



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 Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
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

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

Data de aceite: 22/04/2021

Data de submissão: 16/03/2021

Rodrigo Ventura da Silva

UFRJ/COPPE – PEP

Rio de Janeiro, RJ

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

Jean de Aguiar Seabra

UFRJ/COPPE – PEP

Rio de Janeiro, RJ

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

Luis Claudio Bernardo Moura

UFRJ/COPPE – PEP

Rio de Janeiro, RJ

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

Leonardo Fontes Bachá

UFRJ/COPPE – PEP

Rio de Janeiro, RJ

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

Carlos Alberto Nunes Cosenza

UFRJ/COPPE – PEP

Rio de Janeiro, RJ

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

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

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

PALAVRAS-CHAVE: Fuzzy; Lógica; HPN.

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

KEYWORDS: Fuzzy; Logic; PNH.

1 | INTRODUÇÃO

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

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

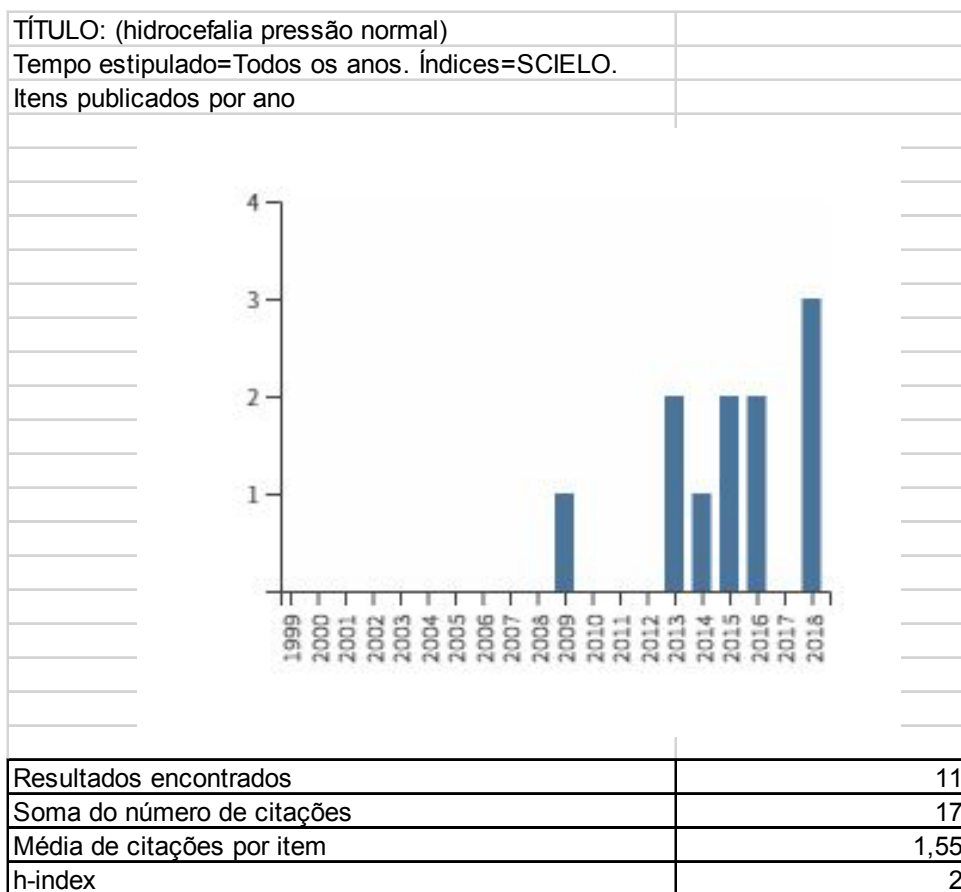


Gráfico 1: HPN

Fonte: O autor (2019).

1.1 Coleta de dados, universo e amostragem

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

1.2 Formulação da Entrevista (tratamento dos dados)

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

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

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

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

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

1.3 Limitação do método

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

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

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

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

1.4 Resultados Esperados

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

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

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

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

2 | HPN

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

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

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

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

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

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

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

3 | LÓGICA FUZZY

3.1 Conceito

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

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

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

Ou ainda:

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

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

O conceito “fuzzy” pode ser explicado como uma situação onde não é possível responder simplesmente “Sim” ou “Não”. Mesmo conhecendo as informações necessárias sobre a situação, dizer algo **entre** “sim” e “não” como, por exemplo, “talvez”, “quase” e se torna mais apropriado (Buckley, 2005).

Considere, por exemplo, informações como “homens altos”, “dias quentes” ou “vento forte”. Nada existe que determine exatamente qual a “altura”, “temperatura” ou “velocidade” que podemos considerar como limites para tais informações. Se considerarmos como alto todos os homens com mais de 1,90m, então um homem com 1,88m não seria “alto” e sim “quase alto” (HERRERA; LOZANO, 1995).

3.2 Esboço Histórico da Lógica FUZZY

Conforme Herrera e Lozano (1995), as primeiras noções da lógica dos conceitos

“vagos” foi desenvolvida por um lógico polonês **Jan Lukasiewicz** (1878-1956) em 1920 que introduziu conjuntos com graus de pertinência sendo 0 , ½ e 1 e, mais tarde, expandiu para um número infinito de valores entre 0 e 1.

A primeira publicação sobre lógica “fuzzy” data de 1965, quando recebeu este nome. Seu autor foi **Lotfi Asker Zadeh** (ZAH-da) , professor em Berkeley, Universidade da Califórnia. Zadeh criou a lógica “fuzzy” combinando os conceitos da lógica clássica e os conjuntos de Lukasiewicz, definindo graus de pertinência (Herrera e Lozano, 1995),

Entre 1970 e 1980 as aplicações industriais da lógica “fuzzy” aconteceram com maior importância na Europa e após 1980, o Japão iniciou seu uso com aplicações na indústria. Algumas das primeiras aplicações foram em um tratamento de água feito pela Fuji Electric em 1983 e pela Hitachi em um sistema de metrô inaugurado em 1987. Por volta de 1990 é que a lógica “fuzzy” despertou um maior interesse em empresas dos Estados Unidos (Ross, 2014).

Devido ao desenvolvimento e as inúmeras possibilidades práticas dos sistemas “fuzzy” e o grande sucesso comercial de suas aplicações, a lógica “fuzzy” é considerada hoje uma técnica “standard” e tem uma ampla aceitação na área de controle de processos industriais.

3.3 Conjunto “FUZZY”

Conforme Herrera e Lozano (1995), na teoria clássica, os conjuntos são denominados “**crisp**” e um dado elemento do universo em discurso (domínio) **pertence** ou **não pertence** ao referido conjunto. Na teoria dos conjuntos “**fuzzy**” existe um grau de pertinência de cada elemento a um determinado conjunto. Por exemplo, considere os conjuntos abaixo:

- Conjunto das pessoas com alta renda.
- Conjunto das pessoas altas.

Podemos verificar que não existe uma fronteira bem definida para decidirmos quando um elemento **pertence** ou **não** ao respectivo conjunto nos exemplos acima. Com os conjuntos “fuzzy” podemos definir critérios e graus de pertinência para tais situações.

A **função característica (crisp sets)** pode ser generalizada de modo que os valores designados aos elementos do conjunto universo **U** pertençam ao intervalo de números reais de 0 a 1 inclusive, isto é $[0,1]$ (Takagi, 1997).

$$\mu_A : U \rightarrow [0,1]$$

Conforme Takagi (1997), estes valores indicam o **GRAU DE PERTINÊNCIA** dos elementos do conjunto **U** em relação ao conjunto **A**, isto é, **quanto é possível** para um elemento **x** de **U** pertencer ao conjunto **A**. Tal função é chamada de **FUNÇÃO DE PERTINÊNCIA** e o conjunto **A** é definido como “**CONJUNTO FUZZY**”.

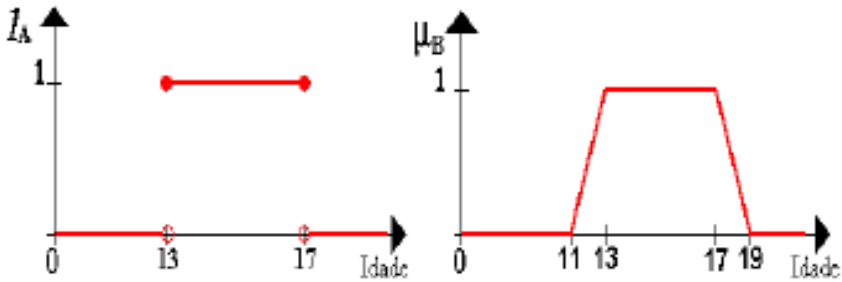


Figura 1: Função CRISP x Função trapezoidal

Fonte: Takagi (1997).

3.4 Operações entre Conjuntos “FUZZY”

Conforme Akter (2019) o conjunto “fuzzy” **A** é um **SUBCONJUNTO** de um conjunto “fuzzy” **B** se o grau de pertinência de cada elemento do conjunto universo **U** no conjunto **A** é menor ou igual que seu grau de pertinência no conjunto **B**; ou seja para todo $x \in U$, $\mu_A(x) \leq \mu_B(x)$ e indicamos $A \subseteq B$ (Ross, 2014).

Exemplo: Seja o conjunto universo $U = \{5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80\}$ e consideremos os seguintes conjuntos “fuzzy” : $A = \{\text{crianças}\}$, $B = \{\text{jovens}\}$, $C = \{\text{adultos}\}$ e $D = \{\text{velhos}\}$ para os quais atribuímos os graus de pertinência dos elementos do conjunto **U** na seguinte tabela 1.

IDADE	Criança	Jovem	Adulto	Velho
5	0	1	0	0
10	0	1	0	0
20	0	0.8	0.8	0.1
30	0	0.5	1	0.2
40	0	0.2	1	0.4
50	0	0.1	1	0.6
60	0	0	1	0.8
70	0	0	1	1
80	0	0	1	1

Tabela 1: Função CRISP x Função trapezoidal

Fonte: Takagi (1997).

Na tabela o conjunto “fuzzy” “velho” é um subconjunto do conjunto “fuzzy” / “adulto”, pois para todo $x \in U$ temos: $\mu_{velho}(x) \leq \mu_{adulto}(x)$ e $\mu_{velho}(x) \neq \mu_{adulto}(x)$ para no mínimo um $x \in U$.

Os conjuntos “fuzzy” **A** e **B** **SÃO IGUAIS** se $\mu_A(x) = \mu_B(x)$ para todo elemento x e **U** e indicamos **A = B**.

Os conjuntos “fuzzy” **A** e **B** **NÃO SÃO IGUAIS** se $\mu_A(x) \neq \mu_B(x)$ para no mínimo um x e **U** e indicamos **A ≠ B**.

O conjunto “fuzzy” **A** é um **SUBCONJUNTO PRÓPRIO** do conjunto “fuzzy” **B** quando **A** é um subconjunto de **B** e **A ≠ B**, isto é,

$$\mu_A(x) \leq \mu_B(x) \text{ para todo } x \in \mathbf{U}$$

e

$\mu_A(x) \neq \mu_B(x)$ para no mínimo um $x \in \mathbf{U}$ e indicamos **A ⊂ B** se e somente se **A ⊆ B** e **A ≠ B**.

O **COMPLEMENTO** de um conjunto “fuzzy” **A** em relação ao conjunto universo **U** é indicado por **A'** e a função de pertinência é definido como:

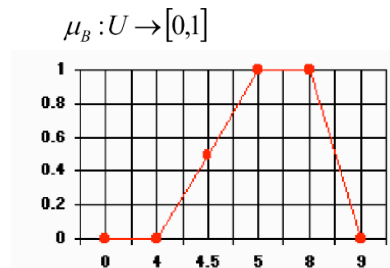
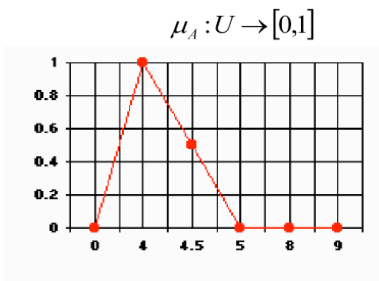
$$\mu_{A'}(x) = 1 - \mu_A(x) \text{ para todo } x \in \mathbf{U}$$

Exemplo: Se um elemento x e **U** tem grau de pertinência 0.8 no conjunto “fuzzy” **A**, seu grau de pertinência em **A'** será 0.2.

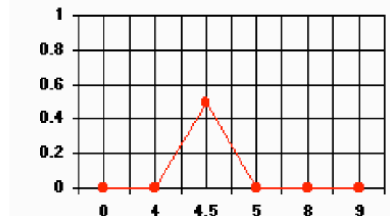
A **UNIÃO** de dois conjuntos “fuzzy” **A** e **B** é um conjunto “fuzzy” **A ∪ B** tal que para todo $x \in \mathbf{U}$ $\mu_{A \cup B}(x) = \max [\mu_A(x), \mu_B(x)]$

A **INTERSEÇÃO** de dois conjuntos “fuzzy” **A** e **B** é um conjunto “fuzzy” **A ∩ B** tal que para todo $x \in \mathbf{U}$ $\mu_{A \cap B}(x) = \min [\mu_A(x), \mu_B(x)]$

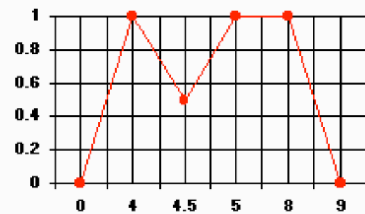
Consideremos o conjunto **U** = [0 , 9] e sejam **A** e **B** dois conjuntos “fuzzy” e as respectivas funções de pertinência representadas pelas figuras 2 a 6:



· Interseção **A ∩ B**: $\mu_{A \cap B} : U \rightarrow [0,1]$



· União: $A \cup B: \mu_{A \cup B}: U \rightarrow [0,1]$



· Complementar: $B': \mu_{B'}: U \rightarrow [0,1]$

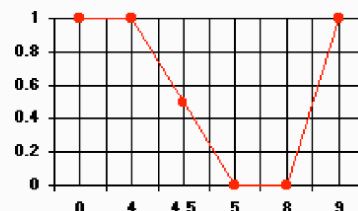


Figura 2 a 6 modelos fuzzy x conjunto e suas configurações

Fonte: Ross (2014).

3.5 Inferência Difusa

Conforme Akter (2019), fazer uma inferência difusa significa aplicar regras do tipo SE X ENTÃO Y de forma que X e Y, e a própria sentença, sejam noções difusas. Dessa forma, se torna mais fácil interpretar matematicamente e implementar sistemas a partir do conhecimento humano, como em:

“SE A TEMPERATURA É ALTA E A PRESSÃO É ALTA ENTÃO O FLUXO DE COMBUSTÍVEL DEVE SER PEQUENO.”

É importante notar que no caso acima, uma versão de uso corrente da lógica difusa, a regra é igual a uma regra nítida que seria usada em um sistema especialista. Porém, os conjuntos (ALTO, MÉDIO e BAIXO para temperatura, por exemplo) permitem graus de pertinência, onde uma temperatura pode ter algum grau em todos os conjuntos, enquanto em um sistema nítido, apenas um valor seria possível (Akter, 2019).

Assim, em sistemas difusos, com um conjunto de regras, várias regras aparentemente contraditórias são válidas simultaneamente, possuindo ainda um grau de validade. A solução final é obtida por meio da agregação dos resultados por meio de alguma operação matemática, como o cálculo do centro de massa da resposta obtida (Ross, 2014).

No caso da inferência, para cada conjunto de operações básicas “NÃO”, “E” e “OU” escolhidos, são possíveis várias versões da implicação. Isso porque, na lógica nítida, $A \rightarrow B$ (A implica B) é equivalente a várias sentenças (Akter, 2019).

Outra forma de inferência difusa é aplicar regras como o *modus ponens* e *modus tolens*. Isso permite várias variações. Em uma delas, sabendo que “A implica B” de forma nítida, e tendo apenas um valor difuso de A, é possível calcular o valor de B (Chen, 2017).

Conforme Takagi (1997), um controlador nebuloso é um sistema especialista simplificado onde a consequência de uma regra não é aplicada como antecedente de outra. Assim, o processo de inferência consiste em:

1. Verificação do grau de compatibilidade entre os fatos e as cláusulas nas premissas das regras;
2. Determinação do grau de compatibilidade global da premissa de cada regra;
3. Determinação do valor da conclusão, em função do grau de compatibilidade da regra com os dados e a ação de controle constante na conclusão (precisa ou não);
4. Agregação dos valores obtidos como conclusão nas várias regras, obtendo-se uma ação de controle global.

Os tipos de controladores nebulosos encontrados na literatura são os modelos clássicos, compreendendo o modelo de Mamdani e o de Larsen, e os modelos de interpolação, compreendendo o modelo de Takagi- Sugeno e o de Tsukamoto. Os modelos diferem quanto à forma de representação dos termos na premissa, quanto à representação das ações de controle e quanto aos operadores utilizados para implementação do controlador.

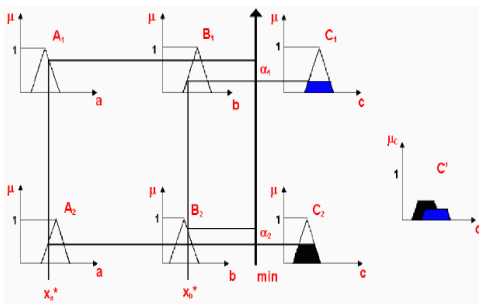


Figura 2: Modelo clássico de Mamdani

Fonte: Ferrera e Lozano (1995)

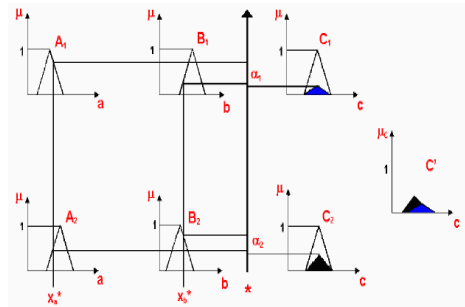


Figura 3: Modelo clássico de Larsen

Fonte: Ferrera e Lozano (1995)

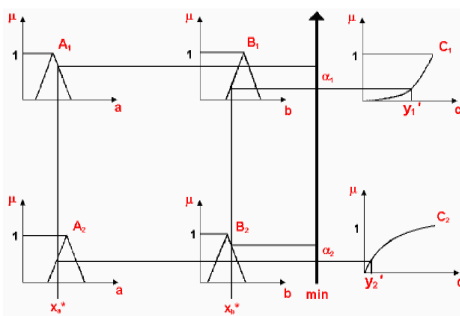


Figura 4: Modelo Interpolação de Tsukamoto

Fonte: Ferrera e Lozano (1995)

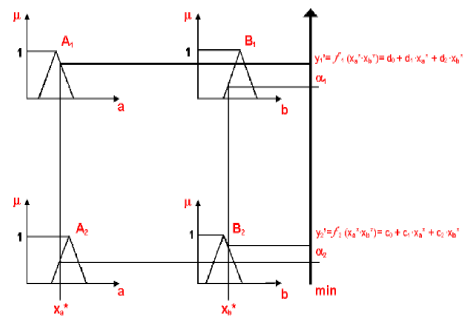


Figura 5: Método de Interpolação de Takagi – Sugeno

Fonte: Ferrera e Lozano (1995)

3.6 Raciocínio Fuzzy

Conforme Herrera e Lozano (1995), O raciocínio fuzzy também é conhecido como raciocínio aproximado e pode ser dividido em 5 etapas.

- Transformação das variáveis do problema em valores fuzzy, ou *fuzzificação*
- Aplicação dos operadores fuzzy
- Aplicação da implicação
- Combinação de todas as saídas fuzzy possíveis
- Transformação do resultado fuzzy em um resultado nítido, a *defuzzificação*.

No primeiro passo, para cada valor de entrada associamos uma função de pertinência, que permite obter o *grau de verdade* da proposição.

- Determinar o grau de pertinência de cada conjunto (proposição);
- Limitar o valor da entrada entre 0 e 1;

O segundo passo é aplicar os operadores fuzzy, assim como os operadores da lógica nítida. Os operadores usados na lógica fuzzy são AND e OR, conhecidos como operadores de relação. Na lógica fuzzy são utilizados para definir o grau máximo e mínimo de pertinência do conjunto (Herrera e Lozano, 1997).

Conforme Herrera e Lozano (1997), o terceiro passo é aplicar o operador de implicação, usado para definir o peso no resultado e remodelar a função, ou seja, o terceiro consiste em criar a hipótese de implicação. Como no exemplo abaixo:

- Serviço é excelente OU atendimento é rápido ENTÃO pagamento é alto.

No quarto passo ocorre à combinação de todas as saídas em um único conjunto fuzzy, algo semelhante ao processo de união e intersecção, na teoria dos conjuntos abruptos – crisp (Takagi, 1997).

Conforme Takagi (1997), o quinto e último passo no processo do raciocínio fuzzy, é a ‘defuzzificação’ que consiste em retornar os valores, obter um valor numérico dentro da faixa estipulada pela lógica fuzzy.

Um exemplo simples que demonstra o processo de pertinência do raciocínio fuzzy seria. Se A é identificado como ‘o tomate está vermelho’ e B como ‘o tomate está maduro’, então se é verdade que ‘o tomate está vermelho’, é também verdade que ‘o tomate está maduro’. Essa seria um exemplo pensado na lógica tradicional onde (Herrera e Lozano, 1997):

- Fato: x é A;
- Regra: se x é A então y é B;
- Conclusão: y é B

Esta regra aplica um conceito aproximado. Porém se pensarmos desta forma: se nós temos a mesma regra de implicação se “o tomate está vermelho”, então ele está maduro e nós sabemos que o tomate está mais ou menos vermelho, então nós podemos inferir que o tomate está mais ou menos maduro.

Ou seja:

- Fato: x é A' (quase A)
- Regra: se x é A então y é B
- Conclusão: y é B' (quase B)

Este conceito de fuzzyficação funciona da seguinte forma se A' está próximo de A (situação inicial) e B' está próximo de B (inicial). A , A' , B e B' fazem parte do conjunto universo, chegando assim ao paradigma do raciocínio fuzzyano, também chamado de *modus ponens* generalizado (Herrera e Lozano, 1997).

4 | CONCLUSÃO

Através da análise dos dados apresentados e com base na falta de elementos para dar suporte à pesquisa, é percebido um grande desafio à frente, com uma sociedade cada vez mais idosa e com cada vez mais caro para os sistemas de saúde no mundo, a lógica fuzzy se apresenta como uma proposta mais viável por estar balisada em uma lógica matemática validada e que apresentará uma redução de custos que trará benefícios tanto para os países e seus sistemas de saúde, quanto para a população em geral que será beneficiada com uma análise mais coerente e assertiva, evitando os malefícios permanentes da doença.

Também este material agregará muito à comunidade científica pela transdisciplinaridade entre ciências outrora distantes. A Engenharia de Produção ganha com a valorização da utilização das tecnologias disponíveis aplicadas para o bem geral da população. O profissional também se mostra mais multidisciplinar e capaz de relacionar as técnicas a outras ciências que não de seu domínio e saindo da zona de conforto, ele agrega mais conhecimentos à sociedade.

Uma possível limitação para este estudo é a falta de material na internet e em livros sobre a HPN, seu diagnóstico e seus impactos. O número de estatísticas dessa doença também é muito escasso e limitado, podendo prejudicar a correta análise de sua importância dentro de um contexto regional ou mundial. Outra limitação é que se a pesquisa não for financiada, não será possível obter dados nacionais em escala adequada.

REFERÊNCIAS

AKTER, Marin *et al.* **Risk assessment based on fuzzy synthetic evaluation method.** Elsevier, Science of the Total Environment 658, 818–829, 2019.

BABBIE, Earl. **Métodos de Pesquisa de Survey**, BH, UFMG, 1999.

BERGMANN, Merrie. **An introduction to many-valued and fuzzy logic semantics, algebras, and derivation systems**. Cambridge university press, 2008.

BUCKLEY, James J. **Simulating fuzzy systems**. Editora Springer Berlin Heidelberg, New York - University of Alabama at Birmingham, Department of Mathematics, 2005.

CHEN, Shang-Yu. **An improved fuzzy decision analysis framework with fuzzy Mahalanobis distances for individual investment effect appraisal**. Emerald Publishing Limited. MANAGEMENT DECISION VOLUME 55, ISSUE 5, 2017.

Di Ieva, A., Valli, M., & Cusimano, M. D. (2014). **Distinguishing Alzheimer's disease from normal pressure hydrocephalus: A search for MRI biomarkers**. *Journal of Alzheimer's Disease*, 38(2), 331-350. <https://doi.org/10.3233/JAD-130581>.

HERRERA, F.; LOZANO, M.. **Fuzzy Genetic Algorithms: Issues and Models**. Dept. of Computer Science and A.I. University of Granada, Spain, CICYT, 1995.

OLIVEIRA JÚNIOR, Hime Aguiar e. **Lógica Difusa: Aspectos Práticos e Aplicações**, Rio de Janeiro, Interciência, 1999.

PINTO, Fernando Campos Gomes. **Tratamento cirúrgico de hidrocefalia de pressão normal**, Tese de doutorado, USP, São Paulo, 2012.

PORTER, M.E. **Competitive Advantage**, New York: Free Press, 1985.

ROSS, Timothy J.. **Fuzzy logic with engineering applications**. Editora John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England, 2014.

SABBAGH, M. N., Tsai, A., Malek-Ahmadi & M., Kahlon, V. **Differences in cerebrospinal fluid biomarkers between clinically diagnosed idiopathic normal pressure hydrocephalus and Alzheimer's disease**. *Journal of Alzheimer's Disease and Parkinsonism*, 4(4), 150, 2014.

TAKAGI, Hideyuki; **Introduction to Fuzzy Systems, Neural Networks, and Genetic Algorithms**. In: Ruan D. (eds) *Intelligent Hybrid Systems*. Springer, Boston, MA, 1997.

VERGARA, Sylvia. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**, São Paulo: Atlas, 1997.

WILLIAMS & MALM, 2016. **Diagnosis and Treatment of Idiopathic Normal Pressure Hydrocephalus**. *CONTINUUM: Lifelong Learning in Neurology*. 22(2, Dementia):579–599, APR 2016.

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