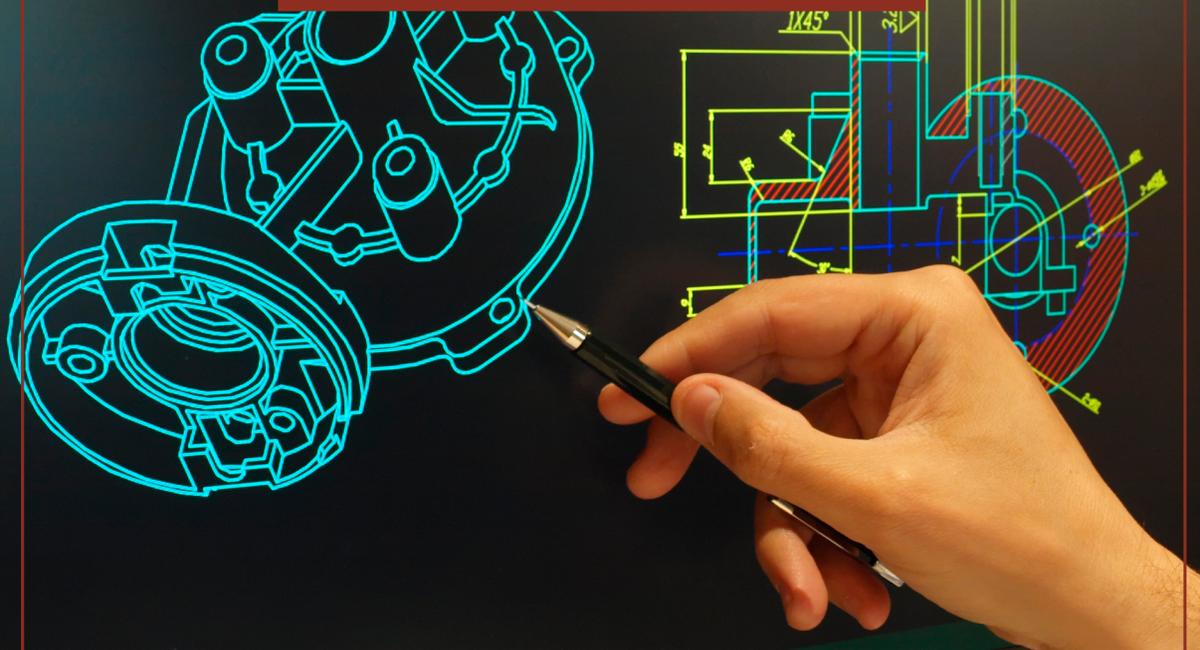


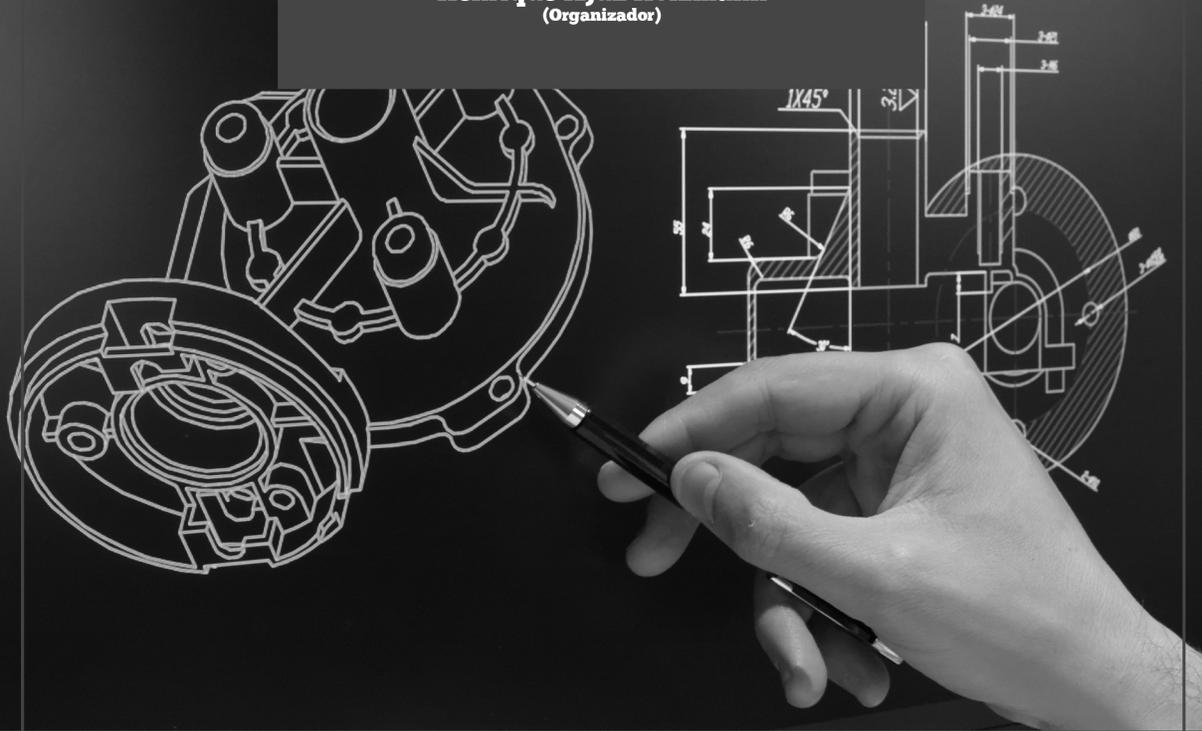
**Henrique Ajuz Holzmann**  
(Organizador)



# **Desafios, Limites e Potencialidade da Engenharia de Produção no Brasil**

**Atena**  
Editora  
Ano 2020

**Henrique Ajaz Holzmann**  
(Organizador)



# **Desafios, Limites e Potencialidade da Engenharia de Produção no Brasil**

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecário**

Maurício Amormino Júnior

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 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 4.0 Internacional (CC BY 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

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  
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 Internazionele 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  
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. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
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  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
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. 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

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

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
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  
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 Miranilde 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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
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. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
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. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliariari – 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. 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  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
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/UFPA  
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/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
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. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
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. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
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  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

## Desafios, limites e potencialidade da engenharia de produção no Brasil

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecário** Maurício Amormino Júnior  
**Diagramação:** Luiza Alves Batista  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Henrique Ajuz Holzmann

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

D441 Desafios, limites e potencialidade da engenharia de produção no Brasil [recurso eletrônico] / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-353-8

DOI 10.22533/at.ed.538203108

1. Engenharia de produção – Pesquisa – Brasil.  
I. Holzmann, Henrique Ajuz.

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

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

## 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

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **A UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA FMEA NA MELHORIA DE PROCESSOS EM UMA EMPRESA DE GESTÃO DE SERVIÇOS BANCÁRIOS**

Tássia Nayellen Costa Santos

Abrãao Ramos da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.5382031081**

### **CAPÍTULO 2..... 14**

#### **ANÁLISE DE UMA FINTECH A PARTIR DA TAXONOMIA DE SERVIÇOS E EXPERIÊNCIA DO CLIENTE**

Jessica Vasconcelos Guedes

Claudia Aparecida de Mattos

**DOI 10.22533/at.ed.5382031082**

### **CAPÍTULO 3..... 28**

#### **ANÁLISE DO CONSTRUTO DE COMPORTAMENTO ÉTICO EMPRESARIAL**

Eric David Cohen

**DOI 10.22533/at.ed.5382031083**

### **CAPÍTULO 4..... 38**

#### **APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS ERGONÔMICAS EM ÁREA DE ENCAIXOTAMENTO DE SACHÊ ATOMATADOS**

Antônio Lacerda Junior

Isabelle Rocha Arão

Karla Kellem de Lima

**DOI 10.22533/at.ed.5382031084**

### **CAPÍTULO 5..... 54**

#### **CASE – O USO DE LÂMPADAS COM TECNOLOGIA LED EM SALAS DE AULA DE UMA IES: PROPOSTAS DE OTIMIZAÇÃO E RACIONALIZAÇÃO PELO PONTO DE VISTA ECONÔMICO, TÉCNICO E ERGONÔMICO**

Giovani de Aguiar Francelino

Marco A. G. Schmachtenberg

Eduardo Blando

**DOI 10.22533/at.ed.5382031085**

### **CAPÍTULO 6..... 67**

#### **CONSCIENTIZAÇÃO DE PROCESSO PRODUTIVO**

Janaína Régis da Fonseca Stein

João Victor Lourenço

Henrique Moura

Laura Ribeiro

Leonardo Borges

Cristian Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.5382031086**

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>71</b>
<b>GESTÃO OPERACIONAL NA PMERJ</b> Ítalo do Couto Ferreira <b>DOI 10.22533/at.ed.5382031087</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>80</b>
<b>MELHORIA CONTÍNUA</b> Janaína Régis da Fonseca Stein Flavio Mazocco Ana Manuela Gamito Capaes Diana Delsa Barduco Henrique Luciana Jorgetto Thomaz Pedro Rosa Bastos <b>DOI 10.22533/at.ed.5382031088</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>89</b>
<b>PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS APLICÁVEL A EMPRESAS JUNIORES: ESTUDO DE CASO DE UMA INSTITUIÇÃO FEDERAL DE ENSINO</b> Emerson Augusto Priamo Moraes Kênia Marianna Vieira Pires <b>DOI 10.22533/at.ed.5382031089</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>101</b>
<b>SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL EM UMA INDÚSTRIA DE MÓVEIS: APLICAÇÕES NO SETOR DE EMBALAGEM</b> Kelly Cristine Rissardo Mateus Lopes Soares <b>DOI 10.22533/at.ed.53820310810</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>115</b>
<b>VIABILIDADE ECONÔMICA NA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO</b> Angelita Pezzi Pasqualon Bridi Éder Bridi Elenice Biassi Parizzi <b>DOI 10.22533/at.ed.53820310811</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>128</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>129</b>

# CAPÍTULO 1

## A UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA FMEA NA MELHORIA DE PROCESSOS EM UMA EMPRESA DE GESTÃO DE SERVIÇOS BANCÁRIOS

*Data de aceite: 01/09/2020*

*Data de submissão: 07/07/2020*

### **Tássia Nayellen Costa Santos**

Universidade Estadual do Maranhão  
São Luís – Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/7234207719672816>

### **Abrão Ramos da Silva**

Universidade Estadual do Maranhão  
São Luís – Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/6272887624876863>

**RESUMO:** Nos últimos anos, a gestão da qualidade no setor de serviços tem se tornado um assunto de grande relevância, tendo em vista que a oferta de produtos e serviços de alta qualidade certifica uma considerável vantagem competitiva entre as empresas. Diante disso, se faz necessária a utilização de ferramentas que possibilitem a conquista da qualidade almejada nos processos. Dentre as várias ferramentas, a principal que será utilizada neste trabalho é a Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), que permite aumentar a confiabilidade e qualidade dos processos através da sistematização dos modos de falhas, suas causas e efeitos no processo e as possíveis melhorias que podem ser aplicadas. Em um cenário em que a utilização de várias metodologias é cada vez mais frequente para a melhoria dos negócios nas organizações, a FMEA pode ser utilizada em conjunto com outras ferramentas tais como: o Mapeamento de Processos, a Análise dos Processos Críticos

por Especialistas (APCE) e a Análise da Árvore de Falhas (FTA). O objetivo do FMEA em união a estas ferramentas é a extinção ou mitigação dos riscos que podem estar atrelados a cada um dos modos de falha e causas levantadas. O presente trabalho objetivou a aplicação do FMEA nos processos críticos do produto de crédito Pronaf com a função de melhorar a eficiência operacional do fluxo de informações que trata das etapas voltadas para aprovação do crédito, no setor responsável por garantir a formalização dos contratos de financiamento em uma correspondente bancária que presta serviços a um dos maiores bancos da América Latina. Assim, após a aplicação da metodologia no processo em questão notou-se um ganho satisfatório na eficiência e na confiabilidade da operação.

**PALAVRAS CHAVE:** APCE, FMEA, FTA e Mapeamento de processos.

### THE USE OF THE FMEA TOOL IN THE IMPROVEMENT OF PROCESSES IN A BANKING SERVICES MANAGEMENT COMPANY

**ABSTRACT:** In recent years, quality management in the service sector has become a highly relevant subject, aiming to offer high quality products and services that testify to a considerable company. Given this, it is an application of tools that allow to achieve the quality in the processes. Among the tools, one of the main ones used in the work is the Mode and Effects Analysis (FMEA), which allows to increase the reliability and quality of the processes through the systematization of failure modes, their causes and effects in the possible process improvements that can be applied. In a

scenario where it is a use of several methodologies and increasingly frequent for a better business in organizations, an FMEA can be used in conjunction with other tools such as: Process Mapping, Critical Process Analysis by Specialists (ACPS) and Fault Tree Analysis (FTA). The objective of the FMEA in conjunction with these tools is the extinction or mitigation of risks that can be recorded in each mode of failure and causes raised. The present work aimed at the application of the FMEA in the critical processes of the Pronaf credit product with the function of improving the operational efficiency of the flow of information that deals with the steps towards credit approval in the sector responsible for guaranteeing the formalization of financing contracts in a banking correspondent who serves one of the largest banks in Latin America. Thus, after the application of the methodology in the process in question, a satisfactory gain was observed in the efficiency and reliability of the operation.

**KEYWORDS:** ACPS, FMEA, FTA and Process mapping.

## 1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, a gestão da qualidade no setor de serviços tem se tornado um assunto de grande relevância, tendo em vista que a oferta de produtos e serviços de alta qualidade certifica uma considerável vantagem competitiva entre as empresas. Para Campos (2014) e Slack et al. (2009) o atendimento às necessidades dos clientes precisa ser com qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e baixo custo no desenvolvimento de um produto ou serviço. Em muitas empresas os custos com qualidade são acometidos de falhas no processo que precisavam ser corrigidas, e dessa forma compreendeu-se que estes custos são na verdade resultado de um processo com falta de qualidade (OLIVEIRA, 2004).

Diante do contexto apresentado, se faz necessária a utilização de ferramentas que possibilitem a conquista da qualidade desejada pelos clientes. Dentre várias ferramentas, a principal que foi utilizada neste estudo é a *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), que permite aumentar a confiabilidade e qualidade dos processos através da sistematização dos modos de falhas, suas causas e efeitos no processo e as possíveis melhorias que podem ser aplicadas.

Em um cenário em que a utilização de várias metodologias é cada vez mais frequente para a melhoria dos negócios nas organizações, o FMEA é uma ferramenta da qualidade que vem sendo aproveitada em diversos tipos de produtos e processos. Por sua vez, também pode ser utilizada em conjunto com outras ferramentas tais como: o Mapeamento de Processos, a Análise dos Processos Críticos por Especialistas (APCE) e a Análise da Árvore de Falhas (FTA). O objetivo do FMEA é a extinção ou mitigação dos riscos atrelados a cada um dos modos de falha avaliados (LAFRAIA, 2008; SAKURADA, 2001).

Autores como Helman e Andery (1995), Palady (2007) e Toledo e Amaral (2006) afirmam que a FMEA é aplicada por meio de formulários. Ao se analisar os processos críticos é possível se definir modos de falhas e preencher os formulários da ferramenta com informações como: os tipos, os efeitos e as causas das falhas; e posteriormente

estabelecer ações de melhorias para o processo. Isso se deve ao fato de que, uma vez preenchidos os formulários, é proposta uma avaliação dos riscos através de atribuições de valores tabelados aos índices de severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D) indicados a cada causa antes determinada (TOLEDO; AMARAL, 2006).

Dessa forma, o estudo em questão visa detectar os modos de falhas e seus efeitos no processamento da operacionalização de serviços bancários em uma empresa prestadora de serviços à um dos maiores bancos da América Latina, o Banco do Brasil. Tal empresa, situada na cidade de São Luís - MA foi adepta a abordagem de melhoria contínua da qualidade de seus processos e serviços para atender não somente ao banco, mas também ao cliente final, que é o público alvo do serviço de crédito facilitado. O objetivo da pesquisa é a aplicação do FMEA nos processos críticos do financiamento para o agronegócio com a finalidade de melhorar a eficiência operacional do fluxo que cuida das etapas do processamento de informações para aprovação do crédito.

## **2 | REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Gestão da Qualidade Total**

O termo “qualidade” não é recente, pois existe antes mesmo da era industrial quando os consumidores, mesmo sem nenhum padrão específico, realizavam a inspeção de seus bens e serviços durante a compra. Porém, com a mudança dos processos de fabricação no decorrer dos séculos, houve a necessidade de controle formando uma sistematização do trabalho ou tarefa. Ao passo que, foi permitido controlar o desempenho dos processos (MARSHALL JUNIOR et. al., 2006).

A garantia da qualidade mostrou-se fundamental logo após o surgimento do controle da qualidade, introduzindo ideias de planejamento da qualidade, que compreende desde o início na etapa de projeto do produto até o pós-venda, com o serviço das assistências técnicas para o caso de falhas. (CAMPOS, 2014).

O TQM tem como características a integração geral dos funcionários da organização, o suporte as partes interessadas, como fornecedores, sociedade e acionistas, a verificação dos custos da qualidade, realização de planejamento antes do início do processo e o implemento de sistemas que promovam a qualidade e a procura da melhoria contínua (SLACK et. al., 2009).

### **2.2 Gestão por Processos ou Business Process Management – BPM**

A melhoria de processos tem sido crescentemente requisitada nas organizações que se empenham na melhoria da qualidade dos seus serviços ou dos seus produtos, e isso pode ser compreendido como a busca por aperfeiçoar o uso dos recursos e das formas de trabalho com o objetivo de se alcançar resultados mais efetivos. (FERREIRA, 2013).

Muehlen (2005) afirma que a tarefa central na BPM é proporcionar um alinhamento sobre cada fator particular dos processos: Entradas (recursos e informação), Estrutura, Objetivos e Saídas. Caso seja possível o alinhamento entre esses elementos, o funcionamento geral de todos os processos poderia ser acrescido em termos qualitativos como, por exemplo, rapidez de adequação às mudanças ambientais; e também por fatores quantitativos como, por exemplo, menores tempos ociosos, menor desperdício e a diminuição do retrabalho.

O objetivo do BPM é a padronização dos processos corporativos para que se possa adquirir produtividade e eficiência com foco em resultados. Os recursos do BPM são vistos como aplicações onde a principal finalidade é medir, analisar e otimizar a gestão do negócio e os processos fundamentais da empresa.

A preferência na utilização do mapeamento como ferramenta de melhoria se fundamenta em conceitos e técnicas que quando empregadas de forma correta, permite documentar todos os elementos que fazem parte de um processo e corrigir qualquer um desses elementos que apresentem complicações ao sistema, auxiliando na detecção das atividades que não agregam valor (DE MELO, 2011).

O mapeamento de processos faz uso de distintas técnicas de mapeamento que nos revelam vários aspectos, e o correto entendimento destas técnicas é primordial durante esse processo. Tais técnicas podem ser empregadas em conjunto ou individualmente, e isso depende do que se pretende mapear.

### **2.3 Análise dos Processos Críticos por Especialistas – APCE**

A Análise dos Processos Críticos por Especialistas (APCE) tem por finalidade a identificação no mapeamento do processo quais os pontos fundamentais para o negócio em análise, e também apontar as etapas críticas que podem gerar falhas potenciais.

A ferramenta tem por objetivo a seleção dos processos em análise em dois grupos: os críticos e os não críticos. Compreende-se como atividades críticas aquelas que culminam na ocorrência da falha, ocasionando o não cumprimento da finalidade do sistema e afetando as metas organizacionais. Por outro lado, as atividades não críticas são aquelas que interferem em alguma etapa do processo, mas que não comprometem a realização dos resultados do sistema.

Green et al. (2007) afirmam que para a orientação da APCE é recomendado o uso de um método de pesquisa qualitativa, como por exemplo, o método Delphi. De acordo com Okoli & Pawlowski (2004), é aceito como um dos melhores recursos para este tipo de pesquisa. Este método é apontado quando não existe nenhum registro que possa fornecer base de dados para a investigação do problema ou, quando não se possui dados quantitativos sobre o mesmo.

O método Delphi tem por características ser intuitivo e participativo. A aplicação necessita da definição de um grupo de especialistas, cada um dentro de uma área de

conhecimento diferente, que se submetem a resolução de uma lista de questões em forma de questionário, e tudo através da coordenação de um Mediador. (MACCARTHY & ATTHIRAWONG, 2003).

Inaki et al. (2006) complementam esta discussão afirmando que esse tipo de método deve ser aplicado a pessoas que possuem amplos conhecimentos na organização, e que sejam especialistas que realmente tenham envolvimento no processo, possibilitando um diagnóstico e argumentação de cada etapa do processo sucessivamente.

## 2.4 Árvore de Análise de Falhas – FTA

A Árvore de Análise de Falhas, oriunda do inglês *Fault Tree Analysis* (FTA) caracteriza-se por ser uma representação gráfica com determinado padrão que busca oferecer um suporte prático para análise de vários modos de falhas. A ferramenta tem como base a falha inicial do processo, conhecida comumente como efeito ou evento de topo, desmembrando-se em eventos ou causas intermediárias para só então se atingir as falhas básicas, chamadas de causas ou eventos primários.

O objetivo da FTA é realizar através de uma análise exploratória, buscar a partir de um evento indesejado as possíveis causas raiz do mesmo. É utilizada para o levantamento das causas primárias de uma falha em um processo ou produto para o desenvolvimento de estratégias solucionar o problema. O desenho é bem semelhante a um organograma organizacional ou a uma árvore genealógica (OLIVEIRA, PAIVA e ALMEIDA, 2010).

No que se refere a representação gráfica, existem quatro símbolos que são empregados para a estruturação da FTA, sendo eles: o círculo, o retângulo, e os operadores lógicos “ou” e “e”. O retângulo geralmente indica eventos de falhas intermediários, que são o efeito de um conjunto de eventos de falha primários. Já a representação do círculo significa um tipo de evento de falha primário ou mais conhecido como causa-raiz.

Ainda sobre as representações, a porta lógica “E” denota que um evento intermediário acontece apenas se todos as causas raízes acontecerem, o mesmo ocorre em relação a falha inicial e os eventos intermediários. E a porta lógica “OU” representa que evento de pelo menos um dos eventos ou causas precisam ocorrer para o imediatamente superior no diagrama ocorrer (OLIVEIRA, PAIVA e ALMEIDA, 2010).

## 2.5 Análise dos Modos e Efeitos de Falhas – FMEA

A Análise dos Modos e Efeitos de Falhas, do original em inglês *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) é uma metodologia sistemática que facilita a verificação das potenciais falhas de um projeto, processo, sistema ou serviço, com o intuito de mitigar os riscos atrelados, até mesmo antes que estas falhas ocorram (YANG et al. 2006).

A ferramenta *Análise do Modo e Efeito de Falha* – FMEA foi elaborada em 1949 por militares americanos, mas somente a partir de 1988 que ela realmente se iniciou o devido uso em empresas como a Chrysler, Ford e General Motors, como complemento dos conhecidos programas avançados de planejamento da qualidade em projetos e processos.

A FMEA é um método de análise usado para assegurar que as falhas potenciais em um processo, produto ou serviço sejam identificadas e avaliadas durante seu desenvolvimento e a implicação mais visível é o registro do conhecimento coletivo das equipes multifuncionais envolvidas. No que tange a avaliação e análise está a estimativa de risco. (MANUAL DE REFERÊNCIA FMEA, 2008).

De acordo com Carpinetti (2016) se o método FMEA for aplicado ao produto ou processo a base da análise estará voltada para a elaboração de possíveis ações de melhoria, preventivas e corretivas a partir da compreensão dos possíveis modos de falhas; dos seus efeitos sobre o desenvolvimento do produto ou processo; e suas devidas causas, ou seja, visa a minimização das chances de ocorrer uma falha em potencial.

Segundo o mesmo autor, por meio da análise do modo de falha “a priorização para a tomada de ações para a eliminação/minimização de falhas é feita com base nos critérios de:

- Gravidade (severidade) do efeito: qual a severidade do efeito da falha no cliente;
- Ocorrência de falha: a partir da análise da causa e de outras evidências, qual a frequência de ocorrência da falha;
- Detecção da falha: qual a chance de se detectar a ocorrência da falha antes que ela gere o efeito indesejável no cliente.

A partir da quantificação do risco baseado na combinação desses três fatores, as ações são priorizadas e implementadas.

O Manual de Referência FMEA (2008) e Toledo e Amaral (2006) afirmam que a ferramenta também pode ser aplicada nas áreas de não manufatura. Assim, ela pode ser utilizada para verificar os riscos em um processo de administração, ou até mesmo para analisar um sistema de segurança. De modo geral, a FMEA é aplicada a falhas potenciais, nos processos de concepção e fabricação de produtos ou processos, quando as vantagens são aparentes e veementemente significativas.

### 3 | METODOLOGIA

O procedimento metodológico para a viabilização da pesquisa foi realizado através da aplicação das etapas pertencentes à ferramenta FMEA. No entanto, para garantir a integralidade das informações que foram levantadas para o uso do método, foram utilizadas outras ferramentas da qualidade, tais como: o Mapeamento de Processos, a Análise dos Processos Críticos por Especialistas (APCE) e a Árvore de análise de falhas (FTA).

Sabendo-se que as pesquisas acadêmicas podem ser classificadas em diversos tipos, temos que quanto à natureza, esta pesquisa é aplicada, pois visa proporcionar conhecimentos para o aproveitamento prático, destinada à solução de problemas

característicos. Classifica-se também como uma pesquisa qualitativa, pois busca perceber significados focando no processo de explicar fenômenos. A forma que foi utilizada para a coleta de dados é a observação do ambiente de estudo. (KAUARK, MANHÃES E MEDEIROS, 2010, p. 26).

Segundo Kauark, Manhães e Medeiros (2010, p.26) o tipo de pesquisa em questão é descritivo, pois de maneira indutiva os pesquisadores estarão propensos a avaliar seus dados. Dessa maneira, os procedimentos técnicos desta pesquisa se definiram através de Pesquisas Bibliográficas e Estudo de Caso. A coleta de dados realizada foi por meio de observações diretas, acompanhamento do processo e entrevistas com os colaboradores envolvidos.

Segundo Helman e Andery (1995), na proporção que falhas dos processos são encontradas, busca-se agir com uma metodologia que auxilie na identificação da causa raiz a fim de eliminá-la ou mitiga-la. Para tanto, o presente trabalho visa a utilização da primeira etapa do ciclo PDCA para anulação dos efeitos negativos das falhas do processo, e isso através da identificação do problema, observação, análise e a proposição de melhorias.

O primeiro passo da investigação do problema ou da falha se origina pela aplicação do mapeamento do processo, pois os fluxogramas desenhados contribuem na assimilação da sequência lógica de procedimentos. Em seguida, no segundo passo é feito o uso do APCE que auxilia na identificação dos processos críticos, por meio do método de Delphi, onde a equipe de especialistas foi consultada para a identificação dos processos de maior relevância e que causam impacto sobre o sistema.

O terceiro passo e a etapa posterior ao APCE é a construção da Árvore de análise de falhas. A FTA, possibilita a análise através de um detalhamento lógico das falhas de um sistema e subsidia a elaboração da FMEA de processo, uma vez que para cada causa de falha na FTA, seja ela primária ou intermediária, é possível sua vinculação as causas das falhas na FMEA.

Ainda de acordo com Helman e Andery (1995) a utilização conjunta da FTA e da FMEA favorecem na indicação de possíveis caminhos para a melhorias de sistemas, através do reconhecimento de falhas. E dessa maneira, em seguida, no quarto passo, é feita a construção da FMEA com um intenso detalhamento, pois são estabelecidos os modos de falhas, os seus efeitos, as causas e ações de melhorias sugeridas para o aumento da confiabilidade do processo.

## **4 | RESULTADOS E DISCURSÕES**

Conforme exposto anteriormente, o objetivo deste trabalho concentra-se na aplicação do FMEA nos processos críticos do produto de crédito Agronegócio com a finalidade de analisar a eficiência operacional do fluxo que cuida das etapas do processamento de informações para aprovação do crédito. Para obter uma visualização

mais apurada de todas as atividades relacionadas precisaremos de uma abertura maior do fluxo de processos. E isso podemos observar através do mapeamento de processos, que nos proporciona um enfoque mais detalhado dos macroprocessos citados anteriormente: Cadastro e Proposta. Dentro dessas etapas se encontram várias fases que se iniciam com a inclusão das informações e documentações do cliente no portal de vendas até a formalização da operação no banco.

A partir da visualização de como os processos interagem, foi observado aqueles que representam o gargalo para a operação e possuem maiores oportunidades para a melhoria de processos, são esses os priorizados para a análise. E tudo isso de acordo com o conhecimento sobre os processos críticos e o parecer dos analistas da área em estudo.

Por meio da técnica mapeamento do processo e a aplicação do questionário Delphi, os analistas do processo de cadastro e de proposta juntamente com o coordenador da área puderam identificar os pontos críticos do processo de formalização do produto de crédito Pronaf, que são: realizar cadastro do imóvel no portal de crédito do banco e realizar cadastro da proposta no portal de crédito do banco.

Depois da escolha dos processos críticos iniciou-se o detalhamento do porquê eles representam maior grau de criticidade na operação. É necessário se reconhecer que forma são os erros e falhas que esses processos apontam para assim as propostas de melhorias comecem a ficar mais aparentes. A ferramenta lógica para exercer esse papel de investigação das causas dos erros e falhas é a FTA. Através de diagramas e o uso de portas lógicas fica mais claro a visualização de possíveis falhas que os processos podem apresentar, levando-se a percepção que uma falha pode ocorrer em mais de um processo e que em uma única etapa pode ser verificada diversas falhas.

Para o caso de o cadastro do imóvel ser realizado incorretamente foram definidas pelos especialistas, ainda por meio de reuniões pré-estabelecidas, que este modo de falha possui três causas intermediárias que são: digitação incorreta, documentação anexada inadequadamente, documento em desacordo com o padrão estabelecido. Desta forma, foi identificado, ao todo, sete causas-raiz, quando o problema é o cadastro do imóvel sendo feito de forma incorreta no Portal de Crédito (figura 4.3).

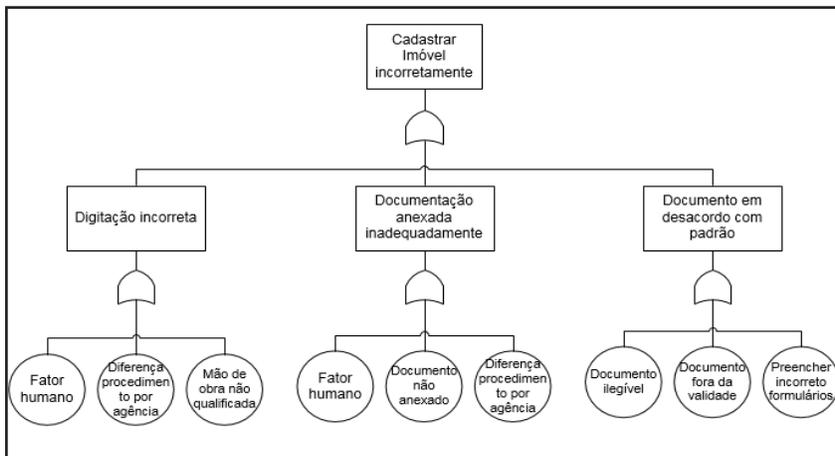


Figura 3 - Representação da FTA do processo de realizar cadastro do imóvel no Portal de Crédito

Fonte: Autora (2017)

Já quando o problema é o cadastro incorreto da proposta no Portal de Crédito, os especialistas definiram que existem pelo menos quatro causas intermediárias, sendo elas: a digitação incorreta, documentação anexada inadequadamente, documento em desacordo com o padrão estabelecido e a auditoria do sistema apontando falhas. Assim, identificou-se, ao todo, nove causas-raiz, quando o problema é o cadastro da proposta realizado de maneira incorreta no sistema (figura 4.4).

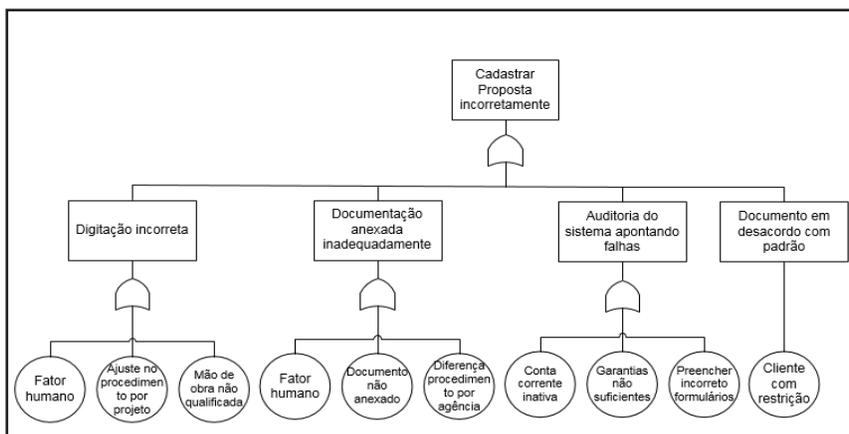


Figura 4 - Representação da FTA do processo de realizar cadastro da proposta no Portal de Crédito

Fonte: Autora (2017)

O próximo passo da investigação junto aos analistas da área foi a apuração dos níveis de risco de cada causa de falha levantada, e isso através da ferramenta FMEA, que tem como output a relevância de cada falha mediante a avaliação de três indicadores: Ocorrência, Severidade e Detecção.

No primeiro momento aplicação da ferramenta o foco foi diagnosticar as causas-raiz e definir quais delas têm de ser priorizadas para aplicação das melhorias e quais precisam ser deixadas de lado durante a execução das ações corretivas tomadas.

Para isso, foram atribuídos valores que variam entre 1 e 10, em ordem crescente, para a probabilidade de ocorrência de uma dada causa-raiz acontecer e para a severidade do efeito um dado modo de falha acontecer sobre o processo. Já para o índice de detecção atribuem-se notas de 1 a 10 em ordem decrescente para a possibilidade de detecção de evitar que um determinado modo de falha e/ou causa ocorra. Destacando-se que no índice de detecção, o valor 1 está relacionado ao total da possibilidade de detecção, ao passo que o valor 10 relaciona-se à possibilidade remota.

O RPN do formulário FMEA, indica o grau de risco e prioriza as medidas a serem utilizadas contra as falhas. Ele é o resultado da multiplicação entre as notas de ocorrência (O), severidade (S) e detecção (D) atribuídas na tabela FMEA atribuídas pelos especialistas do processo em estudo, que julgaram o nível de relevância de cada um dos elementos levantados para seus respectivos modos de falha, efeito e causas. Em seguida foi gerado o resultado para o índice RPN conforme demonstrado no quadro 4.3 e no gráfico 4.2.

ANÁLISE DOS MODOS DE FALHA E SEUS EFEITOS NOS PROCESSOS																
Função do Processo	Falhas possíveis			Controles atuais	Índices				Ação corretiva e/ou preventiva recomendada	Responsabilidade	Resultado das Ações					
	Modo de falha	Efeitos	Causas		O	S	D	RPN			Ação Tomada	Índices revisitos				
												O	S	D	RPN	
Realizar cadastro do imóvel no Portal de Crédito	Cadastrar o imóvel incorretamente	Comprometimento da finalização do cadastro do imóvel, ocasionando retrabalho e atrasos.	Fator humano	Inexiste	9	2	4	72								
			Diferenças no procedimento por agência	Inexiste	7	5	5	175	Padronizar os procedimentos de cadastro em todos as agências parceiras.	Equipe de Formalização	Padronização dos procedimentos através de reuniões de alinhamento com a Superintendência.	3	4	2	24	
			Mão de obra não qualificada	Inexiste	7	6	4	168	Preparar material de apoio e realizar treinamento sobre os procedimentos de cadastro.	Dep.de Recursos Humanos	Material disponibilizado e treinamento realizado via universidade cooperativa com os parceiros.	3	3	2	18	
			Documento não anexado	Lista de documentos obrigatórios	9	5	1	45								
			Documento ilegível	Inexiste	4	6	1	24								
			Documento fora da validade	Inexiste	8	5	2	80								
			Preenchimento incorreto de formulários	Inexiste	9	5	2	90								
Realizar cadastro da proposta no Portal de Crédito	Cadastrar proposta incorretamente	Comprometimento da finalização do cadastro da proposta, ocasionando, custos adicionais, retrabalho e atrasos.	Fator humano	Inexiste	8	3	3	72								
			Ajustes no procedimento por projeto	Inexiste	9	4	1	36								
			Mão de obra não qualificada	Inexiste	9	5	2	90								
			Documento não anexado	Lista de documentos obrigatórios	9	5	1	45								
			Diferenças no procedimento por agência	Inexiste	7	5	5	175	Padronizar os procedimentos de cadastro da proposta em todos as agências parceiras.	Equipe de Formalização	Padronização dos procedimentos através de reuniões de alinhamento com a Superintendência.	3	4	2	24	
			Documento fora da validade	Inexiste	10	9	2	180	Preparar manual de apoio sobre como realizar a análise básica dos documentos.	Dep.de Recursos Humanos	Material disponibilizado e treinamento realizado via universidade cooperativa com os parceiros.	2	4	1	8	
			Conta corrente inativa	Inexiste	9	5	1	45								
Realizar cadastro da proposta no Portal de Crédito	Cadastrar proposta incorretamente	Comprometimento da finalização do cadastro da proposta, ocasionando, custos adicionais, retrabalho e atrasos.	Garantias não são suficientes	Inexiste	9	3	3	81								
			Cliente com restrição	Sistema de validação no próprio Portal	10	9	2	180	Realizar uma pré-análise de crédito do cliente ainda no início do processo.	Parceiro Pronaf	Realização da pré-análise do cliente no SPC e Serasa antes da inclusão no sistema.	3	4	3	36	
Ocorrência (O)		Detecção (D)		Severidade (S)												
Improvável 1		Alta 1		Apenas perceptível 1				Legendas								
Muito pequena 2 a 3		Moderada 2 a 3		Pouca importância 2 a 3				O		Ocorrência						
Moderada 4 a 6		Pequena 4 a 6		Moderada 4 a 6				S		Severidade						
Alta 7 a 8		Muito pequena 7 a 8		Grave 7 a 8				D		Detecção						
Alarmante 9 a 10		Improvável 9 a 10		Gravíssima 9 a 10												
Graus de prioridade de risco (RPN)					Baixo - 1 a 100				Moderado - 101 a 300				Alto - 301 a 1000			

Quadro 1 - Elaboração da FMEA para as funções de cadastro do imóvel e da proposta no Portal

Fonte: Autora (2017)

A FMEA finaliza a etapa de diagnóstico revelando qual a situação dos processos que compõe a formalização dos contratos do produto de crédito Agronegócio, com relação às suas falhas. Pelo cálculo do NPR foi possível ranquear as falhas e em seguida priorizar as falhas mais críticas para formular os planos de ação buscando a diminuição dos riscos na operação.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo tinha como principal objetivo a aplicação do FMEA nos processos críticos do produto de crédito Agronegócio com a função de melhorar a eficiência operacional do fluxo de informações que trata das etapas voltadas para aprovação do crédito, no setor responsável por garantir a formalização dos contratos de financiamento. Dessa forma, realizou-se a construção da FMEA que correspondeu a um funil no detalhamento das falhas. Através desta análise foi possível priorizar as falhas mais críticas e elaborar ações corretivas e preventivas para reduzir os índices de risco das mesmas.

Assim, logo depois da aplicação da metodologia no processo em questão notou-se um ganho satisfatório na eficiência e na confiabilidade da operação. Após os resultados tanto o setor de formalização operacional quanto a empresa perceberam um avanço na qualidade das operações e na quantidade de propostas formalizadas, ou seja, no aumento na quantidade de operações entregues ao banco dentro dos padrões estabelecidos em tempo hábil.

O mapeamento de processos e a identificação de suas respectivas falhas, trouxe uma visão mais ampliada sobre a melhoria contínua, cultura cada vez mais utilizada por diversas empresas de vários setores da economia. O estudo permite ainda que seja realizado a proposição de ações de melhorias para as demais causas-raízes não priorizadas, como também para os demais produtos de crédito não explorados até então, a fim de se alcançar os mesmos resultados esperados.

## REFERÊNCIAS

CAMPOS, Vicente. Falconi. **TQC – Controle da qualidade total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2014.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. 3ª edição, São Paulo: Atlas, 2016.

DE MELO, A. E. N. S.. **Aplicação do Mapeamento de Processo e da simulação no desenvolvimento de projetos de processos produtivos**. Itajubá: UNIFEI, 2011.

FERREIRA, André Ribeiro. **Gestão de processos; módulo 3**. – Brasília: ENAP / DDG, 2013. 179 p.

GREEN, K. C.; ARMSTRONG, J. S.; GRAEFE, A. **Methods to Elicit Forecasts from Groups: Delphi and Prediction Markets Compared Forthcoming**. *The International Journal of Applied Forecasting*, 22 setembro, 2007.

HELMAN, Horácio; ANDERY, Paulo Roberto P. **Análise de falhas (Aplicação dos métodos de FMEA e FTA)**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

INAKI, H. S.; LANDÍN, G. A.; FA, M. C. **A Delphi study on motivation for ISO 9000 and EFQM**. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 23, n. 7, p. 807-827, 2006.

LAFRAIA, João Ricardo B. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2008.

MACCARTHY, B.L. & ATTHIRAWONG, W. **Factors affecting location decisions in international operations – a Delphi study**. *International Journal of Operations & Production Management*. v. 23, nº 7, pp-794-818, 2003.

MANUAL DE REFERÊNCIA FMEA. **Análise de modo e efeitos de falha potencial (FMEA)**. 4ª edição, 2008. Disponível em: <<https://docslide.com.br/documents/fmea-quarta-edicao-1.html>> Acesso em: outubro 2017.

MARSHALL JUNIOR, I.; CIERCO, A. A.; ROCHA, A. V.; MOTA, E. B.; LEUSIN, S. **Gestão da Qualidade**. 8ª edição. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

MUEHLEN, M., Z. **Business Process Management and Innovation. SATM – Stevens Alliance for Technology Management**. Vol 9, No. 3, 2005

OKOLI, C.; PAWLOWSKI, S. D. **The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications**. *Information & Management*, v. 42 n. 1, p. 15-29, 2004.

OLIVEIRA, Otávio José de (Org.). **Gestão da qualidade: tópicos avançados**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. Cengage, 243 p.

OLIVEIRA, Ualison Rebulá de; PAIVA, Emerson José de; ALMEIDA, Dagoberto Alves de. **Metodologia integrada para mapeamento de falhas: uma proposta de utilização conjunta do mapeamento de processos com as técnicas FTA, FMEA e a análise crítica de especialistas**. Prod., São Paulo, v. 20, n. 1, p. 77-91, mar. 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-65132010000100008&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132010000100008&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso: setembro 2017.

PALADY, P. **Análise dos Modos de Falha e Efeitos: prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram**. São Paulo: IMAM, 2007.

SAKURADA, Eduardo Y. **As técnicas de Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos e Análise da Árvore de Falhas no desenvolvimento e na avaliação de produtos**. Florianópolis: Eng. Mecânica/UFSC, (Dissertação de mestrado), 2001.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 703 p.

TOLEDO, J. C.; AMARAL, D. C. **FMEA – Análise do tipo e efeito de falha**. Grupo de Estudo e Pesquisa em Qualidade, Universidade Federal de São Carlos, 2006. Disponível em: <<http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/FMEA-APOSTILA.pdf>>. Acesso em: outubro 2017.

YANG, C. et al. **A study on applying FMEA to improving ERP introduction an example of semiconductor related industries in Taiwan**. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 23, n. 3, p. 298-322, 2006.

## ÍNDICE

### A

Análise Ergonômica do Trabalho 38, 53

APCE (Análise dos Processos Críticos por Especialistas) 1, 2, 4, 6, 7

### C

Conscientização 67, 69, 70

### E

Empresa Júnior 89, 90, 92, 93, 94, 97

Energia Solar 115, 116, 117, 118, 119, 125, 126, 127

Engenharia Econômica 54, 63, 66, 126

Ergonomia 38, 39, 40, 45, 52, 53, 54, 59, 66

Ergonomia Participativa 38

Ética Organizacional 28, 36

### F

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) 1, 2, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13

Fotovoltaicos 115, 116, 117, 119, 121, 122, 123, 125, 127

FTA (Failure Tree Analysis) 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13

### G

Gerenciamento de Projetos 89, 90, 91, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

Gestão de Pessoas 28, 38

### I

Indústria de Móveis 101

### L

Layout 43, 44, 51, 52, 84, 101, 102, 109, 111, 113, 114

LED (Light Emitting Diode) 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66

### M

Mapeamento de Processos 1, 2, 4, 6, 8, 12, 13

Melhoria Contínua 3, 12, 34, 80, 81, 82, 83, 84, 87, 102, 106

Metodologia de Gerenciamento de Projetos 89, 90, 97, 98

### O

Operational Management 71

Ordinary Ostensive Policing 71

## **P**

PMBOK (Project Management Body of Knowledge) 89, 90, 91, 92, 94, 95, 96, 98, 99, 100

Process Design 71

Processo Produtivo 67, 68, 80, 101, 106, 114

Produtividade 4, 25, 34, 40, 42, 56, 67, 70, 73, 80, 87, 97, 101, 102, 111, 113, 114, 117

## **S**

Simulação Computacional 101, 102, 104, 111, 113, 114

Sistema de Gestão da Qualidade 80, 83

## **T**

TrimTab 67, 68, 70

## **V**

Validação da Escala 28

Viabilidade Econômica 65, 115, 116, 119, 122, 125, 126

[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) 

# **Desafios, Limites e Potencialidade da Engenharia de Produção no Brasil**

[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) 

# **Desafios, Limites e Potencialidade da Engenharia de Produção no Brasil**