizar requisitos rigorosos para a coleta de dados. A análise qualitativa dos dados tem o objetivo de avaliar a qualidade dos resultados de diferentes tipos de estudo e compará-los.

Outra característica da revisão sistemática de literatura é a sua reprodutibilidade. O autor deve deixar claro quais critérios seguiu para chegar nos resultados apresentados, permitindo que outro pesquisador encontre os mesmos resultados. Neste sentido, apresenta-se alguns passos básicos que são comuns à maioria dos autores: planejamento da revisão que envolve a definição do que será estudado e de como a pesquisa será feita (protocolo); condução da revisão abrange a avaliação dos artigos e a extração e síntese dos dados a serem utilizados e; a apresentação dos resultados (KRAUS; BREIER; DASÍ-RODRÍGUEZ, 2020; SNYDER, 2019).

Este artigo seguiu os conceitos e passos apresentados de modo a manter as características desse tipo de trabalho.

### 3.2 Coleta de Dados

O objetivo da pesquisa é encontrar casos reais de aplicação do TPC em empresas de diversos segmentos do mercado para visualizar quais mudanças que a aplicação do método trouxe. A pesquisa foi realizada na base de dados *Scopus* com os seguintes filtros objetivos: “*drum buffer rope*” and “*case study*” or “*survey*” or “*action research*” or “*real application*”. O filtro de tempo foi utilizado para selecionar os artigos de 2001 até 2020. O resultado da pesquisa retornou 35 documentos.

O primeiro critério para o filtro subjetivo foi a seleção de documentos pertencentes apenas a *Journals*, em seguida, após ler o título, resumo e partes do texto, eliminou-se os artigos que tratavam de simulações ou proposição de modelos, ou seja, casos não relacionados com aplicações reais. É importante salientar que alguns artigos trazem a formulação de modelos com aplicação simulada a partir de dados reais, contudo os resultados são apenas teóricos. Deste modo também se retirou esses artigos da revisão bibliográfica, restando 9 referências.

Dentro das 35 referências encontradas no *Scopus*, dois artigos não puderam ser avaliados, pois um se trata de uma publicação paga mesmo com acesso via VPN (*Virtual Private Network*) da universidade. O segundo artigo possui apenas o resumo em inglês, o

texto original está em chinês na base de dados.

Para aumentar a robustez da revisão, também foi usada a base de dados *Web-of-Science*, foram encontrados 25 documentos por meio dos seguintes atributos de pesquisa: TS=(*drum buffer rope and case study*) or TS=(*drum buffer rope and survey*) or TS=(*drum buffer rope and action research*) or TS=(*drum buffer rope and real application*). Novamente o intervalo de tempo foi de 2001 a 2020.

Seguindo os mesmos critérios de filtros objetivos e subjetivos utilizados na plataforma *Scopus*, foi possível apurar dois novos artigos para serem adicionados ao acervo a ser analisado. Os demais se dividiam entre os que não eram publicados em *Journals* e os que já haviam sido elencados na pesquisa na base de dados do *Scopus*. O número total a ser analisado no trabalho é de 11 artigos. A Figura 1 ilustra o método utilizado na pesquisa dos artigos nas duas bases de dados.

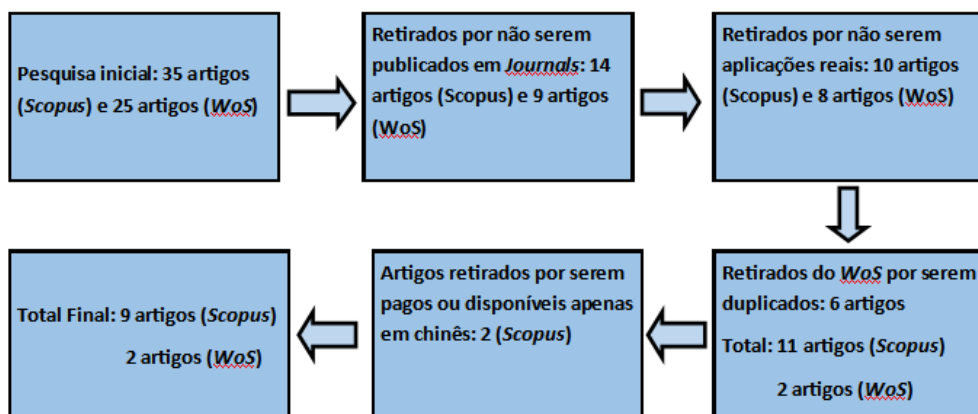


FIGURA 1: Método utilizado para a pesquisa e a seleção de artigos.

Fonte: o autor (2020).

As plataformas *Scopus* e *Web-of-Science* são bases de dados que costumam ser utilizadas em conjunto para revisões de literatura, sendo também consideradas duas das principais bases existentes devido a quantidade e qualidade de documentos (IKEZIRI et al., 2019; MARIANO; SOBREIRO; REBELATTO, 2015).

## 4 | RESULTADOS

O primeiro artigo selecionado é de Kelly e Germain (2020) que analisaram a operação de corte de madeira no nordeste dos Estados Unidos. Os autores descreveram a operação e o estudo buscou identificar como a sequência de trabalho era realizada e a eventual restrição do sistema. Foi apresentado que a operação da motosserra demandava

80% mais horas de trabalho do que o trator, sendo que este necessita de paradas para a manutenção preventiva. Neste ponto, o estudo avançou apenas com a proposição de um cronograma do gargalo, porém sem resultados. A contribuição prática se restringiu a identificação da restrição.

Já o estudo de Telles et al (2020) buscou avaliar os impactos que o TPC traria nas eficiências das linhas de três produtos de uma empresa que fabrica componentes para a indústria aeroespacial, em ambiente ETO. O TPC começou a ser implantado em 2016 nas linhas de eletrônicos, computadores e de *displays*. Os *inputs* para a avaliação foram o tempo de produção, *lead-time*, nº de empregados, nº de reclamações dos clientes e o WIP. Como *outputs* analisou-se o desempenho de entrega, quantidade de produtos finalizados e produtos rejeitados. Após quatro anos, foi observado uma melhoria de 19% na linha de computadores, 16% na de *displays* e 4% na de eletrônicos. O resultado da linha de eletrônicos se deve a complexidade dos processos e a grande variabilidade de produtos.

O artigo de Lizarralde-Aiastui, Apaolaza-Perez, Mediavilla-Guisasola (2020) trouxe o caso de um fabricante de vasos de pressão espanhol que trabalha no ambiente MTO com produtos muito customizados. A equipe utilizou os cinco passos de focalização de Goldratt. A observação inicial mostrou excesso de WIP, atrasos, baixo desempenho na entrega e medida de desempenho baseada em eficiência local. A restrição foi identificada na área de usinagem. Como resultados práticos, a organização conseguiu uma redução de 20% de ordens abertas, reduziu em 10% do *lead-time* e o WIP caiu 20%. Outras melhorias foram observadas na redução em 20% dos problemas de qualidade, balanceamento do fluxo de trabalho, aparecimento de capacidade oculta e o aumento do nível de serviço de 50% para 70%.

Prosseguindo com a análise, Modi, Lowalekar e Bhatta (2019) focaram em um fabricante de fechaduras indiano que estava sofrendo muito com a baixa qualidade do serviço oferecido e com uma cadeia de distribuição desorganizada. Para viabilizar a mudança na empresa, o TPC foi usado em conjunto com algumas ferramentas da contabilidade do ganho e dos processos de pensamento. Especificamente sobre a implantação do TPC, foi observado que a restrição do sistema era o mercado, assim optou-se pelo TPC-S e a produção MTA (95% dos produtos) foi implementada. Os resultados obtidos foram significativos: redução em 40% do estoque de produtos; diminuição de 33% do WIP; o *lead-time* reduziu em 75% em 4 anos e o giro de estoque aumentou 3 vezes. Nas medidas financeiras o ganho aumentou 33% em dois anos e seguiu aumentando 20% nos anos seguintes e o volume líquido de negócios aumentou mais de 2,5 vezes desde 2008.

O artigo de Cortabarría, Martínez e Mendoza (2016) trouxe o estudo de caso de uma fabricante metalmeccânica colombiana. O objetivo está em analisar os impactos no ganho, inventário e despesas operacionais. Novamente, foi utilizado os cinco passos de focalização para identificar a restrição de um linha que produz 3 produtos. Foi observado falta de capacidade para atender a demanda dos produtos B e C. Deste modo, buscou-se



a melhor forma de explorar a restrição da linha e um novo alinhamento do mix de produtos. Como resultados das alterações houve uma redução e mais de 50% do tempo de ciclo do produto B e de 45% para o produto C. Outro benefício foi o completo atendimento da demanda do produto B e a redução do inventário. Com o novo mix, a demanda passou a ser a restrição e o resultado líquido aumentou em 12% sem alteração das despesas operacionais.

A *survey* realizada por Panizzolo (2016) tem um aspecto diferente dos demais artigos uma vez que aborda de maneira agregada 61 empresas de quatro países europeus e mostra as principais características de implementação da TOC. Indústrias da França e Espanha, por exemplo, consideram mais relevante a TOC na sua gestão do que suas pares na Alemanha e Itália. Outra informação relevante se refere ao Reino Unido, pois as organizações desse país foram as primeiras a adotar a TOC e revelam ótimos desempenhos em termos de nível de inventário e tempos de ciclo. Um indicador comum a todos os países se refletiu na redução dos *lead-times* de produção. As ferramentas da TOC que mais contribuíram para esses resultados foram o TPC, preservação de capacidade extra em recursos não restritivos e planejamento otimizado para a restrição.

Darlington et al (2015) analisaram justamente um caso de implementação do TPC em um fabricante de painéis automotivos no Reino Unido. Neste estudo, a análise se aprofundou em detalhes desde as seleção da equipe aos métodos utilizados. Os principais problemas a serem resolvidos estavam no altos *lead-times* e WIP, além de muito retrabalho e 60% das entregas feitas em atraso. O gargalo identificado estava na máquina de corte a laser, pois esta estação tinha tempos muito variados de operação devido as características do produto.

Retomando Lee et al (2010) que comentam a dificuldade de implementar o TPC em linhas em que o recurso restritivo não ocupa uma posição intermediária no fluxo, a equipe da fábrica teve que fazer adaptações do pulmão da sua restrição, pois esta estava justamente no início da linha. Por fim, apresentou-se resultados significativos após a implementação do TPC: redução do WIP em 60%, redução do *lead-time* em 56%, os giros de estoque dobraram e melhoria no desempenho das entregas (DARLINGTON et al., 2015).

O estudo de caso de Benavides e Landeghem (2015) focou em quatro pequenas e médias empresas equatorianas. Todas as empresas atuam em ambiente MTO e possuem baixo desempenho de entrega, altos WIP e *lead-times*. O TPC-S mostrou-se ser o método recomendado dada as características organizacionais. Cabe ressaltar que cada empresa possui aspectos únicos em termos de *layout*, localização do recurso restritivo, cultura interna e automatização dos processos. De modo geral, observou-se grandes melhorias em todas as empresas. A primeira delas é o aumento do nível de serviço em virtude da restrição de liberação de materiais, além do aparecimento de capacidade extra. O gerenciamento do pulmão propiciou a redução significativa dos tempos de ciclo (média de 40%) e o aumento do nível de serviço (90%).



O exemplo de Umble, Umble e Murakami (2006) é um caso emblemático da implementação da TOC na *Hitachi Tool Engineering*. O caso é particularmente interessante pois a empresa opera em sistema MTS, assim como o caso analisado por Modi, Lowalekar e Bhatta (2019), possui altos WIP, *lead-times*, falta de alguns produtos, excesso de outros, atraso nas entregas, entre outros. Como comentado na literatura, o TPC foi desenvolvido para que as empresas que operam em MTS passem a opera MTA. Novamente os cinco passos de focalização foram utilizados e descobriu-se que a restrição estava relacionada com a política de produção da empresa, maior valor agregado, típico da contabilidade de custos.

Uma vez que as mudanças foram implementadas com a participação ativas dos operadores conseguiu-se a redução de *setups*, um fluxo contínuo de produção e a introdução da manutenção preventiva. Os resultados entre 2000 e 2004 foram os seguintes: redução do *lead-time* em 60%, aumento de 45 para 85% no desempenho das entregas, aumento da capacidade produtiva sem compra de equipamentos em 20% e os giros de estoque saltaram de 7 para 10. Na área financeira o aumento da lucratividade saltou de 921 mi para 4 bi de Yens em dois anos, assim como o preço das ações mais que dobraram (UMBLE, UMBLE, MURAKAMI, 2006).

No campo das empresas que trabalham com linhas de produção com fluxos reentrantes, Wu e Yeh (2006), são um dos primeiros autores a analisar um caso real de proposição do TPC nesse ambiente produtivo. Uma limitação do referido estudo está na falta de resultados práticos. Os autores desenvolvem uma programação de tambor em um fluxo que passa diversas vezes pelo mesmo gargalo. Há a necessidade de se estabelecer diversos pulmões da restrição e combinar as ordens mais adiantadas com as recém liberadas quando estão aguardando no gargalo. Segundo os autores, uma empresa de Taiwan que fabrica placas de circuito integrado é utilizada para o teste do método. O material pode passar pela linha de 2 a 8 vezes, porém não há resultados práticos para serem analisados.

Por fim, o estudo de Schaefers et al. (2004) foca em uma empresa fabricante de chapas de aço em ambiente MTO, porém com pedidos grandes e frequentes. Como análise preliminar, verificou-se que a organização priorizava a maximização do uso dos equipamentos e matéria-prima (otimização dos recursos), negligenciando os prazos de entrega. Em consequência, a empresa enfrentava altos WIP, baixo nível de serviço e indicadores financeiros negativos. Dado a característica de baixa diferenciação dos produtos, a implementação do TPC propiciou uma oportunidade de diferenciação para a empresa ao entregar em prazos mais curtos do que o mercado trabalha. Como resultados a empresa reduziu para 10 dias o *lead-time* que variava de 21 a 180 dias, aumento de 34% para 87% do nível de serviço, redução dos atrasos para próximos de zero, implementação de indicadores de desempenho e redução em 25% dos custos de transporte.

## 51 CONCLUSÃO

Ao analisar todos os artigos apresentados e confrontá-los com a literatura apresentada, é claro perceber que a maioria das empresas enfrentavam problemas sérios no desempenho nas entregas, altos *lead-times* e *WIP*, refletindo nos resultados financeiros. As causas desses problemas estavam justamente onde autores como Goldratt e Cox (2014), Schragenheim (2013) e Srikanth (2013) argumentam que as empresas buscam as máximas eficiências locais e deixam de lado o que realmente as fazem gerar mais ganho. Corroborando o apresentado na literatura, as melhorias em *lead-time*, *WIP*, desempenho de entrega e aumento do ganho, sem a necessidade de altos investimentos, são uma forte constatação de que a *TOC*, por meio do *TPC*, pode melhorar a lucratividade das empresas e torná-las mais eficientes e flexíveis.

Como limitação do trabalho, tem-se a relativa escassez de material sobre aplicações reais do método *TPC*. Isto se traduz em uma recomendação para trabalhos futuros que utilizem mais bases de dados para que a amostra possa ser mais significativa. Outra limitação diz respeito a característica de que apenas os resultados positivos são publicados, seria interessante notar as principais causas de insucessos que as empresas enfrentam. Como sugestão para futuros trabalhos, tem-se a possibilidade de analisar as melhorias que os estudos de simulações em ambientes produtivos de fluxos reentrantes podem oferecer. Na revisão de literatura percebeu-se que este tipo de aplicação demanda melhorias no algoritmo do *TPC*.

## REFERÊNCIAS

- AMIN, A.; SAHA, A. K.; MOHONA, T. U. **Performance Improvement of Jute Industries using Theory of Constraints (TOC)**. *European Journal of Advances in Engineering and Technology*. 5 (5): 303-311, 2018.
- BAI, Z. Q.; WEI, Q. Y.; DAI, M.; ZHANG, Z. S. **An OEE Improvement Method Based on TOC**. *25th International Conference em Mechatronics and Machine Vision in Practice*. 2018. Disponível em <<https://ieeexplore.ieee.org/document/8600875>>. Acesso em 20 de junho de 2020.
- BENAVIDES, M. B.; LANDEGHEM, H. V. **Implementation of S-DBR in four manufacturing SMEs: a research case study**. *Production Planning & Control*. 26:13, 1110-1127, DOI: <https://doi.org/10.1080/09537287.2015.1015060> . 2015.
- CORTABARRÍA Castañeda, L. A.; MARTÍNEZ Marín, S. J.; MENDOZA Quijano, O. H. **Design, implementation and analysis of a methodology for applying TOC to companies with internal physical restrictions metalworking - case application: Colombia**. *Espacios*, v. 37, n. 31, 2016.
- DARLINGTON, J.; FRANCIS, M.; FOUND, P.; THOMAS, A. **Design and implementation of a Drum-Buffer-Rope pull-system**. *Production Planning & Control*, v. 26, n. 6, 489–504, <http://dx.doi.org/10.1080/09537287.2014.926409>. 2015.

GOLDRATT, E. M. **Introdução à TOC: minha visão**. In Handbook da Teoria das Restrições, org. COX III, J. F.; SCHLEIER, J. G. 179–216. Porto Alegre: Bookman, 2013.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. **A Meta: Teoria das Restrições aplicada à indústria**. São Paulo: Nobel, 3ª ed. 2014.

GUPTA, A.; BHARDWAJ, A.; KANDA, A. **Durm-Buffer-Rope: the technique to plan and control the production using Theory of Constraints**. *International Journal of Economics and Management Engineering*. v. 4, n. 10, 2010.

GUPTA, A.; BHARDWAJ, A.; KANDA, A. **Fundamentals concepts of theory of constraints: an emerging philosophy**. *International Journal of Economics and Management Engineering*. v. 4, n. 10, 2010.

IKEZIRI, L. M.; SOUZA, F. B. de; GUPTA, M. C.; FIORINI, P. de C. **Theory of constraints: review and bibliometric analysis**. *International Journal of Production Research*, v. 57, nº 15-16. 2019.

KELLY, M. C.; GERMAIN, R. H. **Applying Theory of Constraints to Timber Harvesting: A Case Study from the Northeast USA**. *Croatian Journal of Engineering*. (59-69). DOI: <https://doi.org/10.5552/crojfe.2020.534>. 2020.

KRAUS, S.; BREIER, M.; DASÍ-RODRÍGUEZ, S. **The art of crafting a systematic literature review in entrepreneurship research**. *International Entrepreneurship and Management Journal*. 2020. Disponível em <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11365-020-00635-4.pdf>>. Acesso em 01 de julho de 2020.

LEE, J. H.; CHANG, J. G.; TSAI, C. H.; LI, R. K. **Research on enhancement of TOC Simplified Drum-Buffer-Rope system using novel generic procedures**. *Expert System with Applications*.37 (5): 3747-3754. doi:10.1016/j.eswa.2009.11.049. 2010

LIZARRALDE-AIASTUI, A.; APAOLAZA-PEREZ de Eulate, U.; MEDIAVILLA-GUISASOLA, M. **A Strategic Approach for Bottleneck Identification in Make-To-Order Environments: A Drum-Buffer-Rope Action Research Based Case Study**. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 13(1), 18-37. <https://doi.org/10.3926/jiem.2868>. 2020.

MARIANO, E. B.; SOBREIRO, V. A.; REBELATTO, D. A. do N. **Human development and data analysis: a structured literature review**. *Omega*. 2015. Disponível em: <<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0305048315000043?token=86C8A70648EA7AA7D067ADFFBE21DA8FBD6CEAE0054E3EA11440AD82C51B59464845DDA8615F36F5C9AA002179C1945A>>. Acesso em 03 de julho de 2020.

MODI, K.; LOWALEKAR, H.; BHATTA, N. M. K. **Revolutionizing supply chain management the theory of constraints way: a case study**. *International Journal of Production Research*, v. 57, n. 11, 3335–3361, <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1523579>. 2019.

PANIZZOLO, R. **Theory of Constraints (TOC) Production and Manufacturing Performance**. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, v. 7, n. 1, 2016.

QIAO, F.; WU, Q. **Layered Drum-Buffer-Rope-Based Scheduling of Reentrant Manufacturing Systems**. *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*, v. 26, nº 2, 2013.

- SCHAEFERS, J.; AGGOUNE, R.; BECKER, F.; FABBRI, R. **TOC-based planning and scheduling model**. *International Journal of Production Research*, 42-13, 2639-2649, DOI: <https://doi.org/10.1080/00207540410001691910>. 2004.
- SCHRAGENHEIM, E. **Do TPC ao TPC simplificado na produção sob encomenda**. In Handbook da Teoria das Restrições, org. COX III, J. F.; SCHLEIER, J. G. 179–216. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- SNYDER, H. **Literature review as a research methodology: An overview and guidelines**. *Journal of Business Research*, v.104, p. 333-339, 2019.
- SOUZA, F. B de; BAPTISTA, H. R. **Proposta de avanço para o método Tambor-Pulmão-Corda Simplificado aplicado em ambientes de produção sob encomenda**. *Gestão e Produção*. São Carlos, v. 17, n. 4, p. 735-746, 2010.
- SOUZA, F. B de; BAPTISTA, H. R. **Produzindo para disponibilidade: uma aplicação da Teoria das Restrições em ambientes de produção para estoque**. *Gestão e Produção*. São Carlos, v. 21, n. 1, p. 65-76, 2014.
- SRIKANTH, M. **TPC, gerenciamento de pulmões e classificação de fluxo VATI**. In Handbook da Teoria das Restrições, org. COX III, J. F.; SCHLEIER, J. G. 179–216. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- TELLES, E. S.; LACERDA, D. P.; MORANDI, M. I. W. M.; PIRAN, F. A. S. **Drum-buffer-rope in an engineering-to-order system: An analysis of an aerospace manufacturer using data envelopment analysis (DEA)**. *International Journal of Production Economics*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.09.021>. 2020.
- THRURER, M.; STEVENSON, M. **On the beat of the drum: improving the flow shop performance of the Drum-Buffer-Rope scheduling mechanism**. *International Journal os Production Research*. v. 56, n. 9, 2018.
- WU, H. H.; YEH, M. L. **A DBR scheduling method for manufacturing environments with bottleneck re-entrant flows**. *International Journal of Production Research*, 44-5, 883-902, DOI: <https://doi.org/10.1080/00207540500362187>. 2006.
- UMBLE, M.; UMBLE, E.; MURAKAMI, S. **Implementing theory of constraints in a traditional Japanese manufacturing environment: The case of Hitachi Tool Engineering**. *International Journal of Production Research*, 44:10, 1863-1880, DOI: <https://doi.org/10.1080/00207540500381393>. 2006.

# CAPÍTULO 12

## DESENVOLVIMENTO DE ESCUDOS FACIAIS ATRAVÉS DE PROTÓTIPOS RÁPIDOS: UMA ABORDAGEM SÓCIO-SANITÁRIA EM DEFESA DOS PROFISSIONAIS DE SAÚDE CONTRA O COVID-19 EM SÃO PAULO, BRASIL

Data de aceite: 22/04/2021

Data de submissão: 08/03/2021

### **Adriana Del Monaco de Maria**

Faculdade das Américas  
São Paulo, SP  
<http://lattes.cnpq.br/2054144837854049>

### **Maria Eduarda Aidar Santillo**

Faculdade das Américas  
São Paulo, SP  
<http://lattes.cnpq.br/0394534113671933>

### **Eduardo Augusto Galdino dos Santos**

Faculdade das Américas  
São Paulo, SP  
<http://lattes.cnpq.br/0206355427935353>

### **Lia de Biasi Pereira**

Faculdade das Américas  
Penha de França – SP  
<http://lattes.cnpq.br/8462506435248380>

### **Rafaela Camargo dos Santos**

Faculdade das Américas  
Embu das Artes – SP  
<http://lattes.cnpq.br/3175549316427193>

### **Gabrielle Silva Coelho**

Faculdade das Américas  
São Paulo, SP  
<http://lattes.cnpq.br/2232984545223630>

### **Fabielle Pereira Leite**

Faculdade das Américas  
São Paulo, SP  
<http://lattes.cnpq.br/4940293997102384>

### **Suzane Candido Losacco**

Faculdade das Américas  
São Paulo, SP  
<http://lattes.cnpq.br/9500148499822074>

### **Edmilson Machado Pereira**

Faculdade das Américas  
São Paulo - SP  
<http://lattes.cnpq.br/0172191405185655>

### **Mariane da Silva Monteiro**

Faculdade das Américas  
São Paulo – SP  
<http://lattes.cnpq.br/8273483693738090>

### **Yara Beatriz Rodrigues do Espirito Santo**

Faculdade das Américas  
São Paulo – SP  
<http://lattes.cnpq.br/5572239705625943>

### **Camila Santineli dos Santos**

Faculdade das Américas  
São Paulo - SP  
<http://lattes.cnpq.br/8439953746053530>

### **Emanuele Alves da Silva**

Faculdade das Américas  
São Paulo, SP  
<http://lattes.cnpq.br/8653772887397208>

**RESUMO:** Atualmente, a humanidade está sendo assolada pela pandemia causada pelo beta-coronavírus SARS-CoV-2. Esta doença tem causado uma alta taxa de mortalidade devido ao fácil contágio. A transmissão dá-se de humano para humano através de gotículas respiratórias e o contato com superfícies infectadas por aerossóis. Qualquer pessoa que carregue o

vírus que esteja próxima (ou seja, há menos de 1 metro) dos olhos, nariz ou boca de outro indivíduo, torna-o suscetível, por conta do contato direto com as partículas contaminadas que ele terá (por exemplo, tocando uma superfície infectada e depois tocando nos olhos, nariz ou boca). Em risco de exposição à infecção, diante das formas de contaminação por esse vírus e pensando nas medidas de controle e proteção de infecções dos profissionais de saúde, a Liga de Reabilitação Acadêmica (LAR), formada pelos professores e alunos da Faculdade das Américas, produziu 350 protetores faciais em impressão 3D através de modelos compostos de filamentos de polímero, além da viseira de filme de acetato e elásticos para melhor fixação, estas podem ser reutilizadas e esterilizadas facilmente. As máscaras foram distribuídas gratuitamente aos profissionais de saúde do estado de São Paulo, com o objetivo de oferecer maior apoio, para que possam exercer seu trabalho com mais segurança.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Impressão 3D, Equipamento de proteção pessoal, Coronavírus (COVID-19), Escudos Faciais.*

## DEVELOPMENT OF FACE SHIELDS BY RAPID PROTOTYPING: A SOCIO-SANITARY APPROACH IN DEFENSE OF HEALTH PROFESSIONALS AGAINST COVID-19 IN SÃO PAULO, BRAZIL

**ABSTRACT:** Humanity is being affected by the SARS-CoV-2 beta-coronavirus since December 2019. This disease has caused a high mortality rate due to easy contagion in pandemic mundial scale. The transmission occurs from human to human, through respiratory droplets and contact with aerosol-infected surfaces. Anyone carrying the virus that is close (i.e. less than 1 meter) to another person's eyes, nose or mouth, makes him/her susceptible because of direct contact with the contaminated particles he/she will have (e.g. by touching an infected surface and then touching the eyes, nose or mouth). Due to the risk of exposure to infection, given the forms of contamination by this virus and considering measures to control and protect against infections by health professionals, the Academic Rehabilitation League (LAR), formed by professors and students of the University Center of Americas, produced 400 facial protectors using 3D printing through models composed of polymer filaments, in addition to the acetate films visor and elastics for better fixation, these can be reused and sterilized easily. The masks were distributed free of charge to health professionals in the state of São Paulo, with the purpose of offering greater support, so that they can perform their work safely.

**KEYWORDS:** *3D Printing, Personal protective equipment, SARS-CoV-2 Coronavirus, COVID-19, Face Shields.*

## INTRODUÇÃO

No final de dezembro de 2019, na cidade de Wuhan, província de Hubei, China, foi detectado um novo coronavírus ligado a um mercado de frutos do mar. Atualmente, o agente etiológico foi denominado Coronavírus 2 de síndrome respiratória aguda severa (SARS-CoV-2). Os sintomas da doença COVID-19, nomeada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 11 de fevereiro de 2020, aparecem após um período de incubação e os casos de morte prematura do surto de COVID-19 ocorreram principalmente em idosos, possivelmente devido a um sistema imunológico fraco que permite uma progressão mais

rápida da infecção viral. Em 11 de março de 2020, a OMS declarou uma pandemia global e ordenou que as pessoas ficassem em casa para minimizar a transmissão do Coronavírus 2. Por outro lado, profissionais de saúde das redes públicas e privadas do país, assim como instituições de pesquisa e laboratórios de testes controlados estavam preparados para fazer exatamente o contrário, permanecendo na vanguarda da luta contra a doença. <sup>1,2</sup>

De acordo com a OMS, a transmissão do vírus ocorre de uma pessoa infectada para outra por contato, como tosse, secreções nasais, espirros ou saliva. Assim, o coronavírus pode ser transmitido por gotículas suspensas no ar. O uso de máscaras representa uma barreira física, minimizando o risco de disseminação. Entretanto, o uso não substitui a máscara individual (máscaras cirúrgicas ou PFF2 - N95) servindo apenas como um complemento, em máscaras e óculos. <sup>2</sup>

Como a pandemia fomenta, o acesso a equipamentos de proteção individual (EPI), como máscaras de proteção facial, tornou-se extremamente importante para reduzir a contaminação de indivíduos que estão trabalhando nas linhas de frente na luta contra a COVID-19. <sup>3</sup> De acordo com o projeto de William Lindsley sobre a eficácia das máscaras de proteção facial contra gotículas de aerossol, a máscara de proteção facial pode reduzir a exposição viral imediata em 96% com uma simulação a menos de 50 cm da tosse. A uma distância recomendada de 2 metros, as máscaras de proteção facial reduziram a exposição viral em 92%. Após 30 minutos, o efeito protetor excedeu 80% e as máscaras evitaram quedas de aerossol em 68%. <sup>4,5,6</sup>

Em muitos países em desenvolvimento, a infraestrutura do sistema de saúde tem encontrado dificuldades para suportar a demanda por esforços e equipamentos exigidos por esta pandemia. Isto tem levado a emergências alarmantes e a um controle deficiente da saúde e segurança da rede. Sabendo desta relevância, o objetivo da Liga de Reabilitação Acadêmica (LAR), formada por professores e estudantes do Centro Universitário das Américas, São Paulo é desenvolver um projeto, usando fabricação de aditivos para fazer máscaras de proteção facial por modelos produzidos digitalmente e posteriormente enviados para doações para ajudar os profissionais de saúde.

## MATERIAIS E MÉTODOS

**Técnicas de fabricação de aditivos.** Para o processo de prototipagem rápida, também conhecido popularmente como impressão 3D, é necessário um modelo de arquivo computacional, uma extensão amplamente utilizada é a .stl. Para o presente projeto, o modelo .stl desenvolvido por pesquisadores da República Tcheca foi usado como base, que o compartilharam através de uma licença não comercial da PRUSAPRINTERS, 2020. Este modelo apresentava destaque para o encaixe da folha de acetato, que deveria ser perfurada com um punção de papel. Desta forma, estes destaques de encaixe foram removidos do modelo e ele foi adaptado para um sistema de encaixe interno e para facilitar

a montagem da folha de acetato. Como mostrado na Figura 1.

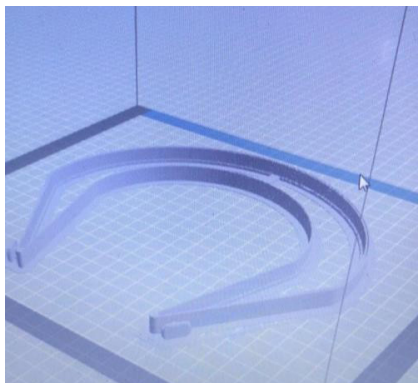


Figura 1: Computador de proteção facial modelo de arco 3D adaptado para este projeto.

Após a adaptação do desenho 3D, o desenho foi fatiado usando o software Ultimaker Cura®, o modelo foi impresso pela impressora Tronxy X5SA 3D, com os seguintes parâmetros adequados para prototipagem com PLA: Altura de camada 0,3mm; densidade de enchimento 50%; Octeto de padrão de enchimento; Temperatura de impressão 200°C; Temperatura de construção da chapa 50°C; Diâmetro do filamento 1,75mm; Velocidade de impressão 60mm/s; Velocidade de viagem 120mm/s; Sem geração de suporte; Construção de borda tipo adesão da chapa com 4mm; Tempo final de impressão 3h40min para 2 suportes de máscara para procedimento.

**Processo de montagem.** Uma vez colocada em prática a técnica de fabricação de aditivos, o processo de montagem dos escudos faciais foi realizado de forma rápida e prática. Com o modelo de arco impresso feito de ácido polilático biopolímero (PLA) na mão, a película de acetato foi colocada na fenda de acoplamento e, em seguida, o elástico fixado nos pinos laterais para melhor estabilidade durante o uso. A figura 2 mostra a montagem final do modelo de proteção facial.





Figura 2: Montagem do modelo Final Face Shield.

Após a montagem, as máscaras foram desinfetadas com álcool 70% ou polihexametileno biguanida (PHMB) e embaladas em caixas de papelão ou sacos plásticos para transporte. Montadas, limpas e devidamente embaladas, as máscaras foram entregues aos profissionais que trabalham na linha de frente na luta contra a COVID-19. Embora o processo de desinfecção tenha sido realizado após a montagem das máscaras, foi recomendado que elas fossem limpas novamente antes do primeiro uso. A figura 3 mostra o fluxograma de produção.

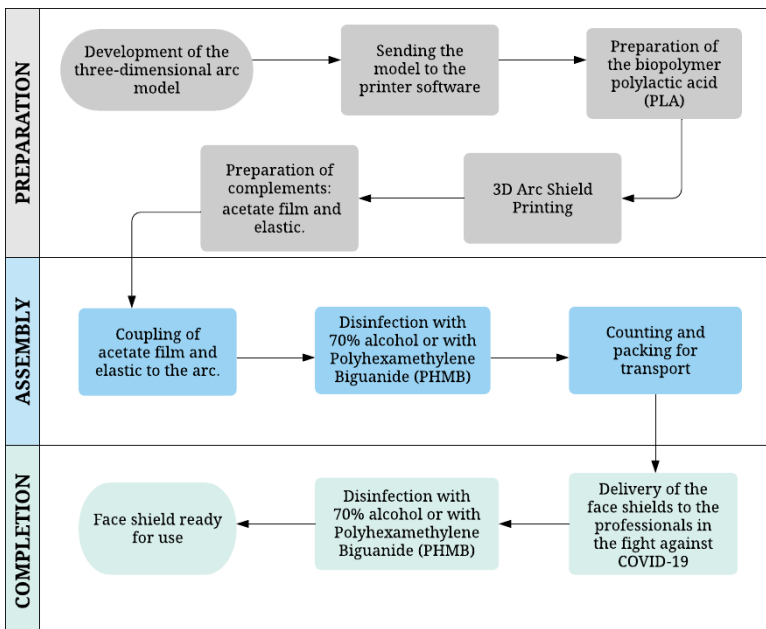


Figura 3: Fluxograma de produção e montagem.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O risco de infecção para o pessoal hospitalar é maior do que o resto da população. Os profissionais de saúde são um veículo potencial para a propagação da SRA-CoV-2. Com a propagação da COVID-19 para a população excedente, mais de 3300 trabalhadores da área de saúde foram infectados na China. Em abril de 2020, Fursaroli, P. et al., relatou o 100º médico italiano infectado com a doença. A grande maioria das primeiras 100 vítimas entre os médicos ocorreu na Lombardia, a região mais afetada em geral, seguida por Emília-Romanha e Campânia.

A estratégia para evitar a propagação do vírus inclui o uso de equipamentos de proteção pessoal apropriados entre os profissionais de saúde, tais como máscaras N95, máscaras médicas, proteção dos olhos, roupões, luvas e protetores faciais.<sup>8</sup> Entretanto, a chegada repentina da pandemia causou um esgotamento desses materiais em todos os três níveis de governo, federal, estadual e municipal, bem como em redes privadas. A Associação Médica do Estado de São Paulo realizou uma pesquisa para mapear as opiniões e condições de trabalho dos médicos brasileiros, especialmente da cidade de São Paulo, em meio à nova pandemia do coronavírus (COVID-19). A pesquisa foi conduzida em meados de abril e contou com a participação de 2312 profissionais. O resultado foi que 50% dos médicos pesquisados relataram a falta de máscaras N95 ou PFF2, adequadas para bloquear o coronavírus; 38,5% relataram a falta de proteção facial; 26% relataram a falta de óculos; 31%, de aventais; 36,5%, de máscaras cirúrgicas. Isto demonstra a importância de realizar projetos que promovam a fabricação e doação de equipamentos de proteção pessoal.<sup>9</sup>

A tecnologia de impressão 3D reformulou a engenharia biomédica para projetar e desenvolver novos equipamentos como uma técnica flexível e poderosa na indústria de manufatura avançada. Os protetores faciais vêm em muitas formas, mas todos devem fornecer uma barreira plástica transparente que cubra a face. Para uma proteção ideal, o escudo deve se estender abaixo do queixo anteriormente, até as orelhas lateralmente, e não deve haver espaço exposto entre a testa e o capacete do escudo. Estas características simples permitem que o design seja facilmente reproduzido e eficaz.<sup>10,11</sup> A aplicação da técnica de prototipagem rápida por impressão 3D em nosso projeto provou ser um processo eficaz na produção dos suportes da folha de acetato para os escudos faciais. Uma desvantagem deste processo é o tempo de fabricação de cada peça. Em outras técnicas como injeção e corte, por exemplo, seria possível produzir 10 vezes mais, ao mesmo tempo, mas estes equipamentos têm um custo maior do que uma impressora 3D.

Pesquisas demonstraram que o vírus pode sobreviver por um período diferente, dependendo da superfície. Portanto, a OMS recomenda garantir que os procedimentos de desinfecção e limpeza ambiental sejam realizados de forma correta e consistente.<sup>12,13</sup> Ao longo dos anos, os desinfetantes têm sido utilizados na indústria hospitalar, em clínicas,

ambulatórios e consultórios, atuando como prevenção de infecções. <sup>10</sup> Estes agentes químicos promovem a destruição de microrganismos na forma vegetativa, em artigos hospitalares ou em superfícies. <sup>11</sup> De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), após o uso de EPIs, a limpeza deve ser realizada e depois desinfetada com 70% de líquido álcool, hipoclorito de sódio ou outro desinfetante na concentração recomendada pelo fabricante. <sup>14</sup>

Os escudos faciais podem ser tratados através dos seguintes processos: 1) O hipoclorito de sódio (bactericida, fungicida, microbactericida e virucida, dependendo da concentração), tem ação rápida e não deixa resíduos, pode ser usado em superfícies e materiais de terapia respiratória. Na concentração de 0,1% é eficaz para a desinfecção de materiais termossensíveis, tais como máscaras, acessórios de ventiladores mecânicos e dispositivos de anestesia, umidificadores, entre outros. O processo de desinfecção com hipoclorito de sódio é feito por imersão de 15 a 30 minutos. 2) Álcool etílico 70% - procede rapidamente sobre bactérias vegetativas, vírus e fungos, mas não é esporicida. É recomendado apenas para desinfecção de superfície e antisséptico da pele. <sup>11</sup> 3) Polihexametileno Biguanida (PHMB) - Detergente e desinfetante. Tem secagem rápida. Manifesta um amplo espectro antimicrobiano. É utilizado para limpeza e desinfecção de superfícies e equipamentos hospitalares, como bombas de infusão, monitores, ventiladores, dispositivos de glicemia, entre outros. <sup>12</sup>

Os processos de esterilização dos materiais utilizados na fabricação das máscaras devem permitir a inativação de uma grande variedade de microrganismos, incluindo esporos bacterianos tóxicos e resistentes, sem alterar as características do material. Este tipo de processo difere da desinfecção por poder destruir praticamente todas as formas de microrganismos e por estar dividido em processos químicos e físicos. De acordo com Del Monaco (2018), os métodos que podem ser usados para a esterilização dos escudos faciais são: plasma de peróxido de hidrogênio, óxido de etileno e radiação ultravioleta (UV). Eles são eficazes na destruição de microrganismos e na desnaturalização química de proteínas, mas não utilizam altas temperaturas para isso. <sup>15</sup>

As câmeras de segurança equipadas com lâmpadas ultravioleta tipo UV-C são utilizadas para esterilização. A radiação ultravioleta só tem efeito microbicida quando utilizada com intensidade e tempo de exposição suficientes, seus comprimentos de onda abaixo de 200nm são ineficientes para esta aplicação, pois as radiações na faixa de 210 e 330nm podem ser consideradas eficientes como germicidas, pois são absorvidas por proteínas e ácidos nucleicos, causando ruptura cromossômica, mutações genéticas e inativação de enzimas que levam à morte celular. Em geral, a radiação ultravioleta provou ser uma forma mais rápida, confiável, eficaz, econômica e ambientalmente segura de esterilizar os escudos faciais. <sup>15</sup>

Na esterilização por plasma de peróxido de hidrogênio, STERRAD® *Plasma Hydrogen Sterilization* (Sterrad Sistem® - Johnson & Johnson®) utiliza uma combinação

de plasma e vapor de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) a baixa temperatura e sem resíduos tóxicos. O peróxido de hidrogênio é um bactericida, tuberculiscida, esporicida e fungicida e atua através da produção de radicais livres que danificam as membranas lipídicas, o DNA e outros componentes celulares essenciais. O ciclo de esterilização STERRAD consiste na injeção de vapor de peróxido de hidrogênio na câmara de tratamento e emissão de microondas que geram plasma com radicais livres que têm a capacidade de desnaturar proteínas, levando à morte celular. Ao contrário do método UV, o plasma pode alcançar regiões de dispositivos com geometrias mais complexas.<sup>15</sup>

Para este projeto, até agora foram produzidos e doados 400 escudos faciais a profissionais de saúde. O projeto será estendido até o fim da pandemia no Brasil.

## CONCLUSÃO

A pandemia causada pela COVID-19 é um dos maiores problemas que o sistema de saúde mundial enfrenta atualmente. Este vírus chegou rapidamente, trazendo à tona a deficiência na infraestrutura do sistema de saúde mundial. Especialmente nos países em desenvolvimento, estes problemas são causados principalmente pela falta de equipamentos de proteção pessoal, colocando os funcionários dos hospitais, postos de saúde e centros de serviço da COVID-19 em risco iminente de contaminação. Para um profissional que atua na linha de frente para combater a doença, é necessário um nível mais alto de proteção e, devido a esta realidade, o uso de máscaras PFF2 - N95 que se sobrepõem é crucial para reduzir a propagação da doença entre profissionais que colocam suas próprias vidas em risco para salvar outras. Mesmo com o sucesso das 400 doações de máscaras de proteção facial a vários profissionais realizadas pela LAR, ainda há muitos funcionários desprotegidos a nível nacional e internacional. Alguns meses se passaram desde o início desta pandemia e o sistema de saúde ainda tem dificuldade em atender as necessidades atuais de seus funcionários, portanto, é necessário aumentar os investimentos e uma melhor gestão para proteger os trabalhadores da saúde e depois minimizar a contaminação e as mortes causadas por esta pandemia.

## REFERÊNCIAS

1. Hussin A., Siddappa N. USA. Journal of Autoimmunity: A epidemiologia e patogênese do surto de coronavírus (COVID-19). 2020.
2. Lisa C., William R., David W., Mark S. Coronavirus Survival on Healthcare Personal Protective Equipment, 2010.
3. Willian G. L., John D. N., Françoise M. B., Jonathan V. S., Donald H. B. Online: Eficácia dos Escudos Faciais Contra Gotas de Aerossol para a Tosse de um Simulador de Tosse. 2014.

4. Saule L. P. J., Superintendente de Urgência e Emergência. Florianópolis (SC): NOTA INFORMATIVA nº 001/2020 - SAMU / DAPM / SUE / SES. 2020 Abr 7, c2020- [citado 2020 May 25]. Disponível a partir de: [http://www.saude.sc.gov.br/coronavirus/arquivos/nota\\_informativa\\_001\\_2020\\_PROTETOR\\_FA\\_CIAL.pdf](http://www.saude.sc.gov.br/coronavirus/arquivos/nota_informativa_001_2020_PROTETOR_FA_CIAL.pdf). Publicado em parceria com a Superintendência de Urgência e Emergência (SUE), Diretoria de Atendimento Pré-Hospitalar Móvel (DAPM) and Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU).

5. Organização Mundial da Saúde; c2020-. Covid-19: Sobre uma doença; [citado em 25 de maio de 2020]. Disponível em: <https://coronavirus.saude.gov.br/sobre-a-doenca>.

6. ANVISA [serial na Internet]. Brasília (FD): ORIENTAÇÕES GERAIS - Máscaras faciais de uso não profissional. 2020 Abr 3, c2020- [citado 2020 Mai 25]. Available from: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/219201/4340788/NT+M%C3%A1scaras.pdf/bf430184-8550-42cb-a975-1d5e1c5a10f7>.

7. Pietro F., Sara B., Andrea L. Itália: Springer Verlag GmbH. Sobre a morte de mais de 100 médicos italianos da COVID-19, 2020.

8. N. Shahrubudin, T.C. Lee, R. Ramlan. 2nd International Conference on Sustainable Materials Processing and Manufacturing (SMPM 2019): Uma Visão Geral sobre Tecnologia de Impressão 3D: Tecnologia, Materiais e Aplicações. 2019.

9. Associação Paulista de Medicina (APM) [serial on the internet]. São Paulo (BR): Os médicos e a pandemia do novo coronavírus (COVID-19). 2020 Apr [cited 2020 June 1]. Available from: <http://associacaopaulistamedicina.org.br/files/2020/pesquisa-apm-medicos-covid-19-abr2020.pdf>.

10. The Journal of Hospital Infection [serial on the internet]. Alemanha: Persistência de coronavírus em superfícies inanimadas e sua inativação com agentes biocidas. 2020 Fev 6 [citado 2020 Junho 1]. Disponível em: [https://www.journalofhospitalinfection.com/article/S0195-6701\(20\)30046-3/fulltext](https://www.journalofhospitalinfection.com/article/S0195-6701(20)30046-3/fulltext). Publicado em parceria com a Healthcare Infection Society e Elsevier.

11. Hadis F., Parham M., Mansooreh M., Sounkalo D., Şükran K., Khudaverdi G., Pasquale P., Silvano E., Hossein S. Protection and Disinfection Policies Against SARS-CoV-2 (COVID-19), 2020.

12. Sociedade Beneficente Israelita Brasileira [homepage na Internet]. Brasil: Albert Einstein; Manual Farmacêutico: Antissépticos [revisado em 2018, 12 de abril; citado em 2020, 27 de maio]. Disponível em: <https://aplicacoes.einstein.br/manualfarmaceutico/Paginas/Termos.aspx?filtro=antiss%C3%A9pticos&itemID=26#detalheTermo>.

13. Lenita W. Brasília (FD): Anti-sépticos desinfetantes e esterilizantes. c2010- [revisado em 2015, 16 de setembro; citado 2020, 27 de maio].

14. ANVISA [serial na Internet]. Brasília (FD): NOTA TÉCNICA GVIMS / GGTES / ANVISA No. 04/2020. 2020 Jan 30 [revisado 2020 Maio 8; citado 2020 Maio 27]. Available from: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33852/271858/Nota+T%C3%A9cnica+n+04-2020+GVIMS-GGTES-ANVISA/ab598660-3de4-4f14-8e6f-b9341c196b28>.

15. Del Monaco ADM, Duek ER, Andrade AJP, Malmonge SM. Métodos alternativos de esterilização em filmes de polímeros: Poli(-Ácido L-láctico) (PLLA), Poli(ácido L-láctico-co-ácido glicólico) (PLGA) e Poli(-Ácido LácticoLD) (PLDLA), para modelos de andaimes vasculares bioresorbiáveis. TAS Journal, vol. 2, n. 4, p. 248-256: 2018.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**HENRIQUE AJUZ HOLZMANN** - Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia e Ciência do Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

**JOÃO DALLAMUTA** - Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Engenharia de Telecomunicações pela UFPR. MBA em Gestão pela FAE Business School, Mestre em engenharia elétrica pela UEL. Doutorando em Engenharia Espacial pelo INPE.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aplicação real 133

Autopeças 70, 71, 73, 75, 80

### B

Biotecnologia 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 117, 118

### D

Descarte 70

DMAIC 16, 17, 18, 19, 21, 26, 28

Doenças ocupacionais 44, 45, 55, 56

### E

Erros de previsão 93, 98

Estaleiros 82

### G

Gestão da qualidade 1, 2, 4, 6, 15, 28

### I

Indicadores operacionais 133

Indústria calçadista 1, 2, 16

### L

Lean Manufacturing 16, 17, 18, 28, 29

Lei 46, 63, 70, 71, 73, 74, 80, 81, 94, 104

Logístico 68, 70, 71, 72, 74, 75, 77, 79, 80

### M

Manutenção 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 56, 61, 94, 103, 104, 139, 141

Melhoria contínua 2, 13, 14, 16, 28, 134

Métodos de previsão 93, 94, 96, 98, 101, 105

Modelo de negócio 106, 107, 108, 111, 112, 113, 114, 117, 118

### P

Previsão de demanda 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 102, 103, 105

Problema instalação 82

Procedimento de transição 82, 83, 86, 90, 92

Produtividade 3, 30, 31, 32, 36, 38, 40, 43, 45, 57

## **R**

Relacionamento 2, 14, 30, 42, 109, 112

Resíduos 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 79, 80, 81, 151, 152

Riscos 44, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 69, 74, 80, 109, 110

Roubo de carga 58, 63, 64, 66, 67, 69

## **S**

Segurança no trabalho 44, 45, 56, 57

Seis Sigma 16, 17, 18, 20, 21, 26, 28, 29

Setor alimentício 58, 60

Spin-off 106, 107, 113, 114, 117

## **T**

Tambor-pulmão 133, 134, 135, 136, 144

Teoria das restrições 133, 143, 144

Transporte 35, 39, 42, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 67, 68, 69, 141, 149



# ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Além dos Produtos e Sistemas Produtivos 3

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

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

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

 **Atena**  
Editora

Ano 2021

# ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Além dos Produtos e Sistemas Produtivos 3

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

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

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

 **Atena**  
Editora

Ano 2021