



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
Prof^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Prof^a 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
Prof^a Dr^a Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Prof^a Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Livia 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
Prof^a Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^a 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
Prof^a 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
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

SOBRE OS ORGANIZADORES	154
ÍNDICE REMISSIVO.....	155

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, perpassando 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 crie 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, inculindo 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.

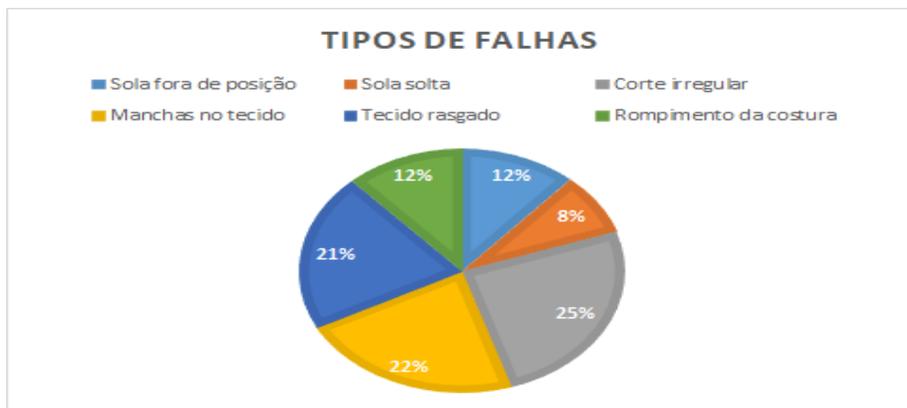


Figura 1: Tabela de falhas encontradas

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 de Qualidade - Metodologia Ito	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	OPERÇÃO 01: Corte do couro	Corte errado		Setor de Chanfrado
		Cor errada do couro		Navalhas não amoladas		
				Divisão errada do couro		
Setor de chanfrado	Pedaços de couro cortado	Chanfrar mais	OPERÇÃO 02: Virar peças e passar reforço com nylon	O nylon não passar dentro da tira	Peças viradas e reforçadas	Montagem de tiras (cabedal)
		Chanfrar menos		Peças não viradas		
				Reforço mal colocado		
Montagem de tiras (cabedal)	Pedaços de couro reforçado	Peças mal forradas	OPERÇÃO 03: Costura	Costura torta	Peças costuradas	Reflagem
		Forro errado		Quebra de agulhas danificando a peça		
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
Vozes dos Clientes (Y) / Saídas do Processo / Efeitos												
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.

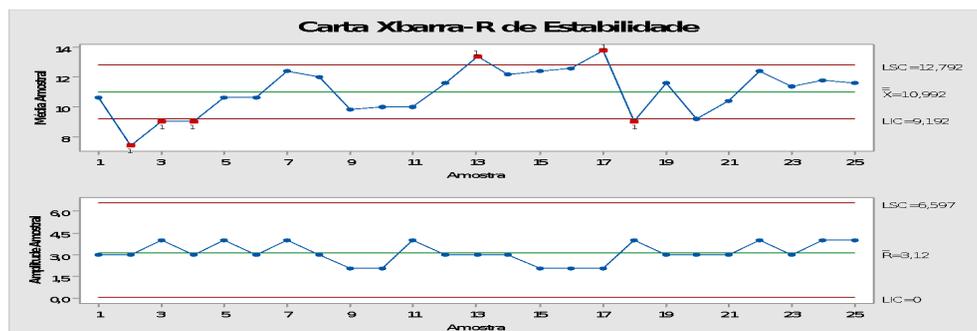


Figura 3: Carta X/R de Estabilidade – Antes e Depois das ações

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.

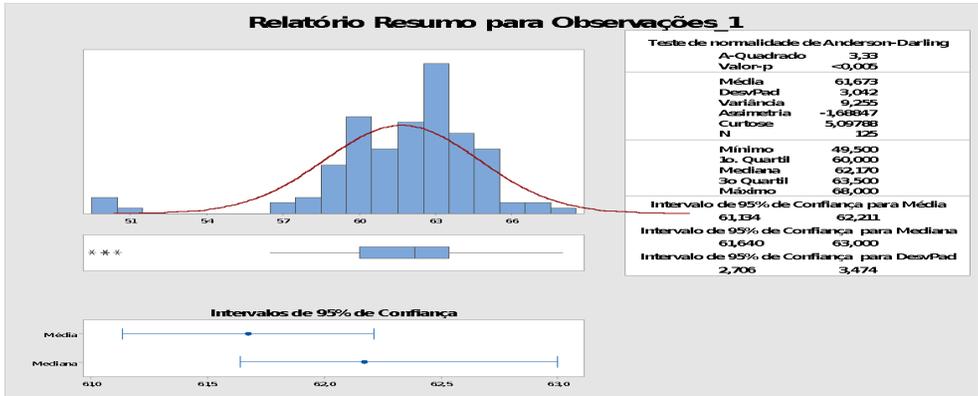


Figura 4: Gráfico resumo para estabilidade (Antes)

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	Variação na sola	9		Não há gabarito de tamanho para medição do solado	Fabricar gabarito para todos os tamanhos e modelos	7	Verificação de qualidade em todos os pontos descritos e análise de máquina e seu	3	189
	Utilização de máquina com problemas no corte	Corte irregular			Máquinas sem inspeção de funcionalidade, com lâminas desgastadas	Inspecção das máquinas				
	Peça mal costurada	Tecido rasgado /Rompimento na costura			Costureiras mal treinadas, quebra de agulhas, e fio de nylon sem inspeção no fornecedor	Treinamento de colaboradores e inspeção do fornecedor				
					Resultados de Ações					
	Ação Recomendada	Responsabilidade e Data de Conclusão Pretendida			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.

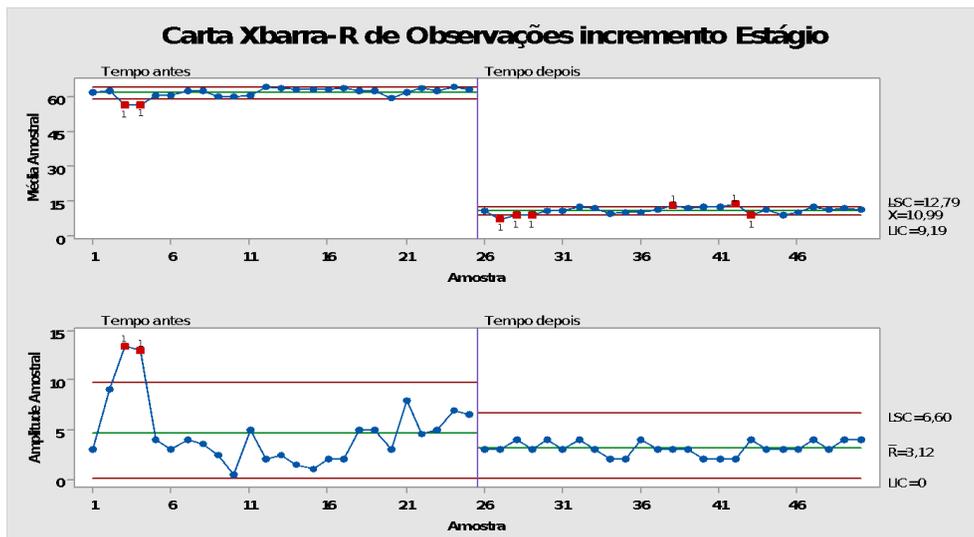


Figura 7: Carta X/R (Média e Amplitude)

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>

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.

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 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Além dos Produtos e Sistemas Produtivos 3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2021