



ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Além dos Produtos e Sistemas Produtivos

Elói Martins Senhoras
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2021



ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Além dos Produtos e Sistemas Produtivos

Elói Martins Senhoras
(Organizador)

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 Cremona

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
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^ª Dr^ª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª 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 Alfnas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª 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. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª 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
Prof^ª 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. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. 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. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Lilians 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^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
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Engenharia de produção: além dos produtos e sistemas produtivos

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Kimberlly Elisandra Gonçalves Carneiro
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Elói Martins Senhoras

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia de produção: além dos produtos e sistemas produtivos / Organizador Elói Martins Senhoras. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-890-8

DOI 10.22533/at.ed.908211503

1. Engenharia de Produção. I. Senhoras, Elói Martins (Organizador). II. 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

A evolução do campo técnico-científico da Engenharia da Produção está diretamente relacionada com a construção histórica das 4 Revoluções Industriais materializadas desde o século XVIII, o que influenciou de modo recíproco, tanto, na consolidação de novas ideias, técnicas e métodos, quanto, na emergência de novos desenvolvimentos das estruturas organizacionais e dos sistemas produtivos.

Contextualizado pela difusão de uma história de 4 séculos dos contemporâneos conhecimentos científicos do campo da Engenharia de Produção, o presente livro traz uma abordagem empírica nacional por meio de um conjunto de estudos que valorizam a produção científica brasileira em uma área de estudos que somente se desenvolveu com robustez a partir da segunda metade do século XX.

Partindo da centralidade que a Engenharia de Produção possui no desenvolvimento organizacional e produtivo, esta obra intitulada “Engenharia de Produção: Além dos Produtos e Sistemas Produtivos 1” combina uma série de conhecimentos, métodos e técnicas consolidadas internacionalmente por este campo científico ao longo do tempo com uma análise empírica fundamentada em estudos de caso da realidade brasileira.

O objetivo do presente livro é apresentar uma coletânea diversificada de estudos teóricos-empíricos sobre a realidade dos sistemas organizacionais e produtivos à luz de um olhar multidisciplinar próprio do campo de Engenharia de Produção que se manifesta pelas influências de diferentes conhecimentos de *soft e hard science*.

Os 20 capítulos apresentados neste livro foram construídos por um conjunto diversificado de profissionais, oriundos de diferentes estados das macrorregiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Norte do Brasil, os quais colaboram direta e indiretamente para a construção multidisciplinar do campo científico da Engenharia de Produção no país por meio de uma série de estudos sobre a realidade empírica da área.

A proposta implícita nesta obra tem no paradigma eclético o fundamento para a valorização da pluralidade teórica e metodológica, sendo este livro construído por meio de um trabalho coletivo de pesquisadoras e pesquisadores de distintas formações acadêmicas e expertises, o que repercutiu em uma rica oportunidade para explorar as fronteiras das discussões no campo da Engenharia de Produção.

A indicação deste livro é recomendada para um extenso número de leitores, uma vez que foi escrito por meio de uma linguagem fluída e de uma abordagem didática que valoriza o poder de comunicação e da transmissão de informações e conhecimentos, tanto para um público leigo não afeito a tecnicismos, quanto para um público especializado de acadêmicos interessados pelos estudos de Engenharia de Produção.

Excelente leitura!

Elói Martins Senhoras

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

UTILIZAÇÃO DAS TÉCNICAS DE APRENDIZAGEM ATIVA NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: ESTUDO DE CASO DOS MAPAS MENTAIS

Edson Pedro Ferlin

Marcos Augusto Hochuli Shmeil

DOI 10.22533/at.ed.9082115031

CAPÍTULO 2..... 12

FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS PARA A INDÚSTRIA 4.0

Aline Eurich da Silva

Elis Regina Duarte

Gabriela Guilow

DOI 10.22533/at.ed.9082115032

CAPÍTULO 3..... 23

FORMAÇÃO EM ENGENHARIA PARA A INDÚSTRIA 4.0: APRENDENDO A PROTEGER E PROSPECTAR INFORMAÇÕES DE REGISTROS DE PROGRAMAS DE COMPUTADOR

Vinícius de Castro Cruz Alarcão

Cristina Gomes de Souza

DOI 10.22533/at.ed.9082115033

CAPÍTULO 4..... 35

CONTRIBUIÇÃO DO ENSINO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO À ERRADICAÇÃO DA FOME

Carlos Roberto Franzini Filho

Adiloderne Nogueira Souza Filho

Alexandre Tavares Soares

Andreza Benatti B. Cassettari

DOI 10.22533/at.ed.9082115034

CAPÍTULO 5..... 47

PROCUREMENT 4.0: IMPACTOS, OPORTUNIDADES E TENDÊNCIAS

Robson Elias Bueno

Helton Almeida dos Santos

Rodrigo Carlo Tolo

Silvia Helena Bonilla Mosca

DOI 10.22533/at.ed.9082115035

CAPÍTULO 6..... 60

ANALISE DE SÉRIES TEMPORAIS: PREVISÃO ANUAL DA DEMANDA DE SOJA NO ESTADO DE GOIÁS

Alysson Lourenço Rodrigues Lima

Lidia Christine Silva Oliveira

Yasmin Teodoro Martins

Rodrigo Silva Oliveira

Frederico Celestino Barbosa

CAPÍTULO 7..... 63

THE EVOLUTION OF THE BRAZILIAN SUPPLYING ELECTRIC ENERGY MATRIX
CONSIDERING THE INCLUSION OF RENEWABLE SOURCES IN A HYDROTHERMAL
SYSTEM

Francisco Alexandre Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.9082115037

CAPÍTULO 8..... 82

COMPARAÇÃO ENTRE MODELOS DE SIMULAÇÃO NUMÉRICA TFM E CFD-DEM
APLICADOS EM LEITO FLUIDIZADO

Fernando Manente Perrella Balestieri

Carlos Manuel Romero Luna

Ivonete Ávila

DOI 10.22533/at.ed.9082115038

CAPÍTULO 9..... 88

PROCEDIMENTO DE REDUÇÃO DAS AVALIAÇÕES DO AHP POR TRANSITIVIDADE
DA ESCALA VERBAL DE SAATY

Luiz Octávio Gavião

Gilson Brito Alves Lima

Pauli Adriano de Almada Garcia

DOI 10.22533/at.ed.9082115039

CAPÍTULO 10..... 103

ANÁLISE CVL APLICADA A UMA ESCOLA PRESTADORA DE SERVIÇOS DE ENSINO
PROFISSIONALIZANTE NO MUNICÍPIO DE MARABÁ, ESTADO DO PARÁ

Eliani da Silva Gama

Luanna Gomes Jesus

Nayara Côrtes Filgueira Loureiro

Davi Arthur Seixas da Silva

Iarlane Carneiro Xavier

DOI 10.22533/at.ed.90821150310

CAPÍTULO 11..... 115

ANÁLISE DO CUSTO RELACIONADO AO PROCESSO DE RESFRIAMENTO UTILIZADO
NA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL

Bruno Aldrighi Silveira

Régis da Silva Pereira

DOI 10.22533/at.ed.90821150311

CAPÍTULO 12..... 121

CONTRASTAÇÃO DAS ESTRUTURAS DOS MÉTODOS DE CUSTEIO ABC E UEP:
VANTAGENS E DESVANTAGENS EM SUA IMPLANTAÇÃO

Lidia Christine Silva Oliveira

Yasmin Teodoro Martins

Rodrigo Silva Oliveira

Márcio Alexandre Fischer
Lissandra Andréa Tomaszewski
DOI 10.22533/at.ed.90821150312

CAPÍTULO 13..... 126

A PÓS-VENDA ANALISADA SOB A LUZ DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE EM UMA EMPRESA DE LEGALIZAÇÃO DE ESTRANGEIROS

Tayná de Oliveira Santos
Maria Inês Vasconcellos Furtado

DOI 10.22533/at.ed.90821150313

CAPÍTULO 14..... 143

ESTUDO SOBRE O CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP) EM UMA INDÚSTRIA DE SUCOS

Bruna Grassetti Fonseca
Ana Paula Silva Saldanha
Audrey Ranna Alves Martins
Letícia Caldeira de Paula

DOI 10.22533/at.ed.90821150314

CAPÍTULO 15..... 157

RETORNO ELÁSTICO DO AÇO DE ALTA RESISTÊNCIA DP 600

Christyane Oliveira Leão Almeida
Luís Henrique Lopes Lima
Gilyane Oliveira Leão Almeida
Marcelo dos Santos Pereira

DOI 10.22533/at.ed.90821150315

CAPÍTULO 16..... 163

PROPOSTA DE PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM EQUIPAMENTOS DO LABORATÓRIO DE FARMÁCIA – UFAM – ICET

Laira Melo da Cunha
Midiane Stéfane Maquiné Matos
Keyciane Rebouças Carneiro
Jefferson da Silva Coelho

DOI 10.22533/at.ed.90821150316

CAPÍTULO 17..... 177

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS PREVENCIÓNISTAS NA MELHORIA CONTINUA DO GERENCIAMENTO DE RISCOS

Túlio Henrique Silva Costa
Vinicius José Appolloni

DOI 10.22533/at.ed.90821150317

CAPÍTULO 18..... 189

ANÁLISE DOS RISCOS FÍSICOS: RUÍDO E VIBRAÇÃO EM MOTOCOVEADOR MANUAL

José Antonio Poletto Filho
Joao Eduardo Guarnetti dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.90821150318

CAPÍTULO 19.....203

TREINAMENTO PSICOFÍSICO LÚDICO COM ESTIMATIVA MANUAL DE PESO

Adakrishna Sampaio Saraiva Bitencourte

Renata Lopes Pacheco

DOI 10.22533/at.ed.90821150319

CAPÍTULO 20.....213

OTIMIZAÇÃO DA DOSE DE RUÍDO OCUPACIONAL UTILIZANDO O PROBLEMA DE ROTEAMENTO DE VEÍCULOS

Déborah Aparecida Souza dos Reis

Jorge von Atzingen dos Reis

Marcus Antonio Viana Duarte

DOI 10.22533/at.ed.90821150320

SOBRE O ORGANIZADOR.....225

ÍNDICE REMISSIVO.....226

CAPÍTULO 1

UTILIZAÇÃO DAS TÉCNICAS DE APRENDIZAGEM ATIVA NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: ESTUDO DE CASO DOS MAPAS MENTAIS

Data de aceite: 01/03/2021

Edson Pedro Ferlin

Centro Universitário UniDomBosco –
Engenharia de Produção
Curitiba – PR

Marcos Augusto Hochuli Shmeil

Centro Universitário UniDomBosco –
Engenharia de Produção
Curitiba – PR

RESUMO: Este trabalho apresenta a utilização de uma técnica de Aprendizagem Ativa, denominada de Mapa Mental, em uma atividade didática na educação em Engenharia. O objetivo principal dessa atividade didática é colocar os estudantes no centro do processo de ensino e aprendizagem como elementos ativos. A metodologia da pesquisa utilizada é a pesquisa de opinião sobre atividade Mapa Mental por parte dos estudantes e foi utilizada a abordagem quantitativa. Os resultados auferidos destacam que essa técnica de Aprendizagem Ativa teve uma boa aceitação por parte dos estudantes na atividade realizada. A conclusão reitera a importância de envolver os estudantes no processo de ensino e aprendizagem e motivá-los na busca do conhecimento.

PALAVRAS-CHAVE: Engenharia, Educação, Aprendizagem Ativa, Mapa Mental, Engenharia de Produção.

USE OF ACTIVE LEARNING TECHNIQUES IN ENGINEERING EDUCATION: CASE STUDY OF MIND MAPS

ABSTRACT: This work presents the use of an Active Learning technique, called Mind Map, in a didactic activity in engineering education. The main objective of this didactic activity is to place students at the center of the teaching and learning process as active elements. The research methodology used is the research of opinion on mind map activity by the students and the quantitative approach was used. The results obtained highlight that this active learning technique had a good acceptance by the students in the activity performed. The conclusion reiterates the importance of involving students in the teaching and learning process and motivate them in the search for knowledge.

KEYWORDS: Engineering, Education, Active Learning, Mind Maps, Production Engineering

1 | INTRODUÇÃO

Uma forma de motivar e cativar os estudantes é colocá-los no centro do processo de ensino e aprendizagem, em que eles serão os protagonistas, agentes principais, do processo. Entretanto, isto não pode ser somente no discurso, mas deve se traduzir em ações concretas, em que os estudantes devam se comprometer.

Esta forma de atuar deve estar alinhada ao Projeto Pedagógico do Curso, bem como com o Projeto Político-Pedagógico Institucional

da Instituição, pois isto afeta a maneira pela qual as disciplinas e os professores interagem e, também, na maneira com a qual os estudantes se envolvem no processo de ensino e aprendizagem.

Neste artigo apresenta-se aplicação de um método de Aprendizagem Ativa no Curso de Engenharia de Produção, na modalidade Presencial, do Centro Universitário UniDomBosco, que envolve o desenvolvimento de uma atividade didática envolvendo a técnica denominada de Mapa Mental.

O objetivo é apresentar a atividade didática utilizando o conceito de Mapa Mental e analisar a sua aplicação em uma disciplina de um curso de graduação de engenharia.

A justificativa da pesquisa está no estudo de aplicação dessa técnica de Aprendizagem Ativa, denominada de Mapa Mental, no processo de ensino e aprendizagem.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nessa seção descrevem-se de maneira geral os conceitos e definições que norteiam a aprendizagem ativa.

2.1 Níveis de Aprendizagem

A Taxonomia dos Objetivos Educacionais de Bloom (BLOOM, 1956), revisada por Anderson & Krathwohl (2001), define uma hierarquia de seis níveis para o processo cognitivo. Nessa estrutura cada nível representa uma capacidade cognitiva e são organizadas em ordem crescente de complexidade. Nesse modelo tem-se as capacidades: lembrar (nível factual), entender (ser capaz de lidar com conceitos), aplicar (nível procedimental), analisar, avaliar e criar, em que as três últimas capacidades pertencem ao nível mais alto da classificação, o nível metacognitivo.

Conforme destacado em Portilho (2009): *“uma das metas do processo de aprendizagem e ensino é estimular o aprendiz a ser autônomo, isto é, sujeito do seu próprio aprender”*.

Espera-se que dos estudantes de cursos superiores, em nosso caso particular os estudantes de um curso de engenharia, seja alcançado o nível metacognitivo durante o processo ensino e aprendizagem, como abordado em Pilla & Ferlin (2010).

2.2 Aprendizagem Ativa

O termo “aprendizagem ativa” começou a ser utilizado pelo professor inglês Reginald “Reg” William Revans (1907–2003) na década de 1940 (REVANS, 2011). Fazendo um breve apanhado das definições do termo, pode-se definir a aprendizagem ativa como todo tipo de atividade que vai além do mero “escutar”, isto é, ler, escrever, discutir ou trabalhar na resolução de problemas. Ativa porque a audição, principalmente quando considerada a tradicional transmissão do conhecimento por meio de aulas expositivas, é uma atividade que “pouco” exige mentalmente dos estudantes. Além disso, é difícil saber se a atenção do “aprendiz” estaria voltada ou não para aquilo que está sendo ouvido.

Conforme Bloom (1956), a aprendizagem ativa deve engajar os estudantes em atividades reflexivas de ordem superior. As atividades reflexivas estão no nível metacognitivo, e são aquelas que exigem a elaboração do pensamento: análise, síntese e avaliação. Elas correspondem a uma constante reflexão sobre a prática, sobre a adequação à realidade do que estiver sendo aprendido.

A aprendizagem ativa e seus diversos métodos são uma mistura de práticas novas e antigas, como os descritos em Elmor *et al* (2019) e Yee (2019). Ainda que os professores não usassem abertamente este termo ou nem mesmo tivessem consciência de que estavam aplicando a aprendizagem ativa, se for realizado um retrospecto sobre as atividades educativas realizadas durante o processo de formação, formal ou não, percebe-se que, em diversos momentos, muitas atividades se enquadram em algum dos exemplos citados na literatura como trabalhos em grupo, trabalhos de pesquisa, seminários, estudo de caso e etc.

Segundo Pinto *et al* (2012) há necessidade de “*envolver o aluno enquanto protagonista de sua aprendizagem, desenvolvendo ainda o senso crítico diante do que é aprendido, bem como competências para relacionar esses conhecimentos ao mundo real*”.

Assim, aprendizagem ativa ocorre quando o aluno interage com o assunto em estudo – ouvindo, falando, perguntando, discutindo, fazendo e ensinando – sendo estimulado a construir o conhecimento ao invés de recebê-lo de forma passiva do professor. Em um ambiente de aprendizagem ativa, o professor atua como orientador, supervisor, facilitador do processo de aprendizagem, e não apenas como fonte única de informação e conhecimento (BARBOSA & MOURA, 2013, p.55).

2.3 Mapa Mental

Os Mapas Mentais são formas de registrar e estruturar as informações de forma gráfica. Segundo Buzan (1996), o criador desta técnica conhecida como *Mind Maps* (em inglês), são ferramentas de pensamento que permitem refletir exteriormente o que se passa na mente. É uma forma de organizar os pensamentos e utilizar ao máximo as capacidades mentais. Ao analisar um mapa mental, é possível verificar diversas ideias a respeito de um tema central, as quais se entrelaçam e compõe o assunto.

A técnica de construção de mapas mentais foi desenvolvida pelo inglês Tony Buzan, em Londres, na última década de 70, logo após constatar que os estudantes que faziam uso de estratégias de trabalho e de anotações diferenciadas, com cores, desenhos, símbolos e ilustrações conseguiam melhores resultados de aprendizagem que os estudantes que não usavam tais métodos, ou seja, a exploração dos hemisférios direito e esquerdo do cérebro no processo de aprendizagem proporcionava melhor absorção do conhecimento passado pelo educador (BOVO & HERMANN, 2005).

O Mapa Mental ou memograma é uma ferramenta pedagógica de organização de ideias por meio de palavras-chave, cores e imagens em uma estrutura que se irradia

a partir de um centro. Os desenhos de mapas mentais beneficiam o aprendizado e, conseqüentemente, aprimoram a produtividade pessoal. Trata-se de um instrumento de ensino e aprendizagem poderoso e que se sobressai no ensino (BUZAN & BUZAN, 2009).

3 I ATIVIDADE DIDÁTICA DE MAPA MENTAL

A atividade didática consiste em propor para os estudantes a elaboração do Mapa Mental sobre um tema proposto na disciplina, logo no começo do semestre letivo, no início da disciplina.

O objetivo da atividade é fazer com que os estudantes tenham um entendimento geral sobre a temática apresentada motivando-os à disciplina e colocando-os no centro do processo de ensino e aprendizagem, por meio de uma técnica da Aprendizagem Ativa, denominado de Mapa Mental.

Essa atividade foi aplicada na Disciplina de Fundamentos de Engenharia, do 1º período, do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário UniDomBosco.

A atividade foi realizada nas primeiras aulas da disciplina, logo após as apresentações iniciais, pois o objetivo era despertar o entendimento geral sobre a temática “Engenharia”, que é o tema central da disciplina, nos estudantes e, também, o interesse deles pela disciplina.

3.1 Metodologia

Essa atividade didática é composta de seis etapas, cada uma com um objetivo específico, como detalhado abaixo:

Etapa 1: O professor, inicialmente, em sala de aula, faz a explanação sobre o conceito de Mapa Mental, qual será a atividade a ser desenvolvida e os passos a serem seguidos, bem como os objetivos esperados para a atividade.

Etapa 2: Essa etapa é realizada em sala de aula, na mesma aula de explicação sobre a atividade, em que cada estudante elabora em papel o seu Mapa Mental sobre a temática proposta.

Etapa 3: Ainda em sala de aula, no ato contínuo, após a elaboração em papel dos mapas mentais individuais, os estudantes se organizam em grupo, composto por 5 a 6 estudantes, para elaborarem o Mapa Mental do grupo. Esse novo mapa mental é basicamente o resultado da integração dos mapas individuais, em que cada um dos participantes lista os conceitos do seu mapa mental para os demais integrantes e os conceitos mais frequentes são colocados no novo mapa do grupo, juntamente com a frequência de ocorrência desses conceitos nos mapas mentais dos integrantes. Essa frequência será utilizada para a elaboração do texto na etapa seguinte.

Etapa 4: Essa etapa é realizada em grupo, posteriormente à aula, e como atividade extraclasses pelos os estudantes, a ser realizada até a aula da próxima semana. Ela consiste na elaboração de dois artefatos: i) um desenho do Mapa Mental em *slides*; e ii) um texto sobre a temática proposta, com base nos conceitos mais citados, com

base na frequência de ocorrência e agrupados em categorias, e com as referências bibliográficas consultadas. Esses artefatos são enviados para o professor até a aula da semana seguinte. Recomenda-se que os estudantes utilizem ferramentas de trabalho colaborativo, com o compartilhamento de arquivos, como o Google Docs e Google Slides.

Etapa 5: Na aula da semana seguinte, os estudantes em grupo fazem a apresentação oral em sala de aula, utilizando os *slides* que foram elaborados pela equipe. Após cada apresentação o professor argui a equipe, como também os demais estudantes são incentivados a arguirem.

Etapa 6: Após o término das apresentações o professor avalia os artefatos produzidos: o gráfico e o texto do mapa mental, e também as apresentações.

3.2 Exemplos de Mapas Mentais

Nas Figuras 1 e 2 são mostrados exemplos de Mapas Mentais elaborados pelas equipes (A e B) dos estudantes da Disciplina de Fundamentos de Engenharia (1º Período) do curso de Engenharia de Produção, do Centro Universitário UniDomBosco, com base na temática “Engenharia”.

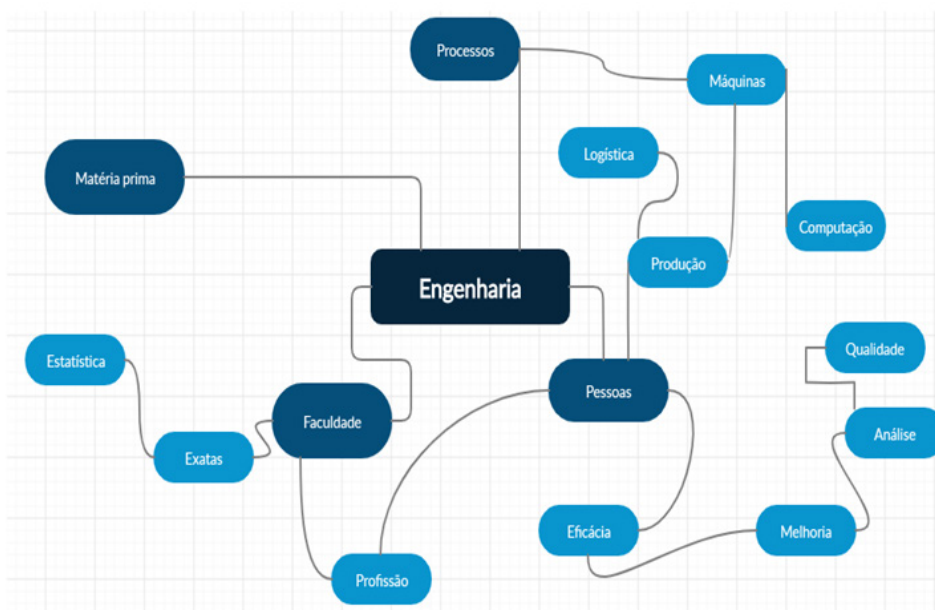


Figura 1 – Exemplo de Mapa Mental da equipe A

Fonte: Autor (2020)

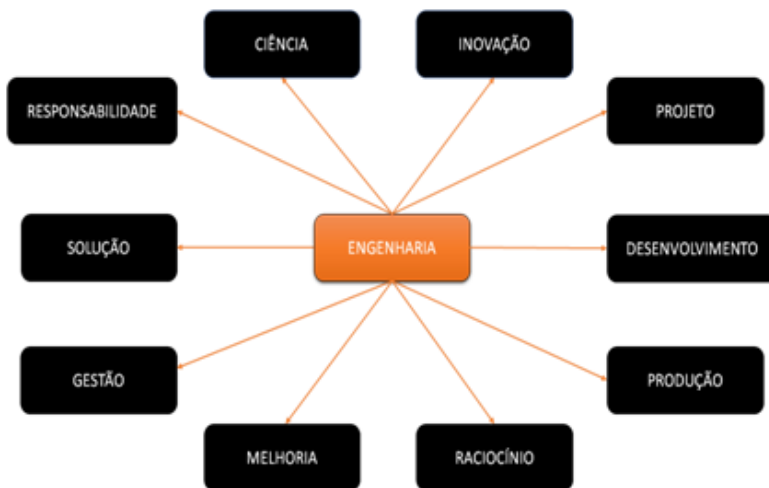


Figura 2 – Exemplo de Mapa Mental da equipe B

Fonte: Autor (2020)

3.3 Exemplos de Textos com base nos Mapas Mentais

No Quadro 1 são apresentados dois exemplos de texto, com base no Mapa Mental da equipe (A e B), elaborados pelos estudantes da Disciplina de Fundamentos de Engenharia (1º Período) do curso de Engenharia de Produção, do Centro Universitário UniDomBosco, com base na temática “Engenharia”.

O profissional que recebe a designação de Engenheiro passa por um processo/course profissionalizante, que possui um tempo médio de 5 anos, onde ele estuda e aprende a ser um Engenheiro profissional. O curso tem como principal a área de exatas, pois nele contém conteúdo que envolvem principalmente matemática e física, a base principal da engenharia são os cálculos, porque com eles são encontradas formas para melhorar e facilitar algum processo, que é o ponto principal da engenharia. Pode se dizer que a matéria mais importante dentro da Engenharia de Produção é a Estatística, o conhecimento sobre esse tema é simplesmente fundamental para o engenheiro, porque ela entra totalmente em gráficos e sistemas, o que ajuda na área de simulação para saber como um processo pode ser melhorado. A engenharia é um processo amplo que engloba diversas áreas e vem mudando rapidamente. O profissional nessa área recebe a designação de engenheiro. As funções do engenheiro consistem em tornar uma ideia em realidade, adquirindo conhecimento o engenheiro fará a aplicação da inventividade e do engenheiro para resolver determinada atividade. Entre as diversas tarefas do engenheiro estão a busca por novas técnicas, projeção, desenvolvimento,

Dentro da engenharia em quais quer aspecto, precisasse desenvolver uma gestão cuja a qual é necessário que todas essas ações seja pautada por alguns conceitos para o principio que rege enquanto tal, que seria ciência, desenvolvimento, gestão, inovação, melhoria, produção, projeto, responsabilidade e solução. Engenharia por definição, seria aplicações de conhecimento ou método científicos utilizando os seus recursos disponíveis para atender as necessidades humanas ou também inovações para facilitar a vida em sociedade. A profissão em si está diretamente ligada ciência, onde durante sua formação os conhecimentos científicos colaboram para a criação e implementação de equipamentos funcionais, trazendo também o raciocínio lógico uma maneira de aplicar para analisar capacidade de solução de problemas, elaboração de um plano, organização e estratégias. A gestão qualificada assume um papel de grande

eficácia e melhoria nos processos, análise e construção e operação. A engenharia conta com diversos ramos, por exemplo a engenharia genética, agrícola, geológica, comercial e civil. A busca por novas técnicas consiste em melhorar seus processos com o auxílio da logística, buscando a melhoria nos seus resultados e com foco no sucesso do produto desde sua matéria prima. Soluções eficientes tem que garantir a integração e qualidade como um todo para tornar uma ideia no produto final. A padronização é um passo importante para aumentar a produtividade, uma produção com macro de diagramas de circuitos reduz consideravelmente as despesas gerais com planejamento do projeto e simplifica a produção. Através da automação se faz o uso de técnicas computadorizadas ou mecânicas com objetivo de dinamizar e otimizar todos os processos produtivos dos mais diversos setores da economia. A ideia de automação está diretamente ligada à ideia de máquinas, que agilizam as tarefas e quase sempre sem a interferência humana. Porém existe um tipo de automação que se refere ao trabalho humano que é realizado de forma contínua e repetitiva, quase robotizada. Engenharia é um processo, as soluções são adaptadas às exigências. Desta forma é possível harmonizar os métodos de trabalho para chegar no resultado esperado, através de conhecimento e a análise baseada em estatísticas.

relevância na carreira do engenheiro, uma vez que, esta, possibilita que o profissional se situe no mercado de trabalho da forma que ele pretende crescer profissionalmente. Desta forma, para alcançar o melhor resultado é essencial que o profissional saiba qual caminho seguir e qual a melhor forma que desenvolverá as suas habilidades e técnicas podendo aplicar ferramentas de auxílio para colaborar, aperfeiçoar processos já existentes e até implementar novos projetos ou ideias para melhoria. Neste contexto, faz necessário um planejamento eficiente já que as decisões tomadas é um determinante para algum projeto que favorece de forma significativa para o alcance de bons resultados e superação das expectativas de uma corporação. O desenvolvimento vem do conhecimento e através dele poderíamos alcançar melhorias para o mundo. A engenharia traz consigo varias áreas do conhecimento como engenharia elétrica, civil, química, mecânica, produção e muitas outras.

Quadro 1 – Exemplos do texto elaborado com base no Mapa Mental da equipe: a) equipe A e b) equipe B

Fonte: Autor (2020)

4 | METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste estudo adotou-se para a pesquisa a técnica de Pesquisa Quantitativa para mensurar os dados coletados (FONSECA, 2002; GERHARDT & SILVEIRA, 2009; PADUA, 2006; YIN, 2015).

O estudo foi composto por duas fases: a coleta de dados, que envolve o levantamento dos dados, utilizando para isso a Pesquisa Quantitativa, considerando a pesquisa de opinião sobre atividade Mapa Mental por parte dos estudantes do Curso de Engenharia de Produção na modalidade Presencial do Centro Universitário UniDom Bosco; e a Análise Estatística dos dados obtidos segundo as práticas recentes, apresentadas por Fávero & Belfiore (2017). Para a delimitação deste estudo, e universo de pesquisa, foi considerada como população a pesquisa de opinião realizada nos estudantes da Disciplina de Fundamentos de Engenharia (1º período).

Os dados foram obtidos mediante a aplicação de um questionário (pesquisa de opinião) sem identificação e em papel no 1º semestre letivo 2020, mais especificamente no mês de março. Contudo, antes que os dados fossem enviados para os pesquisadores eles passaram por um processo de anonimização para garantir os direitos de privacidade dos estudantes sem alterar a significância dos dados. A manipulação destes dados foi realizada em planilha eletrônica de forma permitir a análise estatística descritiva (SILVESTRE, 2007).

Esta análise foi realizada com as ferramentas estatísticas disponíveis no *software* Excel da Microsoft.

5 | ANÁLISE E RESULTADOS

No 1º semestre de 2020 foi realizada uma pesquisa de opinião com os estudantes do Curso de Engenharia de Produção, matriculadas na disciplina de Fundamentos de Engenharia (1º período), sobre alguns aspectos qualitativos e quantitativos da atividade didática Mapa Mental.

O questionário consistiu em uma pergunta geral na qual os estudantes atribuíram uma nota de 0 a 10 sobre o seguinte aspecto quantitativo: “Qual a nota que você atribui para a Atividade Didática de Mapa Mental?”

O gráfico da Figura 3 apresenta as notas atribuídas pelos estudantes na questão (Avaliação Geral), na qual se avaliou a atividade de um modo geral, resultando a média 8,1 e desvio padrão 1,36. Destaca-se que 90% das notas são acima de 7,0.

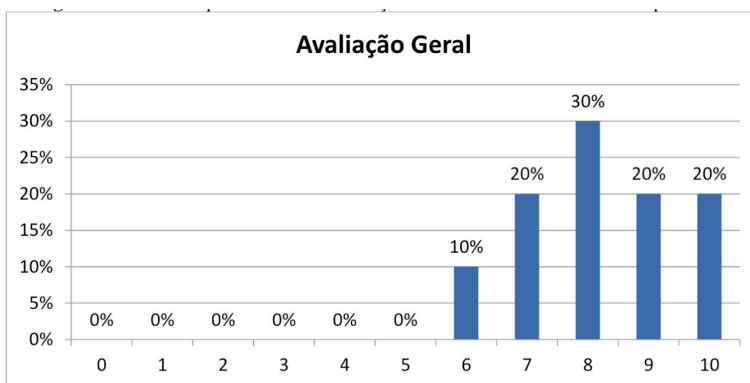


Figura 3 – Notas da questão sobre a Avaliação Geral da atividade didática Mapa Mental

Fonte: Autor (2020)

Nessa mesma pesquisa foi solicitado que os estudantes fizessem comentários sobre a atividade didática de Mapa Mental, e foram selecionados comentários para retratar a visão dos estudantes sobre a atividade:

- *Foi bom para os alunos se interagirem com o conteúdo aplicado;*
- *Foi muito bom os trabalhos feito em sala;*
- *Achei que foi uma atividade muito bacana, pois pude aprender muitas coisas que ainda não tinha conhecimento, tanto pelo meu trabalho quanto pelo trabalho dos meus colegas;*

- *Achei interessante pois formando um mapa conceitual, conseguimos analisar a visão de todos do grupo e fechar uma ideia mais universal, com vários conhecimentos e abordagens do tema;*
- *Foi interessante saber o conhecimento e noções que temos sobre a área;*
- *Deu para entender bem o assunto abordado, porém todos apresentaram o mesmo tema;*
- *A atividade proposta foi boa de uma maneira geral;*
- *Acredito que a metodologia tenha sido muito boa. Muito proveitoso, dinâmico e descomplicado. Parabéns;*
- *Legal;*
- *Bom;*
- *Gostei bastante;*
- *Bom para estimular a pesquisa;*
- *A atividade foi muito interessante, pois cada grupo expos sua visão pessoal sobre o tema, este sendo um tema novo em nosso conhecimento, assim tornando possível que a matéria supere as nossas expectativas, conforma a matéria evolui.*

A pesquisa de opinião com os estudantes também destacou alguns pontos que necessitam de uma maior atenção e consideração para aprimoramento do processo e da atividade, como os seguintes comentários que os estudantes fizeram:

- *Foi legal, porém faltou ser temas diferentes;*
- *Achei que havia pouco conteúdo para muitas pessoas apresentarem;*
- *Faltou um pouco de envolvimento do pessoal, mas pela atividade foi 10;*
- *Grupo de 6 ficou complicado. Acredito que o ideal seria no máximo 4;*
- *Faltou uma divisão específica de temas;*
- *Cada equipe poderia escolher um dos conceitos para se aprofundar sobre.*

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta atividade didática de Mapa Mental favorece o aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem, por meio da aplicação do conceito de Aprendizagem Ativa. Isto porque os estudantes são agentes ativos nesse processo, desde o momento da elaboração do mapa mental individual, passando pela elaboração em equipe dos artefatos (gráfico e texto), culminando com a apresentação em sala de aula.

Nessa atividade foram fomentados alguns conceitos do *soft skills* como o trabalho em equipe, comunicação verbal e escrita, e proporcionando autonomia no processo de ensino e aprendizagem.

Dessa forma, o objetivo primário da atividade foi alcançado, pois motivou os estudantes no aprimoramento e na busca do conhecimento, despertando-os para a pesquisa.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D.R. **A taxonomy for learning, teaching, and assessing**. New York: Longman, 2001.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. **B. Tec. Senac**, Rio de Janeiro, v. 39, n.2, p.48-67, maio/ago. 2013.

BLOOM, B.S. (Ed.). **Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals: handbook i, cognitive domain**. New York: Longman, 1956.

BOVO, V.; HERMANN, W. **Mapas mentais – enriquecendo inteligências**. Edição dos autores, 2005.

BUZAN, T. **Saber pensar**. Lisboa: Editorial Presença, 1996.

BUZAN, T.; BUZAN, B. **The mind map book: unlock your creativity, boost your memory, change your life the mind map book**. Londres: BBC Active, 2009.

ELMOR Filho, G.; *et al.* **Uma nova sala de aula é possível: aprendizagem ativa na educação em engenharia**. Rio de Janeiro-RJ: LTC, 2019.

FÁVERO, L.P.; BELFIORE, P. **Manual de análise de dados: estatística e modelagem multivariada com Excel, SPSS e Stata**. Editora Elsevier, 2017.

FONSECA, J.J.S. **Metodologia da pesquisa científica**. Apostila. Fortaleza-CE: UEC, 2002.

GERHARDT, T.E.; SILVEIRA, D.T. (Org.). **Métodos de pesquisa**. Série Educação a Distância. 1ª edição. Porto Alegre-RS: Editora da UFRGS, 2009.

PÁDUA, E.M.M. **Metodologia da pesquisa: abordagem teórico-prática**. 12ª edição. Fortaleza-CE: Papirus Editora, 2006.

PILLA JR, V.; FERLIN, E.P. Os níveis de aprendizagem da taxonomia de Bloom aplicados em uma disciplina de um Curso de Engenharia da Computação. In: XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE 2010. **Anais**. Fortaleza-CE, 2010.

PINTO, A.S.S.; *et al.* Inovação didática - projeto de reflexão e aplicação de metodologias ativas de aprendizagem no ensino superior: uma experiência com “peer instruction”. **Janus**, Lorena, ano 6, n. 15, 1jan./jul., p.75-87, 2012.

PORTILHO, E. **Como se aprende?** estratégias, estilos e metacognição. Curitiba-PR: Wak Editora, 2009.

REVANS, R. **ABC of action learning**. Farnham: Gower, 2011.

SILVESTRE, A.L. **Análise de dados e estatística descritiva**. São Paulo-SP: Escolar editora, 2007.

YEE, K. **Interactive techniques**. Disponível em: [http:// https://www.usf.edu/atle/documents/handout-interactive-techniques.pdf](http://https://www.usf.edu/atle/documents/handout-interactive-techniques.pdf). Acesso em: abril 2019, 2010.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5ª edição. Porto Alegre-RS: Bookman, 2015.

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 17/12/2020

Aline Eurich da Silva

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Ponta Grossa – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/3075925103367674>

Elis Regina Duarte

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Ponta Grossa – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/8952759210768230>

Gabriela Guilow

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Ponta Grossa – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/6461587700368832>

RESUMO: Com a recém Revolução Industrial 4.0 tornou-se necessária a atualização não somente dos meios de produção, mas também dos trabalhadores. Um novo perfil profissional vem revelando a necessidade de adquirir novas capacidades, para isso o seguinte projeto foi criado. Este projeto trata da importância da educação empreendedora ao relacionar problemas reais de uma indústria e a aptidão de desenvolver habilidades para a indústria 4.0. Em média quinze alunos de diferentes cursos participaram de encontros semanais para desenvolver novas competências, e ao final de cada dinâmica um formulário era respondido para análise do autodesenvolvimento dos participantes. Como resultado todos os

acadêmicos que permaneceram até o fim do projeto relataram, através dos formulários, que puderam aperfeiçoar algumas competências técnicas e aprender novas habilidades subjetivas, como inovação, comunicação e trabalho em equipe.

PALAVRAS-CHAVE: Indústria 4.0, Engenharia, Educação empreendedora, Habilidades subjetivas, Habilidades técnicas.

ENGINEER TRAINING FOR INDUSTRY 4.0

ABSTRACT: With the recent Industrial Revolution 4.0, it was necessary to update not only the means of production but also the workers. A new professional profile has revealed the need to acquire new skills, for which the following project was created. This project deals with the importance of entrepreneurial education in relating real problems in an industry and the ability to develop skills for industry 4.0. On average, fifteen students from different courses participated in weekly meetings to develop new skills, and at the end of each dynamic, a form was answered to analyze the participants' self-development. As a result, all the academics who stayed until the end of the project reported, through the forms, that they could improve some hard skills and learn new soft skills, such as innovation, communication and teamwork.

KEYWORDS: Industry 4.0, Engineering, Entrepreneurial education, Soft skills, Hard skills.

1 | INTRODUÇÃO

No decorrer dos últimos anos tem-se tornando perceptível a implementação de inovações na indústria, sendo estas reconhecidas como uma nova revolução industrial, ou seja, a Indústria 4.0. Com o surgimento dessa, há a necessidade de uma formação profissional que a contemple. Para isso inúmeras universidades têm aperfeiçoado seu sistema de ensino para formarem profissionais hábeis.

Ainda, com o advento dessas inovações a busca por perfis profissionais tem mudado. Capacidade de trabalhar em equipe, criatividade e comunicação são apenas algumas das exigências atuais para os profissionais 4.0. Diante dessa demanda há a necessidade de atualização por parte não somente dos próprios profissionais, mas também dos locais de ensino. As universidades precisam criar estratégias para despertar em seus alunos o espírito empreendedor, sendo estimulados por uma educação empreendedora.

Para que o aluno se torne um solucionador é preciso utilizar novas formas de ensino que deem ao aluno a oportunidade de se deparar com problemas reais e buscar formas de resolver esses problemas. Ambientes repletos de trocas e processos dinâmicos de associação e aplicação são essenciais para formar novas habilidades.

Assim, o projeto “Desenvolvendo habilidades do Engenheiro 4.0 a partir de problemas ambientais da Indústria” tem como objetivo utilizar a educação empreendedora como ferramenta de aprendizagem no desenvolvimento de habilidades requeridas nos alunos de graduação em engenharia, para se tornarem um engenheiro 4.0. Isso através de ações que envolvam problemas reais da sociedade e indústrias na temática sustentabilidade. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR.

2 | INDÚSTRIA 4.0

Segundo Aires, Moreira e Freire (2017, p.8) a primeira revolução industrial (século XVIII até XIX) teve como característica o início do uso da máquina a vapor, tirando assim o aspecto artesanal da produção. Já a segunda revolução industrial (século XIX até XX) ocorre em paralelo ao início do uso da energia elétrica, possibilitando a aceleração do processo de produção. Ainda, a terceira revolução industrial, que iniciou a partir da segunda metade do século XX é marcada pela automatização dos processos.

De acordo com Lima e Pinto (2019, p.4), a quarta revolução industrial iniciou na primeira década do século XXI, e encontra-se em constante expansão. Sendo definida não somente pela automatização dos processos, mas também por conectar os âmbitos físicos, biológicos e digitais. Possibilita ainda uma comunicação instantânea de toda a cadeia produtiva, através do processo de digitalização, criando assim uma produção em massa customizada. Dessa forma é possível observar métodos mais eficientes, gerando maior velocidade e diversidade de produção, e conseqüentemente um maior lucro.

Assim, toda revolução industrial requer um novo perfil profissional, e na revolução 4.0 não é diferente. Uma indústria tão moderna requisita habilidades e conhecimentos nunca vistos, sendo necessária uma qualificação adequada dos trabalhadores para atuarem mediante a essas novas tecnologias.

2.1 Habilidades do engenheiro na indústria 4.0

Conforme já relatado, a indústria 4.0 exige um novo perfil de trabalhador. Alta capacidade de aprendizado, inovação, elevado conhecimento técnico, são algumas das exigências. Ainda, conforme sugerem as autoras Aires, Moreira e Freire (2017, p.13):

Fica evidente que além do conhecimento técnico o profissional precisa saber colocar seu conhecimento em prática, solucionando problemas com criatividade e inovação, gerando valor para a organização em que está atuando, contribuindo para a construção da vantagem competitiva necessária para as organizações da quarta revolução industrial.

Bem como, os engenheiros são alguns dos profissionais que deverão desenvolver-se, aperfeiçoando suas habilidades subjetivas e competências técnicas. Sendo que a última pode ser aprendida e facilmente quantificada. Essas capacidades podem ser exemplificadas como certificados de cursos de graduação, proficiência em idiomas, programação, habilidades de escrita, entre outras. Assim como, podem ser escritas em currículos e facilmente comparáveis com as de outros candidatos. Os engenheiros costumam ter essas características mais acentuadas.

Já as habilidades comportamentais podem ser relacionadas a personalidade das pessoas e a forma que o indivíduo interage com os demais, sendo assim são mais difíceis de quantificar e comparar. Como as habilidades subjetivas podem ser citadas: comunicação, liderança, trabalho em equipe, percepção de urgência, proatividade, capacidade de tomar decisões, criatividade, visão geral, capacidade de resolver problemas e relacionamento interpessoal. São mais difíceis de serem observadas e desenvolvidas, porém a atual demanda da indústria acaba tornando necessário o desenvolvimento dessas habilidades nas formações de novos engenheiros. Assim, torna-se fundamental a realização de atividades que explorem e desenvolvam as habilidades anteriormente citadas.

2.2 Educação empreendedora

Quando se iniciou o ensino do empreendedorismo há mais de 70 anos nos Estados Unidos, o intuito era formar acadêmicos capazes de administrar empresas. Mas ao passar dos anos notou-se a necessidade de explorar o tema inovação, agregando maior criatividade e poder de inovação aos estudantes. Deste modo o empreendedorismo aliado a inovação tem permitido o autodesenvolvimento dos alunos, e construído uma nova visão da economia e da sociedade.

Assim, para acompanhar as evoluções da sociedade e proporcionar uma formação plena aos estudantes, uma nova forma de ensino tem sido adotada, a educação empreendedora. Esta é esclarecida por Filion (1999, p.11):

[...] por ser calcar mais na atividade do próprio aluno, numa forma mais experimental, mais prática e contextualizada no mundo real e que prepara o indivíduo para lidar com as incertezas, a falta de recursos e a indiferenciação típica do início de uma organização/iniciativa. E que incentiva a imaginação e a análise. (apud LOPES, 2010, p. 28).

Sendo assim, para o desenvolvimento dessas habilidades é necessário que os alunos entrem em contato com um ambiente de aprendizagem diferente do tradicional, onde devem ser realizadas metodologias de aprendizagem que se diferenciam das clássicas. Um ambiente que alinhe a teoria à prática encontrada nas indústrias.

Ainda, dentre as novas metodologias de aprendizagem pode-se destacar a Aprendizagem Baseada em problemas (ABP) ou “*Project-Based Learning (PBL)*”, onde nesse método é oferecido aos alunos um meio para adquirir novos conhecimentos e desenvolver as habilidades necessárias para a indústria 4.0. Segundo Masson *et al.* (2012) essa metodologia deu-se início em 1900 com o filósofo John Dewey que comprovou o “aprender mediante fazer”, assim valorizando a capacidade de pensamento dos alunos. Dessa forma os alunos gradualmente adquirem conhecimentos relativos a problemas reais.

2.3 O projeto “Desenvolvendo as habilidades do engenheiro da indústria 4.0 a partir de problemas ambientais da indústria”

Conforme já descrito acima, a atual conjuntura industrial requer engenheiros habilidosos para trabalharem em empresas inovadoras. Para isso, muitas universidades vêm atualizando suas formas de ensino para preencherem essas demandas do profissional 4.0. Entre elas, encontra-se a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Ponta Grossa, que vem proporcionando através de projetos de extensão o aperfeiçoamento dos acadêmicos para o mundo profissional moderno. Entre esses programas tem-se o projeto “Desenvolvendo habilidades do Engenheiro 4.0 a partir de problemas ambientais da Indústria”, que tem como intuito fomentar o lado profissional dos alunos que participam, ao propor dinâmicas e oficinas de resolução de problemas ambientais encontrados em diversas empresas. Esse projeto conta com uma professora orientadora e uma aluna bolsista na organização das atividades do projeto.

Assim, para melhor apresentar as habilidades desenvolvidas durante alguns encontros realizados durante o semestre, foi criada o seguinte quadro onde é possível visualizar os objetivos de cada atividade e as habilidades subjetivas e técnicas trabalhadas.

Encontro	Objetivos do encontro	Atividades realizadas	Habilidades desenvolvidas
Primeira encontro entre os participantes	Permitir que os participantes pudessem conhecer seus colegas e ter uma visão geral do projeto	Desenho que representasse suas expectativas para com o projeto	Criatividade e inovação
	Observar melhor as situações e ter capacidade de olhar as coisas de forma mais simples	"Dinâmica da colher"	Comunicação, capacidade de tomar decisões, criatividade, trabalho em equipe, visão geral, relacionamente interpessoal
Encontro de introdução aos casos de problemas ambientais	Visualizar através de vídeos como são os problemas ambientais das indústrias e pensar de forma macro e usando da engenharia 4.0 para encontrar possíveis soluções	"Dinâmica do envelope"	Comunicação, liderança, proatividade, capacidade de tomar decisões, criatividade, trabalho em equipe, visão geral, capacidade de resolver problemas e relacionamente interpessoal
Encontro para formação de equipes	Aprender sobre apresentações orais e normativas técnicas	Participante apresentou a NBR 5462	Capacidade de aprendizagem, criatividade, comunicação, aprendizagem ativa e escuta ativa
	Gerar a habilidade de trabalho em equipe e capacidade de resolução de problemas ambientais	Para a resolução dos problemas dados formaram-se equipes multidisciplinares	Analisar e resolver problemas; comunicação; inovação; conhecimento técnico; capacidade de interação com outras áreas do conhecimento; coordenação de equipe; inteligência emocional; negociação; tomada de decisão
Encontro de percepções	Desenvolver habilidades de comunicação e criatividade ao usar das percepções visuais e da escuta	"Dinâmica História X Estória"	Comunicação, capacidade de tomar decisões, criatividade, trabalho em equipe, visão geral, relacionamente interpessoal

Quadro 1 - Atividades e dinâmicas realizadas e as respectivas habilidades desenvolvidas

Fonte: dados da pesquisa

Ademais, como parte do projeto os acadêmicos foram desafiados com três casos de problemas ambientais encontrados em indústrias. Cada equipe era responsável por resolver esses problemas à medida que novas informações chegavam. Ainda, dentro das equipes os alunos estudaram mais sobre os temas de cada caso em busca de soluções, sempre realizando apresentações explicando seus exemplos e as possíveis soluções encontradas. Assim, após alguns encontros as equipes foram mescladas tornando-as multidisciplinares, e por fim todos os participantes uniram-se para encontrar as soluções para os casos dados. A seguir estão algumas informações dos casos estudados:

1-) Caso de uma indústria onde o prédio sofria com restrição de água para atender a demanda dos funcionários, da refrigeração e do resfriamento, sendo necessário em média 1800 m³ de água por mês. Sendo sugerido coletar água pluvial e tratar efluentes, diminuindo a dependência da concessionária de água.

2-) Caso de uma indústria de abate bovino que tinha problemas com a geração de poluentes após a digestão de subprodutos. Foi sugerido aos alunos trabalhar com lavador

de gases, fornalha ou biofiltro. Também foi explicado que esses equipamentos possuem problemas e falhas.

3-) Tratamento de efluentes com resíduo tóxico. Sendo aconselhado aos participantes tornar o nitrito (tóxico) em reagente limitante, isso ao controlar pH e manter a taxa de oxigênio na água alta.

Ainda, sobre o trabalho em equipe os participantes relataram que foi uma excelente experiência. Houve troca de conhecimentos e a percepção de como as pessoas veem problemas de formas diferentes, contribuindo para encontrar a melhor solução. E por fim, todos trabalharam juntos na solução dos três problemas propostos pelo engenheiro Renan Lindner, usando de balanços materiais para obter uma melhor compreensão do problema e das soluções.

Com atividades diferentes das clássicas que costumam ser realizadas em sala de aula os alunos conseguem desenvolver habilidades subjetivas e se relacionar melhor com o professor e seus colegas. Pois é proporcionado ao aluno a oportunidade de desenvolver melhor sua personalidade e sua relação com os demais, tornando-o mais independente em seu aprendizado e empreendedor do próprio conhecimento.

Por fim, o projeto foi apresentado para alunos ingressantes nos cursos da UTFPR em 2020/1 onde foi ensinado sobre indústria 4.0 e aplicado uma dinâmica para ensinar os alunos a importância de saberem lidar com seus colegas além de rótulos de aparência. Em 2020 o projeto retornou como uma disciplina optativa dentro do curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, onde foi realizado a dinâmica da colher e os alunos notaram que puderam desenvolver diversas habilidades.

3 | RESULTADOS

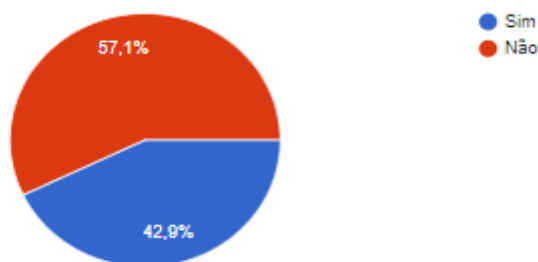


Gráfico 1: “Já havia estudado anteriormente sobre indústria 4.0?”

Fonte: dados da pesquisa

Ao questionar os acadêmicos participantes se já haviam estudado sobre indústria 4.0 foi possível observar que 57,1%, conforme gráfico 1, nunca haviam estudado esse

tema. Assim uma maioria não está familiarizada com o termo indústria 4.0 que é de extrema relevância para os futuros profissionais da indústria.

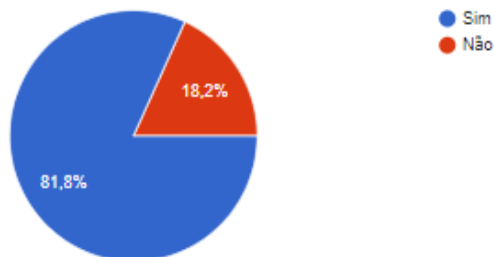


Gráfico 2: “Já havia feito dinâmicas anteriormente?”

Fonte: dados da pesquisa

Ao analisar o gráfico 2, é visível que a maioria dos alunos já haviam realizado dinâmicas anteriormente em processos seletivos, aulas e outras ocasiões. Sendo assim, já possuíam uma experiência com o modelo de aula, mostrando também que alguns professores já estão buscando trazer novas abordagens para a sala de aula.

Ainda, a seguir são apresentados dados sobre as diferentes atividades propostas e realizadas durante o projeto, onde é possível visualizar como elas proporcionaram o desenvolvimento de diversas competências aos participantes. Houve ainda uma quarta dinâmica, a “História X Estória” que não foi comparada com as demais pois foi feita posteriormente.

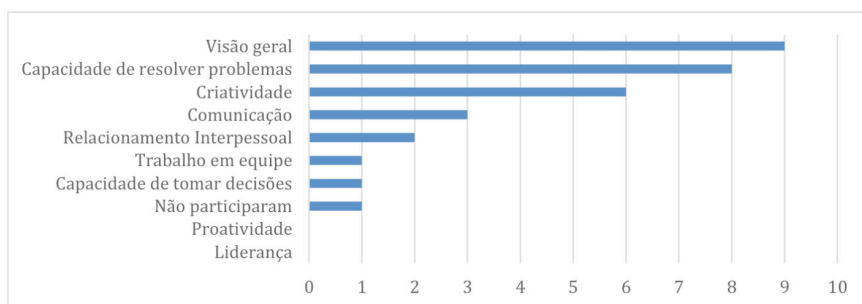


Gráfico 3: “Qual habilidade soft skill você acredita ter sido desenvolvida na dinâmica da colher?”

Fonte: dados da pesquisa



Gráfico 4: “Quais habilidades você acredita ter desenvolvido na dinâmica História X Estória?”

Fonte: dados da pesquisa



Gráfico 5: “Qual habilidade soft skill você acredita ter sido desenvolvida na dinâmica da torre?”

Fonte: dados da pesquisa

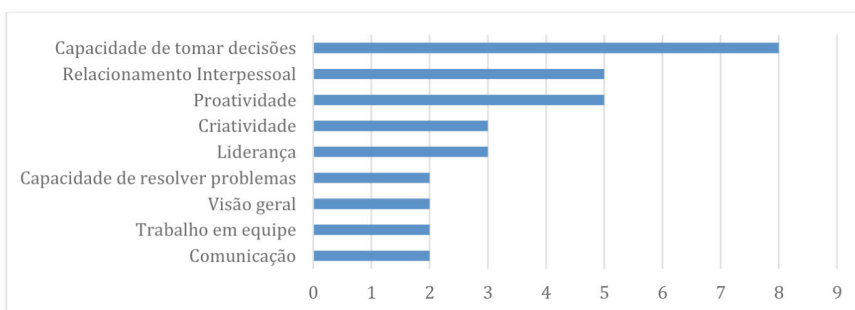


Gráfico 6: “Qual habilidade soft skill você acredita ter sido desenvolvida na dinâmica do envelope?”

Fonte: dados da pesquisa

Nos gráficos 3, 4, 5 e 6 podemos observar quais competências foram desenvolvidas ou não em cada uma das dinâmicas realizadas durante o projeto. Ficando evidente que as dinâmicas da torre e do envelope foram as responsáveis por um maior desenvolvimento das habilidades nos participantes.

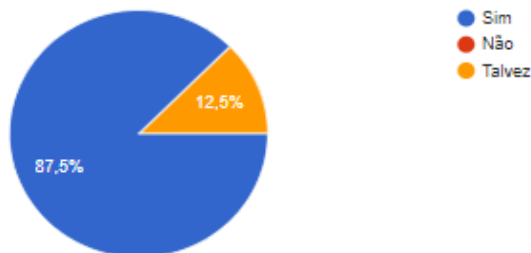


Gráfico 7: “Você acredita que uma equipe multidisciplinar auxiliou na solução do problema?”

Fonte: dados da pesquisa

Conforme o gráfico 7, 87,5 % dos alunos acredita que a formação de uma equipe multidisciplinar auxiliou na resolução dos casos. Evidenciando assim a importância de o aluno adquirir conhecimentos diversos, pois uma formação multidisciplinar o auxilia na resolução de problemas reais da indústria na função de engenheiro.

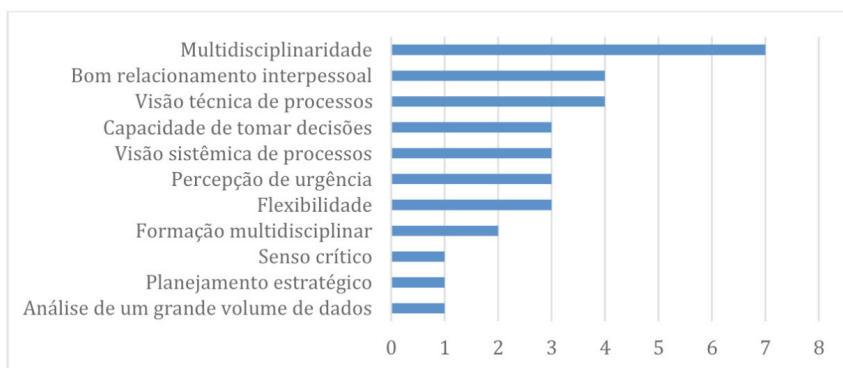


Gráfico 8: “Indique três habilidades do engenheiro 4.0 que você acredita ter desenvolvido”

Fonte: dados da pesquisa

O gráfico 8 retrata as habilidades que os alunos acreditam ter desenvolvido após o fim do primeiro semestre do projeto, sendo a habilidade mais citada a de multidisciplinaridade. Mostrando então a importância da participação de alunos de diversos cursos de engenharia,

havendo assim a aquisição de conhecimentos diferentes do que são comuns para sua área de estudos. Em um mesmo caso os alunos precisavam utilizar biotecnologia, química, mecânica e elétrica, tendo que aprender sobre aquilo que não dominam e integrar com os conhecimentos já adquiridos.

Em relação aos casos fornecidos, a primeira equipe encontrou a solução de utilizar um reservatório para armazenar a água da chuva com sensor que definiria quando deveria ser utilizada a água do reservatório e quando deveria ser utilizada a água da fornecedora de água. Já a segunda equipe encontrou a solução de unir um biofiltro com um lavador de gases, porque assim a área ocupada pelo biofiltro seria menor. Sendo necessário também escolher um ou mais microrganismos que sejam apropriados para degradação dos produtos, e por fim adicionar os nutrientes para estes microrganismos utilizados no biofiltro. E em relação ao terceiro caso, o grupo optou por utilizar dois reatores, sendo o primeiro responsável na oxidação da amônia passando para nitrato. Já no segundo reator utiliza-se bactérias nitrificantes que transformam o nitrato em nitrito, e por fim este passa para nitrogênio gasoso.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esse trabalho podemos concluir que o atual modelo industrial necessita de profissionais que possuem determinadas competências para suprir suas demandas, sendo papel das universidades e institutos de ensino preparar os futuros trabalhadores para esse mercado de trabalho. Porém tem se mostrado um desafio as instituições elaborarem atividades que fujam das clássicas, e que permitam o desenvolvimento das habilidades profissionais solicitadas. As soluções encontradas tem sido aplicar atividades como dinâmicas, apresentações, pesquisas e resoluções de casos. Sendo excelentes formas de ampliar as habilidades subjetivas relacionadas ao psicológico dos alunos, e instigando em cada um o espírito empreendedor do próprio aprendizado. Essas habilidades vão tornar o acadêmico de engenharia mais capacitado para atender as necessidades da indústria, obtendo uma visão geral das situações e apto a resolver problemas complexos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade Tecnológica Federal do Paraná- UTFPR pelo apoio financeiro recebido.

REFERÊNCIAS

AIRES, Regina Wundrack do Amaral; MOREIRA, Fernanda Kempner; FREIRE, Patricia de Sá. **Indústria 4.0: Competências requeridas aos profissionais da Quarta Revolução Industrial**. In: Anais do VII Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação, Foz do Iguaçu, 2017.

DE LIMA, Alison Gustavo; PINTO, Giuliano Scombatti. **INDÚSTRIA 4.0**. Revista Interface Tecnológica, v. 16, n. 2, p. 299-311, 2019.

FILION, Louis Jacques. **Empreendedorismo: empreendedores e proprietários-gerentes de pequenos negócios**. Revista de Administração da Universidade de São Paulo. São Paulo, v.34, n.2, p.05-28, abril/junho, 1999.

LAKER, Dennis R.; POWELL, Jimmy L. **The differences between hard and soft skills and their relative impact on training transfer**. Human resource development quarterly, v. 22, n. 1, p. 111-122, 2011.

LOPES, Rose Mary A.. **Educação Empreendedora**. Rio de Janeiro: Elviesier, 2010.

MASSON, Terezinha Jocelen et al. **Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (pbl)**. In: Anais do XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), Belém, 2012. p. 13.

MUCHACHO, Filipa D. et al. **Autopercepção das soft e hard skills em estudantes universitários: o papel dos traços de personalidade e da área de curso**. 2019. Tese de Doutorado.

SILVA, Carlos Manuel Mendes da. **Estudo das competências pessoais e interpessoais de acordo com as soft skills e hard skills nos empresários das PMEs**. 2012. Dissertação de Mestrado.

VOLPE, Waini et al. **Análise dos cursos de engenharia de produção no contexto de formação dos engenheiros para o ambiente da Indústria 4.0: Analysis of the courses of industrial engineering in the context of training of engineers for the industry 4.0 environment**. 2019.

FORMAÇÃO EM ENGENHARIA PARA A INDÚSTRIA 4.0: APRENDENDO A PROTEGER E PROSPECTAR INFORMAÇÕES DE REGISTROS DE PROGRAMAS DE COMPUTADOR

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 08/12/2020

Vinicius de Castro Cruz Alarcão

Universidade Federal Fluminense / LATEC
Mestrado em Sistemas de Gestão
Niterói – RJ
<http://lattes.cnpq.br/2724234029765214>

Cristina Gomes de Souza

CEFET/RJ – Departamento de Engenharia de
Produção
Rio de Janeiro – RJ
<http://lattes.cnpq.br/2056264615309863>

RESUMO: O advento da Indústria 4.0 traz grandes desafios para a formação em Engenharia, demandando novos conhecimentos, habilidades e competências. No escopo da Indústria 4.0, os programas de computador se tornam essenciais com diversas aplicabilidades em todos os setores da economia. Conforme apontado pelas novas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Engenharia, é preciso que os egressos estejam aptos a “pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias”, sendo capazes de “utilizar técnicas adequadas de observação, compreensão, registro e análise”. Nesse contexto, o objetivo do trabalho é mostrar como os alunos podem proteger e prospectar informações tecnológicas a partir do registro de programas de computador. A partir de pesquisa bibliográfica, documental e levantamento de dados na base do Instituto Nacional da Propriedade Industrial, esse

estudo apresenta os principais aspectos legais e procedimentos para a proteção de programas de computador, bem como, as informações que podem ser obtidas a partir de um registro de computador. Espera-se que esse trabalho possa contribuir para a inserção de práticas de monitoramento e prospecção nos currículos de engenharia de modo a estimular a identificação de tendências e potenciais tecnologias a serem desenvolvidas.

PALAVRAS-CHAVE: Prospecção tecnológica, Programas de computador, Ensino de engenharia.

ENGINEERING TRAINING FOR INDUSTRY 4.0: LEARNING TO PROTECT AND PROSPECT INFORMATION FROM COMPUTER PROGRAM RECORDS

ABSTRACT: The advent of Industry 4.0 brings great challenges for engineering education, demanding new knowledge, skills and competences. In the scope of Industry 4.0, computer programs become essential with diverse applications in all sectors of the economy. As pointed out by the new National Curricular Guidelines for Engineering Courses, the engineers must be able to “research, develop, adapt and use new technologies”, being able to “use appropriate techniques of observation, understanding, recording and analysis”. Within this context, the objective of the work is to show how students can protect and prospect technological information from the registration of computer programs. Based on bibliographic, documentary research and data collection at the base of the National Institute of Industrial Property, this study presents the main legal

aspects and procedures for the protection of computer programs, as well as the information that can be obtained from a computer registry. It is hoped that this work can contribute to the insertion of monitoring and prospecting practices in the engineering curricula in order to stimulate the identification of trends and potential technologies to be developed.

KEYWORDS: Technological prospecting, Computer program, INPI, Engineering education.

1 | INTRODUÇÃO

Vivenciamos hoje a chamada 4^a. Revolução Industrial, também conhecida como Indústria 4.0, trazendo novas tecnologias como robótica avançada, inteligência artificial, Internet das Coisas (IoT), impressão 3D, Big Data, computação em nuvem, manufatura híbrida, novos materiais e etc. A incorporação dessas novas tecnologias na produção de bens e serviços e na vida cotidiana das pessoas, vem provocando grandes transformações no mundo do trabalho e na sociedade como um todo (CNI, 2017).

Essa nova era da Indústria 4.0 demanda pessoas altamente qualificadas na área tecnológica, trazendo um grande desafio para a formação em Engenharia. Segundo Onar et al. (2018), são necessárias novas funções multifuncionais com diferentes conhecimentos e habilidades, capazes de combinar tecnologia da informação e conhecimento de produção. Os autores acrescentam que, diante desse novo cenário, as universidades e seus departamentos de engenharia têm um papel vital no atendimento a essa necessidade.

Diante desse cenário, as novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCNs), instituídas através da Resolução CNE/CSE N° 2, de 24 de abril de 2019, estabelece o perfil e um conjunto de competências esperadas dos egressos dos cursos de engenharia do país. Dentre as várias competências relacionadas, as DCNs apontam que é preciso que os egressos estejam aptos a “pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias”, sendo capazes de “utilizar técnicas adequadas de observação, compreensão, registro e análise”. Assim sendo, é preciso que os futuros engenheiros sejam capazes de buscar novos conhecimentos a partir da identificação, coleta e processamento de informações que lhes permitam identificar tendências tecnológicas e orientar a tomada de decisão. Em outras palavras: é necessário que os futuros profissionais saibam monitorar e prospectar novas tecnologias.

Nesse contexto da Indústria 4.0, as chamadas tecnologias de informação e comunicação (TICs) passaram a exercer um papel bastante relevante, fornecendo toda a estrutura necessária em termos de processamento e transmissão de informações que tornam possíveis, e cada vez mais eficientes, estes fenômenos tecnológicos (TOKDEMIR ET AL, 2017). As TICs são subdivididas em três partes: *hardware*, *software* e interconectividade. O *hardware* envolve todos os componentes físicos dos instrumentos de comunicação, sendo responsáveis pelas entradas e saídas de dados e por dar condições de funcionamento aos *softwares*. Já os *softwares* são a parte digital, inteligente, caracterizada, sobretudo pelos programas de computador e aplicativos de dispositivos móveis, que recebem as informações

e as processa de modo conveniente de acordo com o seu propósito programado. Por fim, a interconectividade, representada pela *internet*, é o meio através do qual se permite o deslocamento dessas informações processadas nos *softwares*, e, com isso, boa parte da rede de comunicações mundial (AGUILERA-CASTRO; FAJARDO; RODRIGUEZ, 2017).

Os programas de computador, que são o foco desse trabalho, podem ser protegidos legalmente através de direitos de propriedade intelectual (FERES; OLIVEIRA; GONÇALVES, 2017). No Brasil, existe uma lei específica sobre a proteção de programas de computador, sendo o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) o órgão responsável pela concessão de seus registros no país. Essa autarquia federal, também responsável pelas questões relacionadas à propriedade industrial, possui uma base de dados contendo informações sobre os registros realizados, que podem ser acessadas de forma gratuita, irrestrita e com o máximo grau de transparência e confiabilidade.

Os registros contidos nesta base constituem uma fonte extensa de dados pouco explorados. A partir deles, é possível prospectar uma série de informações que podem ser utilizadas de forma estratégica para mapear os tipos de programas existentes, tendências tecnológicas, linguagens de programação utilizadas, campos de aplicação e também fornecedores e desenvolvedores dos programas disponíveis.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho é mostrar como os alunos dos cursos de engenharia podem proteger e prospectar informações tecnológicas a partir do registro de programas de computador. Primeiramente é apresentada, de forma sucinta, a importância do monitoramento e da prospecção tecnológica. Na sequência é abordada a proteção dos programas de computador no Brasil pontuando os principais aspectos da legislação e os procedimentos para obtenção do registro. Por fim, são apresentadas quais informações podem ser obtidas e como coletar essas informações a partir dos pedidos de registro feitos no INPI.

Espera-se que esse trabalho possa contribuir para a inserção de práticas de monitoramento e prospecção nos currículos de engenharia de modo a estimular a inovação e o empreendedorismo a partir da identificação de tendências e potenciais tecnologias a serem desenvolvidas

2 | IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO E PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA

Kupfer e Tigre (2004, p.17) definem a prospecção tecnológica como “um meio sistemático de mapear desenvolvimentos científicos e tecnológicos futuros capazes de influenciar de forma significativa uma indústria, a economia ou a sociedade como um todo”. Esse mapeamento, para Coelho (2003), ocorre através de um meticuloso processo que visa antecipar e compreender potencialidades, curvas evolutivas, propriedades e consequências das transformações tecnológicas, se focando, nas etapas de invenção, inovação, adoção e uso.

Segundo Coelho (2003), o primeiro ponto a ser destacado no processo de prospecção tecnológica é o fato desta ser uma ferramenta bastante eficaz para se visualizar o estado-da-arte em algum dado segmento de tecnologia. Isso possibilita na prática, entre outras coisas, a identificação de um lastro evolutivo dos acontecimentos, a análise de potenciais tendências mercadológicas e a detecção de aspectos a serem aprimorados em cada nova geração.

Amparo, Ribeiro e Guarieiro (2012, p.6) ressaltam que os estudos de prospecção tecnológica se tornaram mecanismos essenciais para cientistas, instituições de ensino e organizações conduzirem esforços e recursos em detrimento da pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias. Nesse sentido, segundo os autores, eles viabilizam a identificação de “tecnologias relevantes, parceiros, concorrentes no mercado, rotas tecnológicas, inovações, investimentos, processos, produtos, fusões e aquisições, dentre outras.”

Teixeira (2013, p.15) adiciona que hoje em dia a prospecção é “parte integrante do processo de gestão tecnológica”. Tal fato permite, não apenas a constatação de um panorama geral das tecnologias, como também a previsão de potenciais impactos futuros (sociais, econômicos, ambientais e institucionais) associados às inovações emergentes.

Outro ponto salientado na literatura por De Lima (2019) foca na aplicação deste processo para a área de registros de proteções de propriedades intelectuais. Os bancos de dados que guardam esses registros, na maioria das vezes, são fontes gratuitas disponibilizadas online para buscas de conteúdo. Ou seja, qualquer um pode ter acesso irrestrito, monitorar e construir um estudo prospectivo gratuitamente baseado nos dados dos registros. Além de todos os benefícios já mencionados, o autor completa afirmando que a análise desses documentos pode trazer um maior conhecimento sobre a concorrência, estimulando a ampliação de inteligência competitiva e outras vantagens.

Todos estes elementos juntos, conclui Amparo, Ribeiro e Guarieiro (2014), constituem exemplos de alguns dos alicerces para a principal finalidade da prospecção tecnológica: a grande capacidade de apoio ao processo decisório, dando base para a formulação de estratégias de ação. No final, será este fator que levará instituições e criadores à conquista de uma maior notoriedade científica e, muitas das vezes, resultados mais eficazes.

3 | A PROTEÇÃO DOS PROGRAMAS DE COMPUTADOR NO BRASIL

A proteção dos programas de computador constitui um direito de propriedade intelectual, sendo reconhecido como uma manifestação da criação humana. De modo geral, pode-se dizer que a propriedade intelectual se divide em três modalidades: propriedade industrial; proteção *sui generis* e direito autoral (ARAÚJO *et al*, 2010). A propriedade industrial abrange os direitos relativos a marcas, desenhos e segredos industriais, indicações geográficas e patentes. A proteção *sui generis* engloba questões relacionadas aos conhecimentos tradicionais, cultivares e topografias de circuitos integrados. Por sua

vez, a proteção referente a direitos autorais tratam dos direitos de autor e direitos conexos, englobando também, os direitos sobre programas de computador. Essas relações podem ser visualizadas na Figura 1.

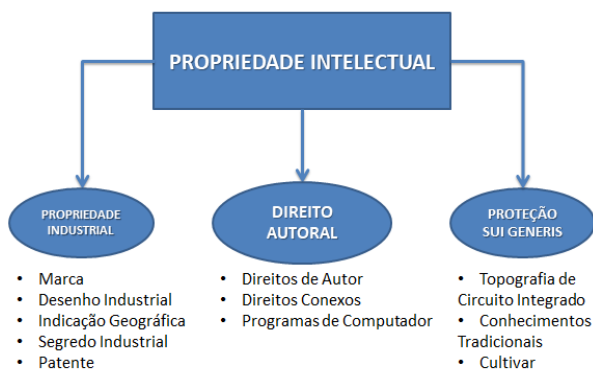


Figura 1: Modalidades da propriedade intelectual brasileira.

Fonte: Adaptado de Araújo et al. (2010)

Embora reconhecido como um direito autoral, a proteção dos programas de computador encontra-se especificada em legislação própria (Lei 9609/98), que apresenta a seguinte definição:

Programa de computador é a expressão de um conjunto organizado de instruções em linguagem natural ou codificada, contida em suporte físico de qualquer natureza, de emprego necessário em máquinas automáticas de tratamento da informação, dispositivos, instrumentos ou equipamentos periféricos, baseados em técnica digital ou análoga, para fazê-los funcionar de modo e para fins determinados (PLANALTO, 2020, p.1).

No Brasil, o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) é a autarquia federal, vinculada ao Ministério da Economia, responsável pela concessão e regulação dos registros relacionados à proteção dos programas de computador.

3.1 Legislação brasileira

Os programas de computador possuem uma legislação específica. Trata-se da Lei 9609 de 1998, também conhecida como Lei do Software, que é composta por dezesseis artigos, distribuídos em seis capítulos: (i) Disposições preliminares (definição do conceito de programa de computador); (ii) Proteção aos direitos de autor e do registro; (iii) Garantias aos usuários de programas de computador; (iv) Contratos de licença de uso, de comercialização e de transferência de tecnologia; (v) Infrações e Penalidades; e (vi) Disposições finais (PLANALTO, 2020).

Como o Brasil é signatário da Convenção de Berna que trata dos direitos autorais, os estrangeiros domiciliados no exterior os mesmos direitos dos brasileiros, desde que a recíproca seja a mesma por parte do país de domicílio do estrangeiro quanto aos brasileiros.

Por serem enquadrados como direito autoral, não existe a obrigatoriedade do registro para proteção dos programas de computador. No entanto, esse registro pode ser fundamental para comprovar a autoria no caso de disputas judiciais envolvendo litígios relacionados à concorrência desleal, pirataria, cópias não autorizadas e outros. O registro, portanto, confere maior segurança jurídica para os desenvolvedores e detentores do direito de exploração desse ativo de propriedade intelectual. Acrescenta-se que, em situações específicas, o registro pode vir a ser uma exigência para negociações, cessões e contratos de licenciamentos.

3.2 Procedimentos para proteção

O INPI, como o órgão federal encarregado por gerir a questão dos registros destinados à proteção intelectual dos programas de computador (RPC) no Brasil previsto pelo Decreto nº 2.556/98, estabelece uma sequência de procedimentos e etapas que devem ser completamente seguidos por qualquer requerente que vise conquistar tal direito autoral sobre uma dada obra.

Os presentes procedimentos adotados pelo INPI são derivados da publicação na Instrução Normativa nº 071 de 2017, que teve como objetivo reduzir a utilização de solicitações feitas em papel, as substituindo por um novo sistema eletrônico e automatizado de dados. Dessa maneira, a partir da data prevista nessa instrução, toda a documentação técnica necessária passou a ser enviada digitalmente a partir de arquivos PDF e formulários eletrônicos.

O site institucional do INPI possui uma aba específica para programas de computador com um guia instrutivo para os demandantes de RPC. Nele, constam cinco etapas: a) Entenda; b) Prepare a documentação; c) Pague a Guia de Recolhimento da União (GRU); d) Inicie o pedido; e) Acompanhe.

A primeira etapa visa eliminar potenciais dúvidas que surjam sobre alguns componentes do processo e/ou elaborações jurídicas. Aqui se pode ter acesso, entre outras coisas, ao manual completo do usuário que explica detalhadamente todos os termos e conteúdos úteis, a um passo a passo guiado com as imagens das páginas de registro no sistema e as legislações específicas referentes, disponibilizadas dentro do site do Planalto (2020).

Em seguida, há o período de preparo da documentação técnica. Nesse momento, o guia determina aos requerentes realizarem a criptografia do texto ou arquivo com o código-fonte do programa, utilizando algum algoritmo que permita sua transformação em um resumo digital *hash*, o qual, por sua vez, irá ser posteriormente anexado junto ao formulário eletrônico *e-Software*. Esse recurso criptográfico é de extrema importância, pois

se configura como uma prova eletrônica de que a obra não sofreu alterações durante a análise do registro, certificando assim sua originalidade e integridade.

Para pagar a GRU, última etapa de preparação antes do início do pedido do registro, é preciso primeiramente possuir um cadastro na plataforma e-INPI. Nesse cadastro constarão as principais informações pessoais do solicitante, que deverá consentir com o termo de adesão ao sistema. Após isso, ele poderá selecionar o serviço correspondente (Pedido de Registro de Programa de Computador – RPC 730), emitir e efetuar o pagamento. Atualmente, a taxa cobrada pelo serviço está em R\$ 185,00 (dados de julho de 2020).

Uma observação sobre o processo do RPC é que ele pode ser realizado tanto pelo próprio demandante, como através de um procurador representante.

Na quarta etapa, o pedido será iniciado. Uma vez a GRU paga, o outorgante poderá acessar o domínio de peticionamento eletrônico para preencher o formulário *e-Software*. Nele, os dados do titular(es) do RPC deverão estar completamente inseridos – eles são puxados automaticamente do próprio de cadastro do e-INPI. Em seguida, irão ser adicionados as informações dos autores e os dados do programa (data de publicação e de criação, título, linguagem de programação, campo de aplicação e tipo de programa. Por último, o demandante juntará o resumo digital *hash* do programa, o documento de derivação autorizada (caso aplicável) e a declaração de veracidade (documento único emitido após a geração da GRU que declara através de assinatura digital a autenticidade das informações ali contidas).

Finalizado tudo, resta o acompanhamento do processo. Há duas maneiras para isso: na base do site oficial do INPI e na Revista da Propriedade Industrial (RPI). O certificado do registro estará disponível nesses dois locais. O prazo para publicação é de até dez dias úteis.

4 | METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de natureza descritiva e metodológica. Descritiva no que tange a descrever os aspectos relacionados à contextualização da problemática, fundamentação sobre a importância da prospecção tecnológica e de aspectos relacionados à proteção dos programas de computador. Metodológica no que se refere a relacionar as informações que podem ser obtidas a partir de um pedido de registro de programa de computador no INPI e mostrar como essas informações podem ser obtidas.

Como procedimentos de pesquisa, esse estudo foi desenvolvido a partir de pesquisa bibliográfica, documental e levantamento de dados na base do INPI. A pesquisa bibliográfica foi utilizada na fundamentação teórica; a pesquisa documental se concentrou na legislação que rege os direitos autorais e a proteção dos programas de computador. Por fim, o levantamento foi feito na base de dados do INPI a fim de mostrar como as informações podem ser obtidas a partir de um registro realizado.

5.1 PROSPECÇÃO DE REGISTROS DE PROGRAMAS DE COMPUTADOR

Essa seção visa mostrar como monitorar e prospectar informações a partir dos pedidos de registro de softwares realizados no INPI identificando as informações que podem ser obtidas e como fazer para obtê-las.

5.1 Que informações podem ser obtidas?

Os registros de programas de computador submetidos ao INPI carregam uma lista de informações específicas que juntas identificam o objeto a ser protegido. Elas funcionam como uma “etiqueta” e oferecem um panorama completo sobre aspectos relacionados à criação do software, estrutura de construção, titulação de direitos, datas e possíveis aplicações. As informações que podem ser obtidas a partir dos pedidos de registro de softwares realizados no INPI encontram-se relacionadas no Quadro 1.

Informação	Permite identificar...
Quando foi depositado?	Evolução dos registros ao longo do tempo. Tendências de desenvolvimento dos programas.
Quem desenvolveu?	Competências na área visando parcerias e possibilidades de contratação de pessoas.
Quem possui os direitos?	Fornecedores do programa visando comercialização e novos negócios.
Qual a linguagem?	Tendências de linguagens de programação. Possibilidades de interfaces com outros programas.
Qual a aplicabilidade?	Setores para os quais foi desenvolvido. Utilização do programa.
Qual a finalidade?	Natureza do programa. O que o programa faz.

Quadro 1. Informações obtidas a partir do registro de programa de computador.

Fonte: Produção própria.

5.2 Como obter as informações?

Há dois lugares onde os pedidos de registros de programas de computador podem ser acessados: (1) na Revista de Propriedade Industrial - RPI que é publicada pelo próprio INPI; e (2) na base digital do site da instituição, através de um mecanismo de busca – onde é possível acessar na íntegra o documento original do certificado de registro.

Seja através da RPI ou da base de buscas encontram-se disponibilizadas as seguintes informações: número do processo; título do programa; titular(es) dos direitos; criador(es) do programa; linguagem(ns) de programação utilizada(s); campo de aplicação; tipo de programa; e data da criação. Além destas, o documento original, acessível por busca, conta ainda com outros dados como: data da publicação e algoritmo *hash* junto a seu resumo digital.

De todos os itens do registro, apenas dois são delimitados com classificações pré-fixadas pelo INPI: o campo de aplicação e o tipo de programa.

Os campos de aplicação são divididos em 35 áreas, cada qual com um número específico de subáreas, totalizando 226 ao todo. Um exemplo de classificação por área das pode ser visto no Quadro 2.

CC01-Construção	(construção civil: habitacional, comercial, industrial: construção industrializada ou pré-fabricada);
CC02-Proc Const	Processo Construtivo (tradicional, convencional, misto, evoluído, cantaria, adobe, alvenaria, concreto, máquina de construção, equipamento para construção);
CC03-Org Constr	Organização da construção (licitação de obra, custa da construção, memorial descritivo de obra, gerência de projeto de construção, execução da obra, fiscalização de obra, racionalização da construção, coordenação dimensional, coordenação modular, suprimento de obra);
CC04-Obra Públ	(engenharia civil, engenharia de avaliações, contrato de obra pública, licitação de obra pública, obra de grande porte, obra de arte; como engenharia civil);

Quadro 2. Exemplo de classificação e códigos de campo de aplicação.

Fonte: INPI (2020a)

Por outro lado, os tipos de programas abrangem 18 grupos que se estratificam em 97 itens. Um exemplo desse tipo de classificação pode ser visto no Quadro 3.

AT01-Automação	Automação
AT02-Atm Escri	Automação de Escritório
AT03-Atm Comerc	Automação Comercial
AT04-Atm Bancar	Automação Bancária
AT05-Atm Indust	Automação Industrial
AT06-Contr Proc	Controle de Processos

Quadro 3. Exemplo de classificação e código de tipo de programa.

Fonte: INPI (2020b)

Todos os registros de programas de computador aprovados são publicados tanto na base digital de dados no site do INPI quanto na Revista da Propriedade Industrial (RPI). A base digital de dados do site, é possível ser acessada a partir da aba de programas de computador. A opção “busca”, oferece alguns recursos de busca, como filtros por palavras-chave (expressões exatas, palavras aproximadas, qualquer uma das palavras, todas as palavras), e número do processo de registro, permitindo a procura por título dos programas, nome do titular, nome do autor e CPF/CNPJ do titular e CPF do autor. Infelizmente, devido sua interface estar em desenvolvimento, esta base não comporta ainda buscas avançadas

que permitiriam filtrar outros campos de dados nos registros, facilitando mais a prospecção tecnológica na plataforma. A Figura 2 mostra a tela dessa busca.

The image shows the search interface of the Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). At the top, there is a navigation bar with the Brazilian flag and the text 'BRASIL', followed by 'Acesso à informação', 'Participe', 'Serviços', 'Legislação', and 'Canais'. Below this is the INPI logo and the text 'Instituto Nacional da Propriedade Industrial' and 'Ministério da Economia'. The main heading is 'Consulta à Base de Dados do INPI'. There are links for '[Início | Ajuda? | Login | Cadastre-se aqui.]'. Below the heading, there is a section for 'PESQUISA PROGRAMA DE COMPUTADOR'. The search criteria are: 'Contenha o Número do Pedido' (with a search box and a help icon), 'Contenha todas as palavras' (with a dropdown menu and a search box), and 'no Título do Programa' (with a dropdown menu and a help icon). There is also a field for 'Nº de Processos por Página : 20' with a dropdown arrow. At the bottom of the search section, there are two buttons: 'pesquisar >' and 'limpar'. Below the search section, there is the address 'Rua Mayrink Veiga, 9 - Centro - RJ - CEP: 20090-910' and the logo 'Fale conosco'.

Figura 2: Tela da busca de registros de programas de computador no site do INPI.

Fonte: INPI (2020c)

Com os resultados obtidos a partir dessa tela de busca, é possível ter acesso aos documentos dos registros de programa de computador a partir dos quais as informações poderão ser extraídas.

6 | CONSIDERAÇÃO FINAIS

Com a constante evolução das TICs no mundo atual, informações tecnológicas estão cada vez mais acessíveis a todos. Os engenheiros, como atores centrais do processo de produção de tecnologia, devem buscar monitorar e prospectar informações tecnológicas de modo a identificar tendências e oportunidades de novas tecnologias a serem desenvolvidas.

A prospecção de informações a partir de registros de computador - ou outras fontes de informação tecnológica como patentes, deveria ser uma prática incentivada nos cursos de graduação em engenharia. Afinal, as informações obtidas a partir desses levantamentos são estratégicas para tomadas de decisão sendo bastante úteis em diversos momentos durante a concepção de novos *softwares*. Em primeiro lugar, os profissionais teriam uma ferramenta que permitiria verificar a originalidade de possíveis ideias de modo a evitar a duplicação de esforços no desenvolvimento de um programa já protegidos, bem como, infringir direitos de terceiros. Acrescenta-se que esse monitoramento também é de grande

valia para a identificação de gaps tecnológicos e, conseqüentemente, para o surgimento de novas ideias capazes de gerar inovações atendendo as demandas pela sociedade. Por fim, esse exercício prospectivo desenvolve competências e estimula o interesse pela inteligência competitiva, o que influencia no desenvolvimento de tendências de mercado e constante atualização das tecnologias presentes.

Assim, o intuito deste artigo foi apresentar as características e benefícios relacionados aos registros de programas de computador de forma a contribuir para sua disseminação na sociedade como um valioso canal prospectivo tecnológico, mirando estimular a maior adoção desta prática por instituições.

REFERÊNCIAS

AGUILERA-CASTRO, A.; FAJARDO, G. P. A.; RODRIGUEZ, O. J. S. **Las TIC en la formulación estratégica de las pymes de Santiago de Cali** – Colombia. *Entramado*, v. 13, n. 1, p. 102–111, 2017.

AMPARO, K. K. D. S.; RIBEIRO, M. C. O.; GUARIEIRO, L. L. N. **Estudo de caso utilizando mapeamento de prospecção tecnológica como principal ferramenta de busca científica**. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v. 17, n. 4, p. 195–209, 2012.

ARAÚJO, E. F. *et al.* **Propriedade intelectual: Proteção e gestão estratégica do conhecimento**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 1–10, 2010.

CNI - Confederação Nacional das Indústrias. **Oportunidades para a indústria 4.0: aspectos da demanda e oferta no Brasil**. Brasília: CNI, 2017.

COELHO, G. M. **Prospecção tecnológica: metodologias e experiências nacionais e internacionais**. Projeto CTPetro Tendências Tecnológicas: Nota Técnica 14. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia, 2003.

DE LIMA, Edilson Ponciano. **Protótipo de Programa de Computador Para Monitoramento de Depósito de Patentes a Partir da Base do INPI**. 2019. 73 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019.

FERES, M. V. C.; OLIVEIRA, J. V. DE; GONÇALVES, D. D. **Robin Hood às avessas: software, pirataria e direito autoral**. *Revista Direito GV*, v. 13, n. 1, p. 69–94, 2017.

INPI (a): **Documento de classificação Campos de Aplicação**. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/assuntos/programas-de-computador/campo_de_aplicacao.pdf/view>. Acesso em 25 jul 2020.

INPI (b): **Documento de classificação Tipos de Programas**. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/assuntos/programas-de-computador/tipos_de_programa.pdf/view>. Acesso em 25 jul 2020.

INPI (c): **Banco de dados INPI**. Disponível em: <<https://www.gov.br/inpi/pt-br>>. Acesso em: 25 jul. 2020.

KUPFER, David; TIGRE, Paulo Bastos. **Prospecção Tecnológica**. In CARUSO, Luiz Antônio Cruz; TIGRE, Paulo Bastos: (org.). *Modelo SENAI de prospecção: Documento Metodológico*. 1ª ed. Montevideo: Cinterfor/OIT, 2004. p. 17-36.

ONAR, Cevik S. *et al.* **The Changing Role of Engineering Education in Industry 4.0 Era**. In: *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation*. Springer Series in Advanced Manufacturing. Springer, Cham: 2018.

PLANALTO: **Lei nº 9.609/98**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9609.htm. Acesso em 26 jul 2020.

SOUZA, C. G.; AGUIAR, R. A. A.; MENDES, H. S. **Como usar documentos de patentes como fonte de informações tecnológicas**. COBENGE. 2010.

TEIXEIRA, L. P. **Prospecção Tecnológica: importância, métodos e experiências da Embrapa Cerrados**. Embrapa Cerrados, p. 34, 2013.

TOKDEMIR, G. *et al.* **Adoption of e-government services in Turkey**. *Computers in Human Behavior*, v. 66, p. 168–178, 2017.

CONTRIBUIÇÃO DO ENSINO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO À ERRADICAÇÃO DA FOME

Data de aceite: 01/03/2021

Carlos Roberto Franzini Filho

Departamento de Engenharia de Produção
Universidade Anhembi Morumbi
São Paulo – SP

Adilodorne Nogueira Souza Filho

Departamento de Engenharia de Produção
Universidade Anhembi Morumbi
São Paulo – SP

Alexandre Tavares Soares

Departamento de Engenharia de Produção
Universidade Anhembi Morumbi
São Paulo – SP

Andreza Benatti B. Cassettari

Departamento de Engenharia de Produção
Universidade Anhembi Morumbi
São Paulo – SP

RESUMO: A discussão em torno de iniciativas para a erradicação da fome tem sido abordada, ainda que de forma tímida, dentro das Instituições de Ensino Superior. Atualmente o Brasil enfrenta o desafio em superar a dualidade em ser um dos países mais ricos em recursos naturais do mundo e ao mesmo tempo registrar elevados índices de fome e pobreza. Observa-se como missão de uma IES, prover uma educação de alta qualidade, formando líderes e profissionais capazes de responder às demandas do mundo globalizado e contribuir para o progresso socioambiental com espírito empreendedor e valores éticos. Dentro

desta abordagem, o objetivo deste trabalho é descrever como o ensino em engenharia pode contribuir com a erradicação da fome em alinhamento com o objeto de desenvolvimento sustentável #2 previsto na Agenda 2030 da ONU. Para atingir ao objetivo proposto, realizou-se uma pesquisa teórico/conceitual a partir da arrecadação de alimentos na Semana da Engenharia proposta pela Coordenação do Curso de Engenharia de uma IES. Esta Semana de Engenharia disponibiliza aos discentes: palestras, minicursos, visitas técnicas e atividades práticas. Espera-se que as informações geradas a partir da realização deste trabalho, possam contribuir como um instrumento de incentivo para as políticas de erradicação da fome conforme previsto no objetivo #2 da Agenda 2030 da ONU. Sugere-se a replicação desta iniciativa de arrecadação de alimentos em outros eventos universitários para os outros cursos ofertados pela IES, bem como para outras instituições de ensino superior, públicas ou privadas.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino em Engenharia, Erradicação da fome, Responsabilidade socioambiental, Semana da Engenharia, Instituição de Ensino Superior (IES).

CONTRIBUTION FROM PRODUCTION ENGINEERING EDUCATION TO HUNGER ERADICATION

ABSTRACTS: The discussion related to initiatives to eradicate hunger has been approached, albeit in a timid way, within Higher Education Institutions. Currently, Brazil faces the challenge of overcoming the duality of being one of the country's richest in natural resources in the world

and at the same time registering high rates of hunger and poverty. It is observed that the mission of an HEI is to provide high quality education, forming leaders and professionals capable of responding to the demands of the globalized world and contributing to socio-environmental progress with an entrepreneurial spirit and ethical values. Within this approach, the aim of this paper is to describe how engineering education can contribute to the eradication of hunger in alignment with the sustainable development object # 2 foreseen in the UN Agenda 2030. To achieve the proposed objective, a theoretical / conceptual research was carried out from the collection of food during Engineering Week proposed by the Coordination of the Engineering Course from HEI. This Engineering Week offers to students: lectures, short courses, technical visits and practical activities. It is hoped that the information generated from the performance of this work, can contribute as an incentive instrument for the eradication policies of the form as foreseen in objective # 2 from UN Agenda 2030. It is suggested to replicate this food collection initiative in other university events for the other courses offered by HEI, as well as other institutions of higher education, public or private.

KEYWORDS: Engineering education, Hunger eradication, Socio-environmental responsibility, Engineering week, Higher Education Institution (HEI).

1 | INTRODUÇÃO

A discussão em torno de iniciativas para a erradicação da fome tem sido abordada, ainda que de forma tímida, dentro das Instituições de Ensino Superior (IES). Atualmente o Brasil enfrenta o desafio em superar a dualidade em ser um dos países mais ricos em recursos naturais do mundo e ao mesmo tempo registrar elevados índices de fome e pobreza. Observa-se como missão de uma IES, prover uma educação de alta qualidade, formando líderes e profissionais capazes de responder às demandas do mundo globalizado e contribuir para o progresso social e ambiental com espírito empreendedor e valores éticos.

Os cursos de Engenharia no Brasil foram iniciados em meados do século XX, na Escola Politécnica da USP e atualmente, de acordo com o Censo de Educação Superior no Brasil, a educação encontra-se em processo de crescimento acelerado e possui um elevado número de instituições de ensino em engenharia (OLIVEIRA, 2005). Dentre as engenharias, o Engenheiro de Produção é o profissional responsável por gerenciar os recursos materiais, financeiros e humanos sendo capaz de atuar tanto na área técnica quanto na área estratégica de uma organização (FLEURY e FLEURY, 2001).

Atualmente, é possível observar uma grande preocupação das empresas e universidades em conceber as competências necessárias para a formação de um engenheiro. Segundo Rodrigues (2018), o desenvolvimento de competências e habilidades voltadas à sustentabilidade e responsabilidade social a partir da participação dos discentes em projetos de desenvolvimento socioambiental sustentável, é considerada relevante e inovadora, além de contribuir como um diferencial para empregabilidade no mercado de trabalho.

No Brasil, observa-se uma força tarefa da ONU a partir de sua Agenda 2030 que prevê em seu objetivo de desenvolvimento sustentável número 2, acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável. Dentro deste cenário, as Instituições de Ensino Superior podem contribuir com a formação de cidadãos pensantes, críticos e reflexivos, além de promoverem educação e desenvolvimento sustentável em suas ações.

Para Franzini Filho (2019), a sociedade civil espera que os Engenheiros egressos dos cursos de Engenharia sejam capazes de harmonizar os negócios com pessoas e meio ambiente.

É esperado que estes mesmos discentes também sejam capazes de gerar e/ou influenciar decisões, planos, metas e ações governamentais (seja no nível nacional, estadual ou municipal) voltado para a resolução de problemas de interesse público ou para melhoria das condições de vida da sociedade em suas áreas de atuação. Rodrigues (2018) destaca que os discentes acreditam ser positiva a iniciativa da Coordenação do curso de Engenharia propor a participação dos discentes em projetos práticos de desenvolvimento sustentável e isso fortalece a manutenção e continuidade dos projetos vigentes.

A Semana da Engenharia é realizada semestralmente para os cursos de Engenharia de uma IES. Nesta semana são ofertados aos alunos: a realização de minicursos, palestras e treinamentos com o objetivo de capacitá-los para atuação no mercado de trabalho. Para a edição da Semana da Engenharia do segundo semestre de 2019, foi proposta a arrecadação de alimentos para as inscrições nos eventos propostos para os discentes do curso de Engenharia de Produção.

A partir das considerações iniciais, este artigo propõe-se a descrever como o ensino em engenharia pode contribuir com a erradicação da fome em alinhamento com o objeto de desenvolvimento sustentável #2 previsto na Agenda 2030 da ONU.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir está apresentado o referencial teórico considerado para a realização deste trabalho no que diz respeito a erradicação da fome e ensino sustentável em engenharia.

2.1 Erradicação da fome

A sociedade contemporânea precisa se sensibilizar no que diz respeito ao combate à fome e ao desperdício de alimentos. De acordo com o relatório das Organizações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (2018), há hoje no mundo 820 milhões de pessoas sofrendo com desnutrição crônica enquanto 1,4 bilhões de pessoas estão acima do peso.

No Brasil, é possível observar o esforço da ONU para atingir os 17 objetivos propostos para o desenvolvimento sustentável previstos em sua Agenda 2030 ilustradas na Figura 1. Dentre estes objetivos, observa-se o objetivo de desenvolvimento sustentável #2

que consiste em acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável.

O Estado possui papel fundamental no combate a fome. Fome e pobreza são problemas complexos e que necessitam de uma pluralidade de políticas públicas e iniciativas das empresas privadas e sociedade como um todo. O Quadro 1 descreve as principais políticas públicas de combate a fome atualmente no Brasil.

Aspecto	Descrição
Transferência de recursos	Essa é uma política de caráter emergencial que visa a um leve aumento da distribuição de renda local no curto prazo ou aliviar a situação de carência ao prover insumos para que a comunidade afetada consiga sobreviver
Aquisição de alimentos localmente	Nesse caso o governo ou uma organização internacional dão preferência para a compra da produção agrícola local, originada dos pequenos produtores familiares.
Fornecimento de subsídios agrícolas para pequenos produtores familiares	Esse fornecimento de subsídios fortalece os pequenos produtores familiares.
Capacitações	São alternativas para curto e médio prazo, destinadas a indivíduos vulneráveis, ensinando, por exemplo, técnicas de cultivo sustentáveis para que sejam aplicadas no seu próprio sustento.
Fornecimento de refeições escolares	Tem como objetivo a formação de capital humano e visa resultados a médio e longo prazo. Os lanches aumentam a frequência escolar assim como a capacidade de concentração e o rendimento acadêmico dos alunos. Isso forma indivíduos física e mentalmente mais saudáveis e eleva suas oportunidades de vida.

Quadro 1 – Políticas públicas de combate à fome.

Fonte: Adaptado FAO (2002).

Para que seja alcançado o objetivo #2 da Agenda 2030 da ONU, destaca-se a necessidade de iniciativas das diferentes partes interessadas para sensibilizar a sociedade para relevância das ações no combate a fome a fome e ao desperdício de alimentos.

2.2 Ensino sustentável em engenharia

Atualmente as empresas buscam profissionais com competências para se adaptarem às grandes mudanças e sejam capazes de buscar parcerias que irão garantir o sucesso, até mesmo em situações que vão além de seu conhecimento técnico e profissional (BASTOS, 2011). Dentro dessa abordagem, as Instituições de Ensino Superior (IES) possuem papel fundamental na formação de cidadãos pensantes, críticos e reflexivos, além de promoverem educação e desenvolvimento. O processo de ensino-aprendizagem voltados

para a sustentabilidade se fundamenta na crença de que tem o poder de guiar as pessoas para refletir e agir de acordo com uma perspectiva política, crítica e emancipatória, que tende a romper com a forma clássica e ideologicamente dominante como os negócios são conduzidos (SPRINGETT, 2005).

Diante da necessidade das empresas em aumentar o nível de operacionalização dos sistemas de produção, criou-se o curso em Engenharia de Produção após a Revolução Industrial. A Engenharia de Produção mostrou sua importância na melhoria da qualidade de processos, a partir do aumento significativo na competitividade entre empresas (CUNHA, 2007).

Para que se obtenha êxito nas iniciativas para a sustentabilidade, se faz necessário o equilíbrio entre os objetivos econômicos, ambientais e sociais. Atuar na sustentabilidade implica atuar num mundo tripolar, em que o poder tende a se repartir, de maneira cada vez mais equilibrada, entre governos, empresas e organizações da sociedade civil (ALMEIDA, 2007).

O desenvolvimento de competências e habilidades voltadas à sustentabilidade e responsabilidade social a partir da participação dos discentes em projetos voltados para a sustentabilidade e responsabilidade social é considerado relevante e inovadora, além de contribuir como um diferencial para empregabilidade no mercado de trabalho de acordo com Rodrigues (2018). Ainda segundo este mesmo autor, os discentes destacam a necessidade de harmonizar os negócios com pessoas e meio ambiente. Pouco mais de dois terços dos alunos respondentes acreditam ser positiva a iniciativa da Coordenação do curso do Engenharia em propor o projeto Sistema Produtivo Sustentável, o que motiva a manutenção e continuidade do projeto.

3 | METODOLOGIA

Este trabalho reflete um tipo de perspectiva não tradicional, uma vez que, com poucas exceções, são apresentados trabalhos associados aos problemas relacionados a erradicação da fome como desafio para os futuros Engenheiros de Produção em processo de ensino-aprendizagem. A Figura 1 ilustra a estrutura metodológica considerada para atingir ao objetivo proposto com a realização deste trabalho quanto a natureza, abordagem, objetivo, metodologia, técnica de coleta e análise de dados.

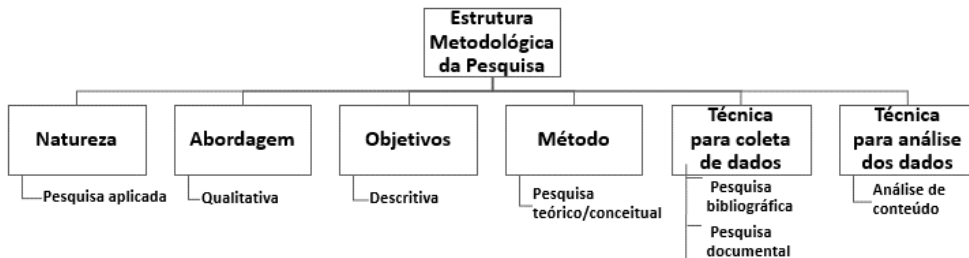


Figura 1 – Estrutura metodológica da pesquisa.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

O trabalho caracteriza-se como descritivo quanto aos seus objetivos, visto que buscou descrever o engajamento dos alunos no que diz respeito a arrecadação e distribuição de alimentos a partir de eventos propostos para o curso de Engenharia em uma IES. De acordo com Gil (1999), a pesquisa descritiva tem como principal objetivo descrever as características de determinada população ou fenômeno ou estabelecimento de relações entre as variáveis.

Quanto ao método, a abordagem é de uma pesquisa teórico/conceitual, pois apresenta discussões conceituais sobre o tema a partir de dados extraídos da literatura conforme afirma Nakano (2011).

Considerando o objetivo proposto, foram estabelecidas as seguintes hipóteses prováveis:

- Hipótese 1: É possível implementar ações para erradicação da fome nos cursos de Engenharia.
- Hipótese 2: Há engajamento dos alunos do curso de Engenharia de Produção para este tipo de iniciativa.

Para a análise dos dados, foi aplicada uma estatística descritiva e os aspectos considerados para análise estão descritos no Quadro 2.

Aspecto	Descrição
Minicursos ofertados para a Semana de Engenharia.	Este aspecto permite descrever os minicursos ofertados para a Semana de Engenharia.
Participação/interesse dos alunos pelos minicursos ofertados para a Semana da Engenharia.	Este aspecto descreve a relação dos alunos inscritos na Semana da Engenharia por semestre a partir de um gráfico de setores (pizza).
Relação dos inscritos na Semana de Engenharia por semestre	Este aspecto descreve a relação dos alunos inscritos na Semana da Engenharia por semestre a partir de um gráfico de barras.
Quantidade de alimentos arrecadados na Semana da Engenharia.	Este aspecto descreve a quantidade de alimentos arrecadados durante a realização da Semana da Engenharia a partir de um gráfico de barras.
Instituições beneficiadas com a iniciativa de arrecadação de alimentos pela Semana de Engenharia.	Este aspecto descreve as instituições beneficiadas com a iniciativa de arrecadação de alimentos entre os participantes da Semana de Engenharia.

Quadro 2 – Aspectos relacionados a iniciativa de arrecadação de alimentos.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Para a análise qualitativa, observa-se a análise de conteúdo proposta por Bardin (1979). Esse procedimento de análise de conteúdo é composto por três etapas: 1) a pré-análise; 2) a exploração do material; 3) o tratamento dos resultados e interpretação.

A primeira etapa corresponde à fase de organização, que pode utilizar vários procedimentos, tais como: leitura flutuante, hipóteses, objetivos e elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação. Na segunda etapa os dados são codificados a partir das unidades de registro. Na última etapa se faz a categorização, que consiste na classificação dos elementos segundo suas semelhanças e por diferenciação, com posterior reagrupamento, em função de características comuns.

4 | ANÁLISE & DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O curso de Engenharia de Produção objeto deste estudo, é ofertado por uma IES que atualmente figura entre as mais conceituadas do Brasil e dispõe de uma infraestrutura padrão internacional aos seus alunos.

O evento proposto para a arrecadação de alimentos, foi a Semana da Engenharia do segundo semestre do ano de 2019. A Semana da Engenharia é um evento semestral onde a Coordenação do Curso de Engenharias da IES disponibiliza aos seus discentes, uma semana inteira de palestras, minicursos, visitas técnicas e a oportunidade de executar atividades na prática. Nesta última edição da Semana da Engenharia de Produção, houve a

participação de 226 alunos e os minicursos ofertados na ocasião estão descritos no Quadro 3: Introdução ao *Software Arena*, *Data Science*, *Power BI* e *Scrum*.

Minicurso	Descrição	Data
Introdução ao <i>Software Arena</i>	O <i>software</i> ARENA é um ambiente gráfico integrado de simulação, que contém todos os recursos para modelagem de processos, desenho & animação, análise estatística e análise de resultados.	07 e 09 Out/2019
<i>Data Science</i>	<i>Data Science</i> ou Ciência de dados é uma área interdisciplinar voltada para o estudo e a análise de dados, estruturados ou não, que visa a extração de conhecimento ou <i>insights</i> para possíveis tomadas de decisão, de maneira similar à mineração de dados.	09/Out
<i>Power BI</i>	O <i>Power BI</i> é um serviço de análise de negócios da Microsoft com objetivo fornecer visualizações interativas e recursos de <i>business intelligence</i> com uma interface simples para que os usuários finais criem os seus próprios relatórios e dashboards.	07/Out
<i>Scrum</i>	O <i>Scrum</i> é uma moderna metodologia de gestão que aplica práticas ágeis para otimizar o tempo e a realização de projetos.	07 e 09/Out

Quadro 3 – Minicursos ofertados na Semana de Engenharia.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

O interesse dos discentes pelos minicursos ofertados está ilustrados na Figura 2. Observa-se um maior interesse por parte dos discentes pelo minicurso de metodologias ágeis para gestão de projetos com 56% dos inscritos. Os demais cursos tiveram o interesse dos discentes em níveis parecidos: 18% interessados no *Software Arena*, 14% interessados no curso de *Power BI* e 12% interessados no minicurso de *Data Science*.

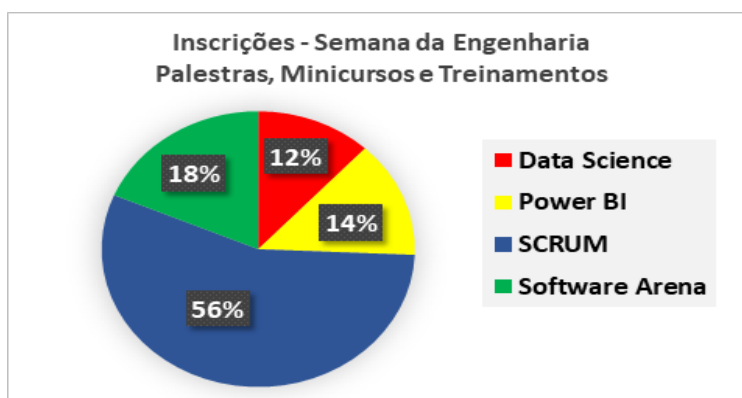


Figura 2 – Interesse dos Discentes pelos minicursos ofertados na Semana da Engenharia 2019.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

O número de discentes inscritos por semestre está ilustrado no gráfico de barras representado na Figura 3. Para esta distribuição, observa-se um maior interesse dos discentes matriculados a partir do 6º semestre em diante nos minicursos ofertados pela Coordenação do Curso de Engenharia de Produção (69,5%). Observa-se um número inferior de discentes participantes/inscritos matriculados nos semestres anteriores ao sexto, visto que a média é de 23 inscritos por semestre. O maior número de discentes inscritos na Semana da Engenharia encontra-se no 10º semestre, talvez pela necessidade do cumprimento de horas complementares obrigatórias para conclusão do curso.

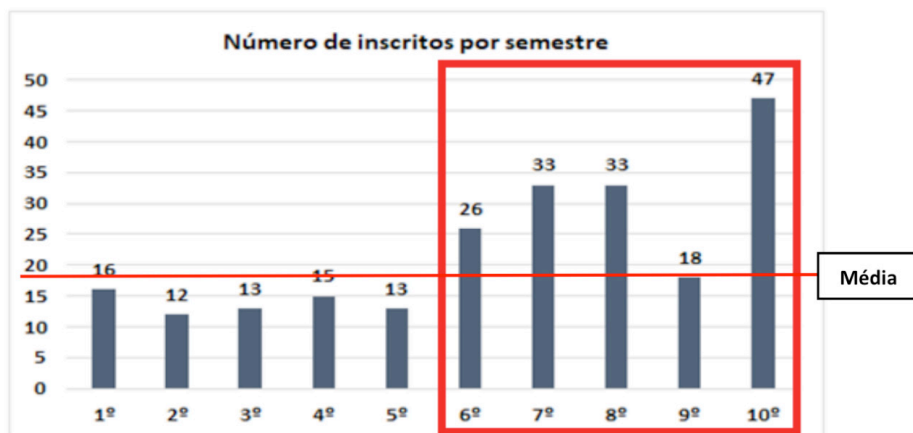


Figura 3 – Relação dos inscritos na Semana da Engenharia 2019.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

A Figura 4 apresenta a distribuição dos 220,4kg de alimentos arrecadados na Semana de Engenharia 2019: 89kg de arroz, 26kg de açúcar, 26kg de feijão, 16kg de macarrão, 15kg de sal, 12 litros de óleo de soja, 7kg de café, 7kg de farinha de mandioca, 7kg de fubá, 6kg de farinha de trigo, 2kg de extrato de tomate, 19kg de biscoitos, 1,8kg de goiabada, 1,5kg de farofa, 1,2kg de achocolatado, 0,2kg de pó para gelatina e 0,2kg de refresco em pó. Entre os 17 diferentes tipos de alimentos arrecadados, observa-se a predominância de itens que compõe uma cesta básica de alimentos: arroz, açúcar, feijão, macarrão, sal e óleo de soja.

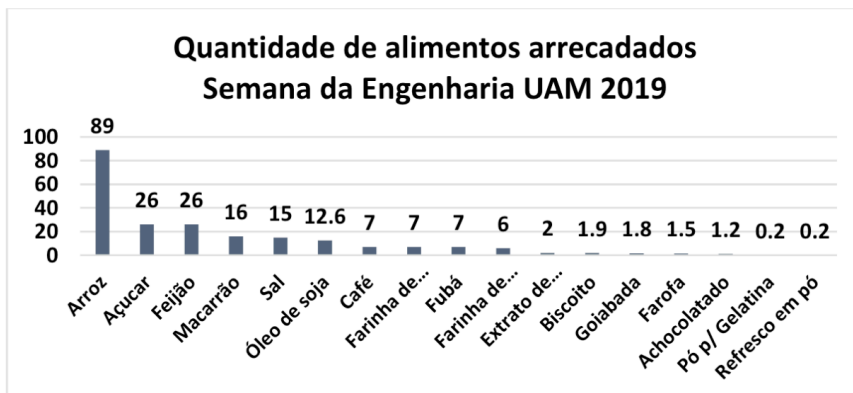


Figura 4 – Quantidade de alimentos arrecadados na Semana da Engenharia 2019.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

O Quadro 4 apresenta as duas instituições beneficiadas com a doação dos alimentos arrecadados: Círculo da Fraternidade Santa Ana e Divina Art.

Instituição	Descrição
Círculo da Fraternidade Santa Ana	O Círculo de Fraternidade Santa Ana é uma Instituição filantrópica voltada a assistência social e foi fundado em 1991. Está localizado na Região de Rio Grande da Serra-SP e sua missão é dar atenção amorosa e solidaria a crianças carentes e seus familiares mediante campanhas solidarias.
Divina Art	A Organização Divina Art está localizada na zona sul da cidade de São Paulo e é vinculada a Paróquia Nossa Sra. Rainha da Paz. Atende a pessoas carentes e em situação de vulnerabilidade.

Quadro 4 – Instituições beneficiadas com a arrecadação de alimentos.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Acabar com a fome e garantir o acesso de todas as pessoas, em particular os pobres e pessoas em situações vulneráveis, incluindo crianças, a alimentos seguros, nutritivos e suficientes durante todo o ano é um desafio não só para a Agenda 2030 da ONU, mas para toda a sociedade como um todo. Observa-se que a sociedade cível é mais bem atendida quando discentes, docentes, coordenação e toda a IES aplicam suas habilidades e experiências coletivas para criar mudanças positivas e duradouras nas comunidades.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho propôs-se a descrever como o ensino em engenharia pode contribuir com a erradicação da fome em alinhamento com o objeto de desenvolvimento sustentável

2 previsto na Agenda 2030 da ONU. Como resultado, observa-se que pequenas iniciativas entre os discentes e docentes podem contribuir de forma relevante com a erradicação da fome até 2030. Este tipo de iniciativa pode contribuir com o acesso de pessoas, em particular os mais pobres e em situações vulneráveis, incluindo crianças, a alimentos seguros, nutritivos e suficientes durante o período letivo e há possibilidade de engajamento dos alunos quando convocados a participar.

As limitações para a realização desta pesquisa apresentam-se com relação ao baixo número de publicações a respeito de iniciativas para erradicação da fome nos cursos de Engenharia oferecidos no Brasil. Outra limitação relevante refere-se ao fato de não ser possível neste momento, mensurar o número de famílias impactadas antes e depois da implementação deste tipo de iniciativa.

É esperado que as informações obtidas a partir da realização deste trabalho possam contribuir como um instrumento de incentivo para as políticas de erradicação da fome conforme previsto no glossário de termos de objetivo de desenvolvimento sustentável #2 da ONU. Por se tratar de um tema relevante, também é esperado que este trabalho possa motivar novos docentes e discentes de diferentes instituições de ensino e cursos a incluírem a arrecadação de alimentos em suas atividades extracurriculares. Acrescenta-se ainda às sugestões, apurar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema erradicação da fome no mundo. Dessa forma, seria possível verificar as principais lacunas a serem trabalhadas pelas Instituições de Ensino Superior quanto a conscientização do tema erradicação da fome.

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos à Universidade Anhembi Morumbi pelo apoio e incentivo a pesquisa, seu corpo docente, administração e coordenação. Os agradecimentos aos colegas que colaboraram direta ou indiretamente com a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. **Os desafios da sustentabilidade: uma ruptura urgente**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1979.

BASTOS, A. S. F. **Carreira em Y: Um estudo de caso de uma empresa siderúrgica**. Monografia apresentada na Universidade Federal do Rio Grande do Sul para obtenção do título de Bacharel em Administração de Empresas, 2011.

CUNHA, Luísa Margarida Antunes da et al. **Modelos Rasch e Escalas de Likert e Thurstone na medição de atitudes**. 2007.

FLEURY, M.T.L.; FLEURY, A.C. **Construindo o conceito de competência**. Revista de Administração Contemporânea, v. 5, n. SPE, p. 183-196, 2001.

FRANZINI FILHO, Carlo Roberto et al. **Responsabilidade socioambiental para o desenvolvimento sustentável no ensino-aprendizagem em Engenharia**. In: XLVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), 2019, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza, 2019. Disponível em: <http://abenge.org.br/cobenge/2019/anais.php> Acesso em: 24 mar. 2020.

FAO, WFP. **Reducing Poverty and Hunger: the critical role of financing for food, agriculture and rural development**. Rome, 2002.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas 1999.

NAKANO, D. Métodos de pesquisa adotados na Engenharia de Produção e Gestão de Operações. In: CAUCHICK, P. M. (Coord.). **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

OLIVEIRA, V. F.; BARBOSA C. S. e CHRISPIM E. M. **Cursos de Engenharia de Produção no Brasil: crescimento e projeções**. In: XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2005, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre, 2005.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 25 mar. 2020.

RODRIGUES, Luís Henrique; FRANZINI FILHO, Carlo Roberto; VENDRAMIN DELECRODIO, Thays Aparecida. **Análise dos aspectos voltados à sustentabilidade no processo de ensino-aprendizagem em Engenharia de Produção**. In: XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGÉ), 2018, Salvador. **Anais**. Salvador, 2018. Disponível em: <http://abenge.org.br/cobenge/2018/anais.php> Acesso em: 24 mar. 2020.

SPRINGETT, D. **'Education for sustainability' in the business studies curriculum: a call for a critical agenda**. Business Strategy and the Environment, v. 14, n. 3, p. 146-159, maio/jun. 2005.

PROCUREMENT 4.0: IMPACTOS, OPORTUNIDADES E TENDÊNCIAS

Data de aceite: 01/03/2021

Robson Elias Bueno

Universidade Paulista -UNIP

Helton Almeida dos Santos

Universidade Paulista -UNIP

<http://lattes.cnpq.br/6911279708061579>

Rodrigo Carlo Tolo

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Mato Grosso - Campus Rondonópolis - IFMT

<http://lattes.cnpq.br/4422094879559321>

Silvia Helena Bonilla Mosca

<http://lattes.cnpq.br/7292672287034955>

RESUMO: A digitalização é um dos principais impulsionadores da Indústria 4.0. Tendo em conta que as novas tecnologias vêm modificando os negócios e a indústria é importante conhecer os impactos, oportunidades e tendências relacionados à transformação digital. O objetivo do presente artigo é explorar o fenômeno da Indústria 4.0 através da perspectiva da etapa de Suprimentos da Cadeia (conhecido como “Procurement 4.0”). Os impactos da adoção das novas tecnologias foram classificados de acordo a um arcabouço ou marco conceitual que envolve quatro dimensões e que se mostrou suficientemente abrangente para enquadrar todos os resultados. Espera-se contribuir ao entendimento da Indústria 4.0 e explorar as aplicações do “Procurement 4.0” que estão

sendo empregados na prática empresarial atual. As conclusões indicam que a digitalização do processo de “Procurement 4.0” pode gerar vários benefícios, incluindo: tarefas administrativas diárias e apoio aos processos de tomada de decisão. Procurement se tornará uma interface estratégica para apoiar a eficiência organizacional, eficácia, lucratividade e apoio ao início de novos modelos de negócios, produtos e serviços. Os resultados podem ser benéficos para organizações que já empreenderam a “Industry 4.0” ou que planejam fazer isso.. O estudo também pode beneficiar acadêmicos interessados no tema pesquisado, profissionais de empresas, organizações de diferentes setores e qualquer outra parte interessada em compreender mais o conceito de “Procurement 4.0”.

PALAVRAS-CHAVE: Procurement 4.0, Indústria 4.0, Digitalização, Marco Conceitual.

ABSTRACT: Digitization is one of the main drivers of Industry 4.0. Bearing in mind that new technologies have been changing business and industry, it is important to know the impacts, opportunities and trends related to digital transformation. The purpose of this article is to explore the phenomenon of Industry 4.0 from the perspective of the Supply Chain stage (known as “Procurement 4.0”). The impacts of adopting new technologies were classified according to a framework or conceptual framework that involves four dimensions and that was sufficiently comprehensive to fit all the results. It is expected to contribute to the understanding of Industry 4.0 and to explore the applications of “Procurement 4.0” that are being used in current business

practice. The findings indicate that the digitization of the “Procurement 4.0” process can generate several benefits, including: daily administrative tasks and support for decision-making processes. Procurement will become a strategic interface to support organizational efficiency, effectiveness, profitability and support the start of new business models, products and services. The results can be beneficial for organizations that have already undertaken “Industry 4.0” or plan to do so. The study can also benefit academics interested in the topic researched, business professionals, organizations from different sectors and any other party interested in understanding more about the subject. “Procurement 4.0” concept.

KEYWORDS: Procurement 4.0, Industry 4.0, Scanning, Conceptual Framework.

1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos tempos, as organizações são confrontadas com uma mudança radical porque a interconectividade global e intercâmbio de dados e informações em tempo real permitem que as organizações criem novos modelos de negócios e conceitos dentro de sua área de atuação. Por outro lado, o aumento da concorrência decorrente de novas entradas no mercado, leva as organizações a se esforçarem para aumentar o seu potencial de inovação para manter competitividade dentro dos conceitos de novos modelos de negócios (Downes, et al; 2014).

A Indústria 4.0, está bem encaminhada. Há muita conversa em torno desta tendência industrial, onde as tecnologias digitais, incluindo *System Cyber Physical* (CPS), a Internet da Coisas (Iot), Robótica, *Cloud Computing*, Impressão 3D, Tecnologia de Sensores e *Big Data, Analytics*, estão dominando a indústria e remodelando a forma como trabalhamos (Batan, 2017). Devido ao rápido progresso, é possível afirmar que o ciclo de vida de idades industriais está ficando mais curto, exige que as organizações e as partes interessadas coloquem o seu potencial nas estratégias da cadeia de suprimentos e inovação, e com o objetivo de alcançar vantagens competitivas (Schrauf, 2016).

Na prática, os pesquisadores estão desafiados a explorar as causas e efeitos da Indústria 4.0 na produção, modelos de negócios industriais e, especificamente, distintas outras funções de negócios como na área da Logística (Suprimentos, Produção e Distribuição). Nem sempre é claro o impacto da Indústria 4.0. Como a função de compras é a interface chave para a rede de abastecimento, como tal, é de grande importância em uma rede de produção na era digital (Ronchi et al; 2010).

A motivação básica para esta contribuição é explorar o fenômeno da Indústria 4.0 através da perspectiva da etapa da Cadeia de Suprimentos (“Procurement 4.0”). Os impactos da adoção das novas tecnologias podem ser classificados de acordo a um arcabouço ou marco conceitual que envolve quatro dimensões. Espera-se contribuir ao entendimento da Indústria 4.0 no sentido de revelar os seus impactos na área de suprimentos e desenvolver uma base conceitual para “*Procurement 4.0*” assim como explorar esses conceitos, e classificá-los como estão sendo empregados na prática empresarial atual.

“*Procurement 4.0*” é fundamental na Indústria 4.0, focando como os diferentes parceiros da cadeia efetuam suas conexões e permite a cooperação dinâmica e rápida e coordenação além das fronteiras organizacionais. A relevância dessa etapa é enfatizada nas palavras de Feldman (2015) “sem as funções de gestão da cadeia de suprimentos e de abastecimento, Indústria 4.0 não terá prosperidade na Alemanha”.

2 | EMBASAMENTO TEÓRICO

2.1 Indústria 4.0

Tem se verificado uma diversidade de definições, extraídas das empresas relacionadas com novas tecnologias referentes ao alcance real do conceito “Indústria 4.0”. Na literatura não há uma definição única, mas há um consenso em quanto, tecnologias e o objetivo final da Indústria 4.0. A 4ª Revolução Industrial, acontecendo nos dias atuais, baseia-se nos Sistemas *Cyber-Físicos* (CPS) (Kagermann et al., 2013). Uma pesquisa muito útil para a conceituação de Indústria 4.0 (Hermann et al., 2015) utilizando a revisão da literatura. A revisão da literatura identificou quatro componentes chaves da Indústria 4.0, sistemas *Cyber-Físicos* (CPS), *Internet das Coisas* (IoT), *Internet de Serviços* (IoS) e *Smart Factory*.

Bonilla et al; (2018) comenta que devido às suas características únicas, o objetivo da Indústria 4.0 é de aumentar a produtividade e a personalização que são alcançados através da flexibilização da fabricação e da descentralização por meio da digitalização e integração da rede de informações, permitindo monitoramento e controle em tempo real.

2.2 Procurement 4.0

“*Procurement*” termo em inglês que também pode ser traduzido como adquirir ou, ainda licitar. Como estamos num ambiente corporativo, no entanto “*Procurement*” corresponde a um processo mais amplo que inclui *Sourcing*, função de compras, incorporando um caráter estratégico, abrangendo as áreas comerciais, gestão de projetos e logística, incluindo a gestão dos estoques, participação no processo produtivo, distribuição e relacionamento com clientes e fornecedores.

“*Procurement*” é uma função de gerenciamento de negócios. Compras é essencialmente uma aquisição de produtos e serviços, especialmente para fins comerciais. Abrange uma gama completa de atividades desde a identificação da necessidade de bens e serviços até a sua colocação (Chakravarty, 2017). Em um sentido mais amplo, se falarmos, “*Procurement*” envolve atividades como: a) Seleção de fornecedores; b) Estabelecimento de condições de pagamento; c) Negociação de contratos; d) Conformidade Regulatória; e) Análise e terceirização. Assim “*Procurement*” é um termo abrangente sob o qual a compra é apenas um componente, o termo é mais abrangente e inclui todas as principais atividades empresariais (Chakravarty, 2017).

Vale lembrar que por causa da confusão entre os termos *procurement* e *sourcing* quando traduzidos, *procurement* inclui o processo de *sourcing* somado a outras ações estratégicas (DocuSign 2017).

No contexto do “*Procurement 4.0*”, o setor de suprimentos como principal interface com o fornecedor, poderá aproveitar novas oportunidades de negócios, deixando de ser um centro de custo para ser um centro de lucro. Isto é possível, porque o “*procurement*” possui know-how estratégico sobre os fornecedores e os seus mercados, uma profunda expertise sobre os produtos e serviços que são adquiridos, bem como as alternativas em oferta, incluindo inovações emergentes (Weissbarth et al; 2016).

“*Procurement 4.0*” envolve a digitalização final e automação da função dentro da sua empresa e do ambiente fornecedor, mas não se limita ao uso de sistemas novos ou melhorados pela tecnologia (Glas et al; 2016).

O velho paradigma da redução de custos e eficiência de custos está chegando ao fim. Conceitos novos e revolucionários estão propiciando os saltos tecnológicos frenéticos do nosso tempo, especialmente na transformação digital (Gracht, 2016).

3 | METODOLOGIA DE PESQUISA

O projeto de pesquisa escolhido como produtivo e tem a abordagem clara para recolher diferentes “fatos” e “verdades” e coloca-las em relação à vida empresarial diária de salientar que os diferentes pontos de vistas são importantes e relevantes para forçar um tema tal de importância estratégica dentro da organização (Easterby-Smith et al; 2012). A pesquisa de observação exploratória é aplicada em quando há necessidade de ambientação a respeito de um tópico, servindo de base para um levantamento mais profundo (Martins, et al.; 2014).

Por sua vez, a revisão permite identificar as melhorias ofertadas ou esperadas, dependendo do caso e os benefícios da implantação, explorando e aprofundando o conhecimento sobre os impactos na área de Logística e puramente em suprimentos “*Procurement*”. A pesquisa bibliográfica foi realizada para a obtenção de dados sobre o tema abordado, com foco principal em apresentar os impactos, tendências e oportunidades geradas pela Indústria 4.0 na Logística com destaque no processo de suprimentos “*Procurement*”. Com o intuito de responder o problema de pesquisa do presente trabalho que é a identificação da integração das tecnologias da Indústria 4.0 com a área de Suprimentos e a sua influência no fluxo de matérias-primas, produtos, estoques ativos e fluxos de informação, o procedimento de pesquisa foi composta dos seguintes passos:

- a) Busca efetuada nas bases *Scopus*, *Web of Science*, e *Google Scholar* de literatura a partir das possibilidades de combinação dos termos identificados na etapa 1). Observou-se carência de literatura específica do tópico de *Procurement* da pesquisa que combina os termos de busca: “*Procurement*”, “Indústria 4.0”, “Logística 4.0”.

b) Análise dos conteúdos encontrados e extraídos da literatura, em artigos científicos e relatórios gerenciais e processos onde se expõe a Logística de Suprimentos, focando no “*Procurement 4.0*” e onde descrevem os impactos esperados na revisão bibliográfica substanciais como consequência da implantação da Indústria 4.0.

c) Os documentos dos autores em revisão demonstram um número elevado de terminologias ou nomenclaturas, onde todas podem ser classificadas, integradas ou incluídas em quatro grandes dimensões, segundo o marco conceitual criado pelos autores Bueno et al., (2019).

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora os termos de “*Procurement 4.0*” e “Indústria 4.0” normalmente não são diretamente mencionados na estratégia, a ferramenta da digitalização é normalmente inserida na estratégia corporativa, formulada pelas empresas, com algumas exceções (Fraunhofer, 2016).

Os resultados da revisão bibliográfica com o foco em impactos, tendências e oportunidades da Indústria 4.0 e suas tecnologias na etapa de “*Procurement 4.0*”, mostram várias categorias de impacto, dentre elas, segundo os próprios autores dos artigos. Relação completa se encontra na tabela 1. Assim, relatam-se impactos nos fornecedores (Schreiber et al., 2016; ATKearney 2017; Swali 2017); nas Pessoas (Burton 2015; ATKearney 2017; Biazzin 2017); nos Processos (ATKearney 2017; Biazzin 2017; Swali 2017); nos Sistemas Digitais (Burton 2015; Schreiber et al., 2016; Breault 2017); uso de *Blockchain* (Nicoletti 2018; Swali 2017; Brucke 2018).

Na fase de Suprimentos, estritamente “*Procurement 4.0*”, com dados e processos cada vez mais transparentes e acessíveis, também os comportamentos dos compradores e vendedores ficam mais expostos. Assim, tornam-se restritas as possibilidades de oportunismo nas relações antiéticas, envolvendo, por exemplo, suborno e condições inseguras de fornecimento (Biazzin, 2017).

A releitura dos artigos em revisão, de acordo com o nosso marco conceitual, desenvolvido pelos autores em Bueno, et al (2019), permite uma releitura das categorias impactadas pelas novas tecnologias e uma reclassificação de acordo a quatro dimensões. O “*Procurement 4.0*”—exigirá uma mutação nas empresas, e em seus planejamentos Estratégicos e Operacionais em quatro dimensões (Bueno et al., 2019): Gestão (Transformações estruturais e comportamentais), Parcerias (fornecedores, clientes e prestadores de serviços devem trabalhar de forma integrada e colaborativa), Processos (adoção de novos métodos, incorporação de métodos inteligentes de administrar sinteticamente as negociações) e Know-How (mescla a ciência de dados e sua compreensão em estratégias operacionais e de negócios). Sendo elas apresentadas na figura 1 que ilustra o esquema gráfico do marco conceitual e suas dimensões.

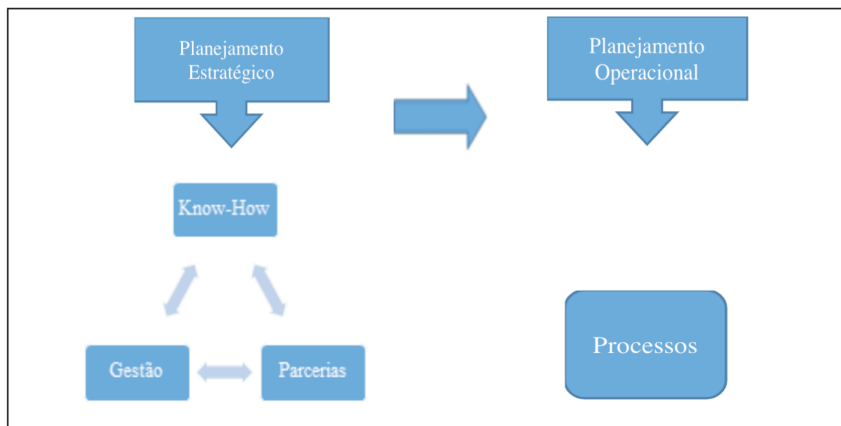


Figura 1- Esquema gráfico do marco conceitual

Fonte: Bueno et al., (2019)

A tabela 1, apresenta as dimensões e os modelos encontradas na literatura.

Modelos de dimensões do Procurement 4.0				
Fontes (Search)	Autor (es)	Categorias	Dimensões	Impactos/Tendências/Oportunidades
<i>Procurement 2025: 10 Challenges that Will Transform Global Sourcing</i>	Burton (2015)	Gestão de Riscos	Gestão	Estratégia que irá procura compreender os fenômenos na sua totalidade e globalidade que inclua exposição total ao risco, investimentos de mitigação de risco e preços de transferência de risco, com relação a cadeia de fornecedores.
<i>Procurement 2025: 10 Challenges that Will Transform Global Sourcing</i>	Burton (2015)	Sustentabilidade	Know-How	Gerações pós 2000, são particularmente propensos a adotar crescimento econômico que não dependa da exploração de recursos e, encorajarão as empresas a rejeitar a “economia linear “ de consumo e disposição em favor de uma “economia circular” baseada no uso e reúso contínuos.
<i>Procurement 2025: 10 Challenges that Will Transform Global Sourcing</i>	Burton (2015)	Informação	Processos	À medida que o Big Data está cada vez mais entrelaçado nos processos de tomada de decisão corporativa, as melhores organizações de aquisição do setor precisarão se sentir mais à vontade com técnicas avançadas de mineração e análise de dados.
<i>Procurement 2025: 10 Challenges that Will Transform Global Sourcing</i>	Burton (2015)	Pessoas	Gestão	Para se adaptar a essa evolução, exigirá uma diversidade intelectual e geográfica que adotem uma abordagem multidimensional nas negociações.

<i>Procurement 4.0: in the Digital World</i>	Schreiber et al; (2016)	Gestão de Inovação	Gestão	Ampliar a capacidade de inovação da própria empresa, integrando sistematicamente o conhecimento e as competências dos principais fornecedores , start-ups e o “público” externo; Vinculação de departamentos internos com fornecedores, a “crowd” e start-ups através de concursos de inovação e workshops.
<i>Procurement 4.0: in the Digital World</i>	Schreiber et al; (2016)	Integração da cadeia de Suprimentos	Processos	Gerenciamento preditivo da cadeia de suprimento baseado em análises preditivas, possibilitando por informações precoces sobre riscos potenciais e interrupções, como tempestades, restrições de capacidade e insolvências; Ligação em painel digital baseado em nuvem de todas as partes da cadeia e direção contínua em correções.
<i>Procurement 4.0: in the Digital World</i>	Schreiber et al; (2016)	Fornecedores	Parcerias	Gerenciamento preditivo do risco do fornecedor para detectar falhas no fornecedor desde o início; Scorecards de fornecedores digitais, objetivos e acompanhamento das melhorias; Rastreamento automatizado de realização de metas e pagamento de bônus.
<i>Procurement 4.0: in the Digital World</i>	Schreiber et al; (2016)	Sistemas Digitais	Know-How	Análise de Big Data e desenvolvimento e implementação automatizados de estratégias de commodities, incluindo análise automatizada de mercado, avaliação de matriz de portfólio projeto de estratégia automatizado. Busca de novos fornecedores globalmente e reduzir mercados monopolísticos ou oligopolistas;
<i>Procurement: Riding the transformative digital wave</i>	ATKearney (2017)	Processos Excelência	Processos	Análítica Avançada e otimização da automação para processos mais simples; Melhoria do acesso à informação permite a modelagem preditiva e previsão estratégica; O foco muda para os processos onde os fornecedores tendem a ter mais força e criar valor mutuamente.
<i>Procurement: Riding the transformative digital wave</i>	ATKearney (2017)	Equipe de Pessoas	Gestão	A equipe de compras é reduzida e centralizada, com tarefas e equipes específicas terceirizadas; O processo de pagamento será automatizado, com uma pequena equipe para supervisionar; O papel da aquisição irá evoluir para uma mistura de papéis de pensamento analítico e criativo.
<i>Procurement: Riding the transformative digital wave</i>	ATKearney (2017)	Fornecedores	Parcerias	Mecanismo direto de criação de scorecard e monitoramento de desempenho será automatizado; Mais colaboração entre redes de fornecedores com interconexão; Utilização do fluxo de informações mais transparentes para moldar os comportamentos dos fornecedores e criar uma vantagem competitiva.

Procurement 4.0: A survival guide in a digital, disruptive world	Batran (2017)	Cadeias de Valor	Processos	Visão holística da cadeia de abastecimento, esta visão determina a competitividade das empresas com os concorrentes e seus fornecedores.
Procurement 4.0: A survival guide in a digital, disruptive world	Batran (2017)	Inovações Fornecedor	Parcerias	Procurement desempenha um papel principal na identificação de fornecedores inovadores e integrando os em processo de desenvolvimento de novos negócios.
Procurement 4.0: A survival guide in a digital, disruptive world	Batran (2017)	Liderança Ágil	Gestão	Novos modelos de liderança, necessidades de inovação e localização “Time-to-market” estão transformando as organizações em um ambiente de trabalho ágil. Funções estão se dissolvendo.
<i>Smart Procurement</i>	Biazzin (2017)	Relacionamento	Parcerias	Interorganizacional aberto e transparente; Fim do comportamento oportunista; Previsível e ascensão dos comportamentos colaborativos.
<i>Smart Procurement</i>	Biazzin (2017)	Gestão	Gestão	Comprometimento da alta liderança; Indicadores interfuncionais e Tecnologia para gestão de valor; Queda da fragmentação departamental e Ascensão dos mecanismos de governança.
<i>Smart Procurement</i>	Biazzin (2017)	Processos	Processos	Rengenharia e otimização robusta de processos; Tecnologia nos processos de comunicação, identificação de oportunidades de negócio e tomada de decisões; Processos que delineiam o modus operandi da smart procurement.
<i>Smart Procurement</i>	Biazzin (2017)	Competências	Know-How	Aprendizado dinâmico, capacidade de análise de dados; Aprofundamento da capacidade de coletar dados multifatoriais de qualidade e coerentes por meio de bando de dados, recursos tecnológicos, Big Data, histórico de negociações, entrevistas e conhecimentos.
<i>Procurement: Agility in the age of digitization.</i>	Breault (2017)	Curiosidade Intelectual	Know-How	Para fornecer respostas mais rápidas e construir modelos sofisticados para decisões de negócios, as habilidades analíticas estarão em demanda; Além da modelagem, as pessoas precisam saber com fazer perguntas certas “por que”, detectar padrões nos dados, encontrar relações de causa e efeito e desafiar o status quo.
<i>Procurement: Agility in the age of digitization.</i>	Breault (2017)	Visão Digital	Gestão	A estratégia precisa apoiar a abordagem geral de uma organização para alavancar as tecnologias digitais e garantir que cada investimento tenha um resultado benéfico; Benefícios favoráveis ajudarão a impulsionar um novo ciclo de investimentos.

<i>Procurement: Agility in the age of digitization.</i>	<i>Breault (2017)</i>	Estratégia Organizacional	Processos	Big Data, análise preditiva ou qualquer outro ativador “digital” não são valiosos por si só; Resultados precisam ajudar as empresas a tomar decisões e a conduzir ações que sejam consistentes com os objetivos gerais estratégicos da empresa e com qualquer estratégia digital; Quaisquer discrepâncias entre os dois podem criar “ilhas tecnológicas” e colocar o procurement em conflito com os objetivos corporativos.
<i>Procurement 4.0: The Digital Makeover</i>	Swali (2017)	Tomada de decisão	Know-How	Controle de custos e indicação de melhores conhecimentos de fornecimento. Aproveitando a análise de big data para melhor tomada de decisão. Desenvolvimento de modelos ágeis de fornecimento e atendimento.
<i>Procurement 4.0: The Digital Makeover</i>	Swali (2017)	Inovação Fornecedor	Parcerias	Conhecimentos profundos do fornecedor, por meio de análises; Processo de pensamento não linear através de prototipagem rápida e rapidez de colocação no mercado, executando conselhos conjuntos de inovação; Quebrando os desafios de negócios em declarações de problemas de tamanho pequeno e aplicando a lógica para fornecer soluções em conjunto com cliente e fornecedor.
<i>Procurement 4.0: The Digital Makeover</i>	Swali (2017)	Pagamentos	Processos	A otimização do pagamento é uma das principais prioridades, com foco na eficiência, eficácia e valor da função; Melhora da tomada de decisões, e entradas de dados sensoriais acoplados a pontos de dados externos estariam disponíveis para a inferência e ação.
<i>Procurement 4.0: The Digital Makeover</i>	Swali (2017)	Transformação da Operação	Know-How	Transformação das operações corporativas, automação e implantação de sistemas inteligentes em todo o cenário de compra-para-pagar; Experiência imersiva, ecossistema conectado com clientes finais e inteligência, impulsionando as percepções ao longo cadeia de valor.
<i>Procurement de Excelência: Como Obter resultados por meio de uma gestão de compras mais estratégica</i>	Brum (2018)	Estratégia de negócio	Parcerias	Rotinas e padrões para protagonismo no processo de elaboração das estratégias corporativas, inclusive de suprimentos, tomada de decisão estratégica, inovação e gestão de projetos corporativos.

<i>Procurement de Excelência: Como Obter resultados por meio de uma gestão de compras mais estratégica</i>	Brum (2018)	Gestão de Compras	Processos	Métodos, processos e tecnologias para a gestão eficaz de aquisições, estoques, contratos e relacionamento com fornecedores; Planejamento das aquisições, análise das propostas, negociação do contrato sobre produtos e serviços, aquisição e relacionamento.
<i>Procurement de Excelência: Como Obter resultados por meio de uma gestão de compras mais estratégica</i>	Brum (2018)	Gestão de Gastos	Gestão	O estabelecimento de uma estrutura envolvendo quem gasta, quem compra e que informa a área na qual o gasto está localizado, que permitirá um acompanhamento sistemático dos resultados.
<i>Procurement 4.0: Leveraging procurement capabilities as a strategic weapon</i>	Brucke (2018)	Captura e gravação de informações	Gestão	Conjunto relevante de dados para evitar o estouro de informações; Gravação e armazenamento de histórico e novo sistema de informação de dados; Captura automatizada em tempo real via sensores.
<i>Procurement 4.0: Leveraging procurement capabilities as a strategic weapon</i>	Brucke (2018)	Internalização	Processos	Transferir digitalmente informações entre departamentos, locais de produção, etapas da cadeia de valor e fronteiras da empresa.
<i>Procurement 4.0: Leveraging procurement capabilities as a strategic weapon</i>	Brucke (2018)	Equipe	Know-How	Análise e síntese de informação; Identificação de dados e análises relevantes (automatizados); Síntese da análise em assuntos relevantes.
<i>Procurement 4.0: Leveraging procurement capabilities as a strategic weapon</i>	Brucke (2018)	Informações em resultados	Parcerias	Tradução dos resultados da análise em recomendações que sugerem ações para trabalhadores ou acionar automaticamente ações de máquinas; Feedback uma melhoria contínua.
<i>The Future Procurement 4.0</i>	Nicoletti (2018)	Cibernéticos	Processos	As máquinas inteligentes e aplicações informáticas conectaram todas as funções e compartilharam informações em tempo real; Integração da tecnologia da informação, comunicação e automação em apoio aos contratos; Processos operacionais totalmente autônomos, através das ferramentas de RFID e GPS, monitoramento em tempo real.
<i>The Future Procurement 4.0</i>	Nicoletti (2018)	Comunicação	Parcerias	Soluções inteligentes automaticamente reconhecem a procura de um determinado material e gerar, independente, um pedido; Ser transmitido para o respectivo fornecedor sem qualquer intervenção humana.
<i>The Future Procurement 4.0</i>	Nicoletti (2018)	Coordenação	Know-How	Significa a digitalização avançada e automação da função dentro da organização e seu ambiente fornecedor. Redução do trabalho manual nas tarefas de compras.

<i>The Future Procurement 4.0</i>	Nicoletti (2018)	Blockchain	Gestão	Livro aberto, no qual cada transação na rede é registrado e disponível para todos os participantes para ver e verificar; É um tipo de conjunto de dados protegido. Localiza -se na nuvem e pode ser acessado por várias partes envolvidas.
-----------------------------------	------------------	------------	---------------	--

Tabela 1: Dimensões do Procurement 4.0

5 | CONCLUSÕES

A nova classificação de acordo com as quatro dimensões, mostrada na tabela 1, na coluna dimensão, observa-se que todas as categorias podem ser enquadradas, o que demonstra que o marco é suficientemente abrangente. A revisão da literatura destacou no “*Procurement 4.0*”, as grandes tendências em cada dimensão:

- **Gestão:** Gestão de riscos (Burton, 2015), Gestão de inovação (Schreiber et al;2016) e Liderança ágil (Batan, 2017).
- **Parcerias:** Relacionamento (Biazzin, 2017), Inovações fornecedores (Batan, 2017) e Estratégia de negócio (Brum, 2018).
- **Processos:** Processos de excelência (ATKearney, 2017), Processos (Biazzin, 2017) e Gestão de compras (Brum, 2018).
- **Know-How:** Equipe (Brucke, 2018), Curiosidade intelectual (Breault, 2017) e Coordenação (Nicoletti, 2018).

O marco conceitual de quatro dimensões permite abordar e classificar os impactos promovidos pelas novas tecnologias na área de *Procurement*. Entretanto, outras dimensões no marco podem vir ser exploradas. A investigação futura também deve investigar os efeitos da Indústria 4.0, por exemplo, as estruturas organizacionais e operacionais do “*Procurement 4.0*”.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos organizadores da Enegep 2019 e a todos que participaram da elaboração deste artigo. A Universidade Paulista (UNIP) e ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP - Stricto Sensu). E um agradecimento especial a Fundação e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (**CAPES**) que disponibiliza o Programa de Suporte à Pós Graduação de Instituições de Ensino Particulares (módulo Taxas).

REFERÊNCIAS

BATRAN, Alexander; ERBEN, Agner; SCULZ, Ralf; SPERL, Franzika. **PROCUREMENT 4.0: A survival guide in a digital, disruptive world**. Campus Verlag GmbH, 2017, Frankfurt / New York.

BIAZZIN, C. **Inteligência em compras**. GV-executivo, v. 16, n. 6, novembro-dezembro, (2017).

BONILLA, S.; Silva, H.; Silva, M.T.; Gonçalves, R.F.; Sacomano, J. **Industry 4.0 and Sustainability Implications: A Scenario-Based Analysis of the Impacts and Challenges**. Sustainability (2018), 10, 3740.

BUENO, Robson Elias; NUNES, Janaina Ap.Ribeiro; GUIMARÃES, Claudio Scheidt; BONILLA, Silvia Helena. **INFERENCES OF INDUSTRY 4.0 IN SUPPLY LOGISTICS**. Iberoamerican Journal of Project Management (IJoPM). www.ijopm.org. ISSN 2346-9161. Vol.9, No.2, A.T., pp.53-67. 2018. Recepción: 15/09/18. Aceptación: 06/11/18. Publicación: 10/12/18.

BUENO, Robson Elias; BONILLA Silvia Helena; FERNANDES, Samuel; SANTOS, Helton Almeida dos; BARBOSA, Lorivaldo Rodrigues. **A evolução da logística de suprimentos: PROCUREMENT 4.0**. Conferência X FATECLOG – 2019 - FATEC GUARULHOS LOGÍSTICA 4.0 & A SOCIEDADE DO CONHECIMENTO – GUARULHOS, SÃO PAULO –SP

CHAKRAVARTY, Sukriti. **What is the difference between procurement-purchasing and sourcing**, (2017). Disponível em www.tendersinfo.com/blogs/What-is-the-difference-between-procurement-purchasing-and-sourcing/. Acesso em 21/04/2019

DocuSign inc. **Sourcing x Procurement: entenda a diferença no setor de compras** (2017). Disponível em: <https://www.docuSign.com.br/blog/sourcing-x-procurement/> - acesso em 20/04/2019.

DOWNES, L. and NUNES, P. (2014), **Big Bang Disruption: Strategy in the Age of Devastating Innovation**, Penguin Group, New York, NY.

EASTERBY-SMITH, M.; THORPE, R. AND JACKSON, P. (2012), **Management Research**, 4^a ed.; SAGE Publications, Londres, FOWLER, FJ (2010), **Opinion Poll Methods**, 5^aed., SAGE Publications, Los Angeles, CA.

FELDMANN, C. **Ohne den Einkauf findet Industrie 4.0 nicht statt**, (2017). Disponível em <http://bme.de/ohne-den-einkauf-findetindustrie-40-nicht-statt-969/>. Acesso em 19/04/2019.

FRAUNHOFER, IML, **Pilot Study Procurement 4.0 Fraunhofer IML BME. The Digitalisation of Procurement**, (2016), Disponível em https://www.iml.fraunhofer.de/content/dam/iml/en/documents/OE260/Pilot%20Study_Procurement%204-0_Fraunhofer%20IML_BME.pdf - Acesso em 20/04/2019.

GLAS, Andreas H.; Kleemann, FLORIAN C. **The impact of the industry 4.0 of purchasing and supply management: a conceptual and qualitative analysis**. International Journal of Business and Management Invention ISSN (Online): 2319 – 8028, ISSN (Print): 2319 – 801X www.ijbmi.org II Volume 5 Issue 6 II June. 2016 II PP—55-66.

GRACHT, Hieko Von Der, GIUNIPERO, Larry C., SCHUELLER, Marcus. **Future-proof procurement. Now or never: the big procurement transformation**, 2016. Disponível em: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pdf/2016/04/kpmg-studie-future-proof-procurement-sec.pdf> - Acesso em 20/04/2019.

HERMANN, M., PENTEK, T., OTTO, B., 2015. ***Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review***. Technische Universität Dortmund: working paper 01/2015.

RONCHI, S., BRUN, A., GOLINI, R., and FAN, X., ***What is the value of an IT e-procurement system?*** *Journal of Purchasing and Supply Management*, 16(2), 2010, 131–140.

KAGERMANN, H., WAHLSTER, W., HELBIG, J., 2013. ***Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0 – ACATECH***.

MARTINS, R. A. et al. 2014. ***Guia para elaboração de monografia e TCC em engenharia de produção***. São Paulo: Atlas.

SCHRAUF, S; Bertram, P. ***Industry 4.0: How Scanning Makes the Supply Chain More Efficient, Agile, and Customer Focused*** (2016). Disponível em www.strategyand.pwc.com/reports/industry4.0 Acesso em 21/04/2019.

WEISSBARTH, Robert., GEISSBAUER, Reinhard., WETZSTEIN, Jurgen; ***Procurement 4.0: Are you ready for the digital revolution?*** 2016; Disponível em: <https://www.strategyand.pwc.com/report/procurement-4-digital-revolution>. Acesso em 20/04/2019.

WYMAN, Oliver. ***Digital Procurement;*** (2017), Disponível em https://www.oliverwyman.com/content/dam/oliverwyman/europe/france/fr/Publications/Digital_Procurement.pdf. Acesso em 21/04/2019.

ANALISE DE SÉRIES TEMPORAIS: PREVISÃO ANUAL DA DEMANDA DE SOJA NO ESTADO DE GOIÁS

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 05/01/2021

Alysson Lourenço Rodrigues Lima

Discente do Curso de Bacharelado em Engenharia de Produção do Instituto Luterano de Ensino Superior de Itumbiara-GO
<http://lattes.cnpq.br/2495862182220694>

Lidia Christine Silva Oliveira

Discente do Curso de Bacharelado em Engenharia de Produção do Instituto Luterano de Ensino Superior de Itumbiara-GO
<http://lattes.cnpq.br/0537490206047258>

Yasmin Teodoro Martins

Discente do Curso de Bacharelado em Engenharia de Produção do Instituto Luterano de Ensino Superior de Itumbiara-GO
<http://lattes.cnpq.br/6625046936852172>

Rodrigo Silva Oliveira

Discente do Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica da UNA Itumbiara-GO
<http://lattes.cnpq.br/9314113639546252>

Frederico Celestino Barbosa

Docente do Curso de Bacharelado em Engenharia de Produção do Instituto Luterano de Ensino Superior de Itumbiara-GO.
<http://lattes.cnpq.br/1976755656239786>

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo analisar uma série temporal envolvendo a produção de soja no estado de Goiás entre os anos de 2007 a 2016, para prever a demanda

dos próximos dois anos, sendo uma pesquisa de caráter quantitativo. Verificou-se através do cálculo do menor MAD que o método mais adequado para calcular a previsão de demanda da série temporal analisada é a média ponderada.

PALAVRAS-CHAVE: Previsão de demanda, Soja, Produção.

TIME SERIES ANALYSIS: ANNUAL FORECASTING SOYA DEMAND IN THE STATE OF GOIÁS

ABSTRACT: This study aimed to analyze a temporal series involving soybean production in the state of Goiás between the years 2007 to 2016, to forecast the demand for the next two years, being a quantitative research. It was verified by calculating the smallest MAD of the most adequate method to calculate the demand forecast of the analyzed time series is the weighted average.

KEYWORDS: Demand forecast, Soy, Production.

1 | INTRODUÇÃO

A agropecuária é responsável por uma parcela considerável do PIB brasileiro. (IBGE, s.d.). Sendo assim é importante analisar os dados da produção para se obter uma base do quanto será necessário produzir nas próximas safras e o quanto se irá gastar.

Este estudo tem por objetivo geral analisar uma série temporal envolvendo a produção de soja no estado de Goiás entre os anos de 2007 a 2016, para prever a demanda dos próximos dois anos.

2 | METODOLOGIA

O trabalho foi realizado devido a uma pesquisa com caráter quantitativo, através de uma coleta de dados tirada do site IBGE, relacionada à produção de Soja em grãos, desde o ano 2007 a 2016.

Com base nos números adquiridos foram feitos cálculos de previsão de demanda a partir dos métodos estudados, sendo eles: Média Móvel, Média Móvel Ponderada, Média Exponencial Móvel, Regressão Linear e Modelo de Holt. Contudo, após o cálculo do MAD (*Mean Absolute Deviation*) de cada um supracitado, foi determinado o método mais adequado a ser utilizado para calcular a previsão de demanda.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se através do cálculo do menor MAD que o método mais adequado para calcular a previsão de demanda da série temporal analisada é a média ponderada, conforme demonstrado no quadro 1 a seguir:

MÉTODOS	MAD
Média Móvel	1,297
Média Móvel Ponderada	0,835
Média Móvel Exponencial	2,126
Regressão Linear	1,211
Modelo de Holt	2,075

Quadro 1 – Métodos de Previsão de Demanda e seus respectivos MAD.

Fonte: Autor

Sendo assim, calculando a previsão de demanda através do método da média ponderada, foram encontradas as previsões de 52,59% de área plantada para o ano de 2017 e 52,76% para o ano de 2019.

4 | CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, comparou-se o MAD de cada um dos métodos de previsão de demanda, sendo o de menor resultado o da Média Móvel Ponderada, ou seja, concluiu-se que o mesmo é o método mais adequado para o cálculo de previsão de demanda desta série temporal. É necessário lembrar que a escolha do melhor método varia de acordo com a série temporal analisada, fazendo-se necessário o cálculo de cada um dos citados no estudo.

REFERÊNCIAS

GIL, António Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas S.A. 2008. Disponível em: <<http://197.249.65.74:8080/biblioteca/bitstream/123456789/707/1/M%C3%A9todos%20de%20Pesquisa%20Social.pdf>>. Acesso em: 26/set/2018.

IBGE. **Agropecuária**: produção agrícola municipal. s.d. Disponível em: <<https://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=1&op=0&vcodigo=PA01&t=lavoura-temporaria-area-plantada>>. Acesso em: 26/set/2018.

PELLEGRINI, Fernando Rezende. **Metodologia para implementação de sistemas de previsão de demanda**. Porto Alegre. 2010. Disponível em: <<http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/Fernando%20R%20Pellegrini.pdf>>. Acesso em: 26/set/2018.

SILVA, André Furtado. **Definição de um modelo de previsão das vendas da rede varejista alfabeto**. Juiz de Fora. 2008. Disponível em: <http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2008_3_Andr%C3%A9.pdf>. Acesso em: 26/set/2018.

THE EVOLUTION OF THE BRAZILIAN SUPPLYING ELECTRIC ENERGY MATRIX CONSIDERING THE INCLUSION OF RENEWABLE SOURCES IN A HYDROTHERMAL SYSTEM

Data de aceite: 01/03/2021

Francisco Alexandre Oliveira

Sao Paulo State University “Prof Julio de Mesquita Filho – Unesp
Guaratingueta, Sao Paulo, Brazil
<http://lattes.cnpq.br/4018317306536070>

ABSTRACT: The PRISMA method, widely used in medicine, relates the literature on a particular topic, as well as the researcher’s analysis of the phenomenon, eliminating biases in the research. By using PRISMA approach, this paper presents an analysis of the evolution of the diversification of the Brazilian electric matrix and its tendency for the coming years. The method consists of determining the publications on power-producing sources and the investigation of documents provided by the regulatory agencies of the Brazilian Electrical System (BES) such as the Operator of the National Electricity System (ONS) and the Brazilian Electricity Regulatory Agency (ANEEL). The results indicate that the BES is supplied by hydroelectric generation, complemented by thermoelectric generation, with a tendency to invest in biomass generation. In many regions of the country, wind and solar generation are also developed. However, it is possible to notice a tendency towards the use of a margin of the reservoirs, mainly by risk aversion systems (RAS) implemented in the software of hydrothermal dispatch, NEWAVE, and using other sources for variations in the demanded load. This way, the new function of the reservoirs would be

“the system battery”, storing energy without being depleted as the main source of generation.

KEYWORDS: Planning and operation of the Brazilian Electrical System (BES), diversification of the energy matrix, Risk Aversion System (RAS).

1 | INTRODUCTION

As in other countries, the Brazilian electric sector is the most importance for socio-economic development. The expansion of the power offer is a problem of diversification of the electric power matrix, assessed under the light of the use of non-polluting energy (Campos et al., 2017). In the case of Brazil, a considerable amount of the energy offer is supplied by hydroelectric generation (Campos et al., 2017; Gomes et al., 2018).

The Brazilian power generation sector is facing a paradigm shift driven, on the one hand, by the shift of a hydroelectric energy-based generation mix to a diversified one and, on the other hand, by international targets aiming at the reduction in the emission of greenhouse gases (Santos et al., 2017). The supply solely using hydroelectric plants presents risks of shortages due to periods of low affluence and the fact that the reservoirs have multi-year regulations, the distance from generation plants to the load centers and the government policy in the process of concession and construction of reservoirs and hydroelectric plants, which delay the operations of hydroelectric plants (Lima et al., 2017).

The search for new power generation sources for the Brazilian electric sector emerges as a solution to the problem of meeting the energy demand. The Decennial Plan for Energy Expansion, prepared by the Energy Research Company between 2006 and 2015, predicted that hydroelectric plants would continue to participate in the matrix ranging about 73% in the period. In 2015, the Brazilian Electricity Regulatory Agency (ANEEL) admitted that these plants represented just 63% of the capacity, 10% less than the target at the time. As a result of this new condition, the reservoirs of the plants that previously had the potential to supply 6.2 months of load in 2001, fell to 5.63 months in 2005 and 4.82 months in 2013 (ONS, 2016).

Several authors agree that the problem of the Brazilian electric matrix diversification consists of the following fundamental questions (Ferreira et al., 2015; Kileber and Parente, 2015; Bradshaw, 2017; Brannstrom et al., 2017; Dantas et al., 2017):

- How is the process of diversifying the Brazilian Energy generation matrix being carried out?
- What power generation alternative sources could be used in Brazil?
- What are the variables that have an influence on the planning and operation of the Brazilian Electric System that assures the demands of the market, so that several energy generation sources will be used?

This paper aims at analyzing the diversification process of the Brazilian energy generation matrix, as well as point out possible variables that may help the planning and the operation of BES, considering the introduction of other energy generating sources that will help reservoir management and BES operation, reducing the dependence on hydropower generation. This will be carried out by using the combination of Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). This paper is divided into five sections. The second section presents BES's planning and operation problem, which is a problem of hydrothermal coordination. The research method is presented in the third section. The fourth shows the result analysis, The conclusion and suggestions for future researches are presented in the fifth section.

2 | BRAZILIAN ELECTRICAL SYSTEM: CHARACTERISTICS AND CHALLENGES

The Brazilian electrical system is mostly supplied by hydropower generation. The advantage of hydroelectricity over other sources includes high efficiency, water storage capacity for future power generation and low operation and maintenance costs. Also, hydropower generation is considered to have the lowest cost among renewable generation sources, although the design and implementation of a hydropower plant require high investments. The hydropower generation system in Brazil comprises large reservoirs with multi-year regulation, arranged in a complex cascade system, considering rivers and

basins (Dranca and Ferreira, 2018). Figure 1 presents the problem regarding planning and operation of the Brazilian electrical system, whose solution, in a preliminary approach, lies on the balance between fuel consumption (thermoelectric) in relation to the amount of water accumulated in the reservoir (hydroelectric), which provides the lowest cost at a future time.

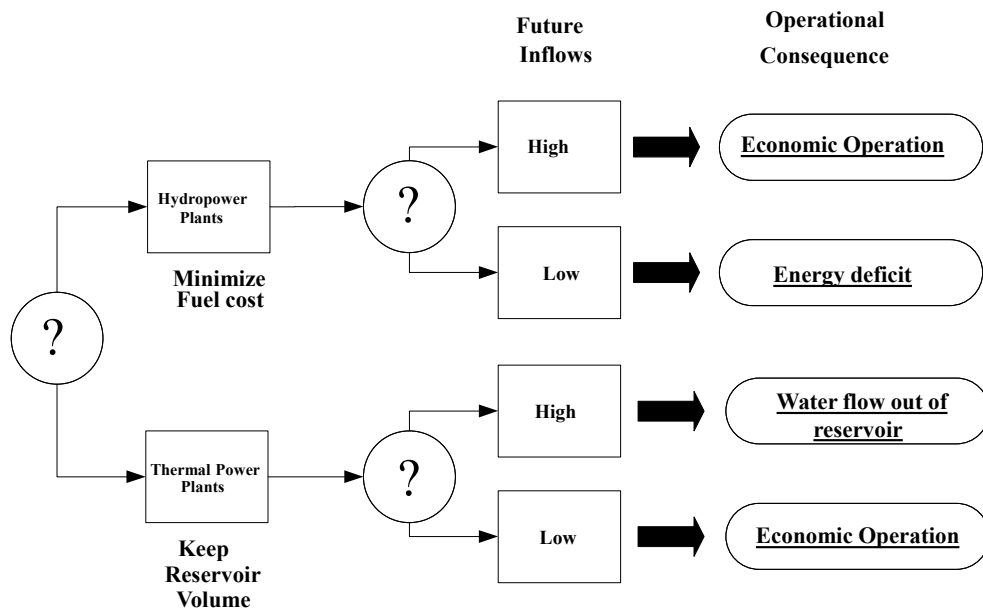


Fig. 1 The problem of hydrothermal coordination.

Source: Adapted from Ferreira et al., 2015.

Hydrothermal planning and operation or coordination consist of identifying an operating strategy, whereby the resources available for power generation are used reasonably, resulting in meeting the demand of electric power at lower and lower electric system operating costs. The characteristics of the hydrothermal coordination problem are: Time-coupled, an operating strategy adopted in the present that brings consequences in future strategic decisions; irregularity in the inflows to the reservoirs or hydrological uncertainty; Coupled in space, *i.e.*, hydropower plants are interdependent, for the amount of water released in one plant affects the operation of another and the value of the power generated by a hydropower plant can be measured based on the resulting savings in the thermal generation costs or on the avoided deficits one located downstream (ONS, 2016).

The objectives of operation savings and service reliability are antagonistic and conflicting: the maximum use of hydropower energy available at each stage is the most economical policy, given that it minimizes the cost with the fuel. However, this policy is the

least reliable, once it results in higher future deficit risks in a predominantly hydropower-based matrix. The maximum supply reliability is accomplished by keeping the level of the reservoirs as high as possible. However, this means using more thermoelectric generation, incurring an immediate cost. This way, the total operation cost, given by the sum of the future cost and immediate cost installments, increases. The balance between operating cost and reliability is obtained through the deficit cost, which represents the economic impact associated with the interruption of the energy supply. The determination of the deficit cost is a highly complex problem, but it is fundamental towards the determination of the most appropriate operation policy for the system. When the deficit cost is significantly low, the result is excessive use of the reservoirs and, therefore, greater rationing risks in the future. If the deficit cost is high, the result is an overuse of the thermoelectric resources of the system at high operating costs (Marzano et al., 2014; Aragão et al., 2017; Rego et al., 2017).

The operation planning consists of finding an operation strategy that, for each stage of the planning period, given the condition of the system at the beginning of the operation, provides generation goals for each plant of the system. Such a strategy must minimize the operation cost expected value along the period, which consists of the fuel cost plus the fines due to eventual faults in the service. Assuming the inflows are known at the beginning of stage t , the resulting control problem may be solved by the recursion of stochastic dynamic programming (SDP) of the type chance-decision, according to equation 1.

$$\alpha_t(X_t) = A_t | X_t \left\{ \min_{U_t} \left[C_t(U_t) + \frac{1}{1 + \beta} \alpha_{t+1}(X_{t+1}) \right] \right\} \quad (1)$$

s.a.

$$X_{t+1} = f_t(X_t, A_t, U_t)$$

$$g_{t+1}(X_{t+1}) \geq 0$$

$$h_t(U_t) \geq 0$$

where $t = T, T-1, \dots$; for every X_t

Equation 1 is performed for each stage t of the study period. The study horizon is represented by T and β is the discount rate or capital cost for the electric sector. The length of each stage and the horizon depend on the characteristics of the system. Condition variables X_t include the characteristics of the problem that affect the operation decision. In the case of hydrothermal systems, there are usually two classes of condition variables: volumes stored in the reservoirs at the beginning of stage t , V_p , and some information about the hydrological tendency. This information can be given, for example, by the rising inflows to the reservoirs in the previous stages. The number of past stages that are represented is directly associated with the order of the stochastic model and varies for each system. $A_t | X_t$ represents the probability distribution of inflow A_t related to the condition of system X_t .

The decision variables of the problem at each stage t , \mathbf{U}_t include the water that passes through the turbines, \mathbf{Q}_t , and the outflow, \mathbf{S}_t in the reservoir. $\mathbf{C}_t(\mathbf{U}_t)$ is the immediate cost associated with decision \mathbf{U}_t , and $\alpha_t(\mathbf{X}_t)$ represents the expected value of the operation cost from stage t to the end of the planning period under the optimum operation hypothesis. The condition transition equation, $\mathbf{X}_{t+1} = \mathbf{f}_t(\mathbf{X}_t, \mathbf{A}_t, \mathbf{U}_t)$ corresponds to the continuity equation of the equation, given by equation 2:

$$\mathbf{V}_{t+1} = \mathbf{V}_t + \mathbf{A}_t + \mathbf{M}(\mathbf{Q}_t + \mathbf{S}_t) \quad (2)$$

Where \mathbf{M} is the incidence matrix of the hydropower plants ($m_{i,i} = -1$, $m_{i,j} = 1$ if i is immediately upstream of j and $m_{i,j} = 0$ in the other cases). The restrictions associated with the condition of the system, $\mathbf{g}_{t+1}(\mathbf{X}_{t+1}) \geq \mathbf{0}$ correspond to limits of the volumes stored in the plants, given by equation 3:

$$\mathbf{V}_{-t+1}^i \leq \mathbf{V}_{t-1}^i \leq \mathbf{V}_{t+1}^{-i} \quad (3)$$

Where \mathbf{V}_{-t+1}^i and \mathbf{V}_{t+1}^{-i} are, respectively, the lower and upper limits of storage of reservoir i . The restrictions associated with the decision variables, $\mathbf{h}_t(\mathbf{U}_t) \geq \mathbf{0}$, corresponds to the upper limits of the water that passes through the turbines, given by equation 4; and the lower limits of the total outflow of the plant are given by equation 5.

$$\mathbf{Q}_t^i \leq \mathbf{Q}_t^{-i} \quad (4)$$

$$\mathbf{Q}_t^i + \mathbf{S}_t^i \leq \mathbf{Q}_t^{-i} \quad (5)$$

Thermoelectric plants are represented by thermal plant groups with similar costs, called thermal classes. The energy supply deficit is represented by a fictitious thermopower plant with infinite generation capacity and a differentiated operation cost for each percentage of market non-compliance at each load level. Thermoelectric generations and the exchange are indirectly represented by the *immediate cost function* $\mathbf{C}_t(\mathbf{U}_t)$. This function represents the thermal generation cost required to complete the demand in stage t (the service is ensured by the inclusion of a fictitious thermal plant). This complement is the difference between the demand and the hydroelectric energy produced by the volume of the water that passes through the turbines \mathbf{Q}_t , given by equations 6.

$$\mathbf{GH}(\mathbf{U}_t) = \sum_{t=1}^{NH} \rho_t \mathbf{Q}_t^i \quad (6)$$

Where ρ_i is the productivity of the hydropower plant i . It is important to notice that the productivity is, in fact, a function of the total outflow and the initial and final volumes of reservoir i , i.e., $\rho_i = \rho(\mathbf{V}_t^i, \mathbf{V}_{t+1}^i, \mathbf{Q}_t^i, \mathbf{S}_t^i)$. This way, the calculation of the operation immediate cost at each stage can be attained by solving the linear programming problem:

$$\mathbf{C}_t(\mathbf{U}_t) = \min \sum_{j=1}^{NT} \mathbf{C}_j(\mathbf{G}_t^j) \quad (7)$$

$$s.a. \quad \sum_{t=1}^{NH_k} \rho_t Q_t^i + \sum_{j=1}^{NT_k} G_t^j + \sum_{r \in \Omega_k} (f_t(r, i) - f_t(i, r)) = N_t^K$$

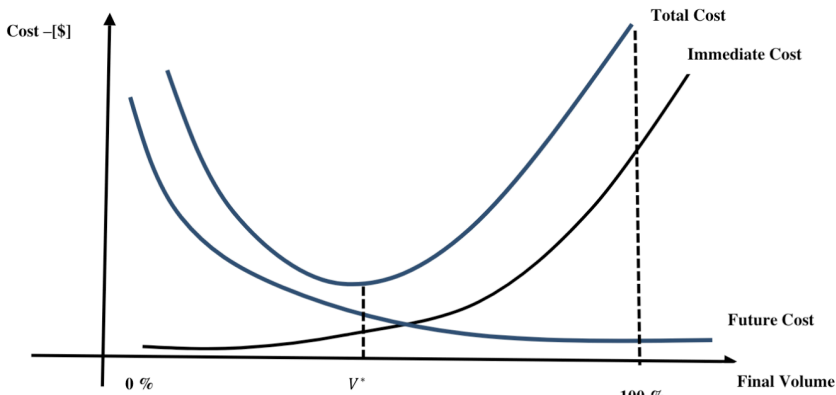
$$G_{-t}^j \leq G_t^j \leq G_t^{-j}$$

$$f_t(i, r) \leq \bar{f}_t(i, r)$$

For values of $k=1,2,3,\dots, NS$, where:

NS	Total number of subsystems;
NH_k	Total number of hydropower plants of subsystem k ;
NT	Total number of thermal plants;
NT_k	Total number of thermal plants of the subsystem k ;
k	Considers the number of the used subsystem, com $k=1, 2, \dots, NS$;
j	Represents thermoelectric plants, with $j=1, 2, \dots, J$;
G_t^j	Thermoelectric generation j at stage t (MWh);
G_{-t}^j e G_t^{-j}	Minimum and maximum generation limits of j at stage t (MWh);
C_j	Thermopower generation cost j (R\$/MWh);
N_t^K	Power need of subsystem k at stage t (MWh);
$f_t(i, r)$	Energy exchange from subsystem i to subsystem r (MWh) at stage t ;
$\bar{f}_t(i, r)$	Power Exchange limit from subsystem i to subsystem r (MWh) at stage t ;
Ω_k	Set of subsystems directly connected to subsystem k .

For a graphical analysis of the hydrothermal coordination problem, it is enough to consider that function $\alpha_{t+1}(X_{t+1})$ represents the expected value of the operation cost from stage $t+1$ to horizon T , starting at condition X_{t+1} , i.e., the future cost considering the use of hydroelectricity and the uncertainties concerning the inflow. The immediate cost related to thermoelectric generation is $C_t(U_t)$. This way, the total operation cost that is comprised by two parts at each strategy to meet the demand must be minimized, which is the minimization of the objective function, given by equation (1). Graphic 1 presents future and immediate costs in relation to the reservoir use, considering the uncertainties related to the inflow for the development of the future cost function.



Grap.1 Cost Dynamics in relation to the final volume of reservoirs

Source: (ONS, 2016).

The approach used to solve the planning and operation problem of the Brazilian electrical system, given by the stochastic dual dynamic programming, considers that all the reservoirs of the subsystems can be grouped in a single equivalent reservoir. This way, each subsystem presents one single equivalent reservoir subject to the rainfall regime, considering a series of two thousand values generated by a Box-Jenkis periodic autoregression model based on the precipitation at the plant sites from rains at the stations of the mills from 1931 to 2001. In this stage of solving the planning problem, a period of five years is considered. This computational module is called NEWAVE. The second stage is to split the equivalent reservoir and obtain the generation per plant and the water values that remained in the reservoir. The DECOMP module is responsible for this stage. The discretization or time period of the DECOMP is weekly-based. In case an hourly-based discretizations is necessary, the module *DESSEM* must be used.

3 | RESEARCH METHODOLOGY

This research can be classified as applied research, once its results can be used to solve problems that occur in real life, mainly related to the planning and operation of the Brazilian Electrical System (BES). As for its goal, it can be classified as exploratory research, given that it aims at being familiar with the issue of energy diversification, considering the several sources of energy. Thus, this research consists of a systematic review of the literature, focusing on alternative sources of energy and the diversification of the electric matrix (Campos et al., 2017). The case study approach is used by carrying out an analysis of the documents regarding the BES, published by the Operator of the National Electricity System (ONS) and the Brazilian Electricity Regulatory Agency (ANEEL).

The systematic review of the literature was performed by using the Preferred Report Items for Systematic Review and Meta-Analyses, PRISMA, developed at a meeting of researchers in Ottawa, Canada. The goal of using PRISMA is to favor systematic reviews of the literature and Meta-Analysis, avoiding bias in the research (Moher et al., 2009; Haddaway et al., 2015). PRISMA consists of four phases: Identification, Screening, Eligibility and Included. The Identification phase consists of extensive research on all papers published from two 2014 to 2017 in the most important databases, such as Web of Science, Scopus and Google Scholar. The research in the papers and abstracts was made using these keywords: Electrical matrix diversification, energetic sources, renewable energy. The result was 404 papers. The Screening phase consists of the reading of the abstracts. The complete text must also be read if it is necessary to filter the relevant papers, following criteria below:

1. The paper must address problems regarding planning, expansion and operation of the electric system;
2. The paper must address the research issue, *e.g.*: the necessary natural resources to favor the use of a certain alternative source;
3. Presenting the empirical study of the impact of several sources of electric power generation in the electric matrix of other countries.
4. The last criterion consists in dividing the papers into three groups: (i) first group: papers with studies about the planning and operation of BES, focusing on the use of alternative sources, and their modeling in hydrothermal dispatch software, Newave ; (ii) second group: the papers that address alternative sources of energy: solar and photovoltaic, wind and biomass (mainly solid waste); and (iii) third group: papers that relate the sector variables such as deficit risk or low electricity offer; amount of power supplied by each type of generation source and operation cost of the electric system.

The Eligibility phase consists of reading the papers, highlighting the research method that was used, the main results and suggestions for future researches, which indicate the gaps that must be investigated. The Included phase consists of a joint analysis of documents and reports provided by the Ministry of Mines and Energy (MME), the Operator of the National Electricity System (ONS) and the Brazilian Electricity Regulatory Agency (ANEEL) and the papers obtained by the systematic review of the literature. Figure 2 presents the research method, relating the results of each step.

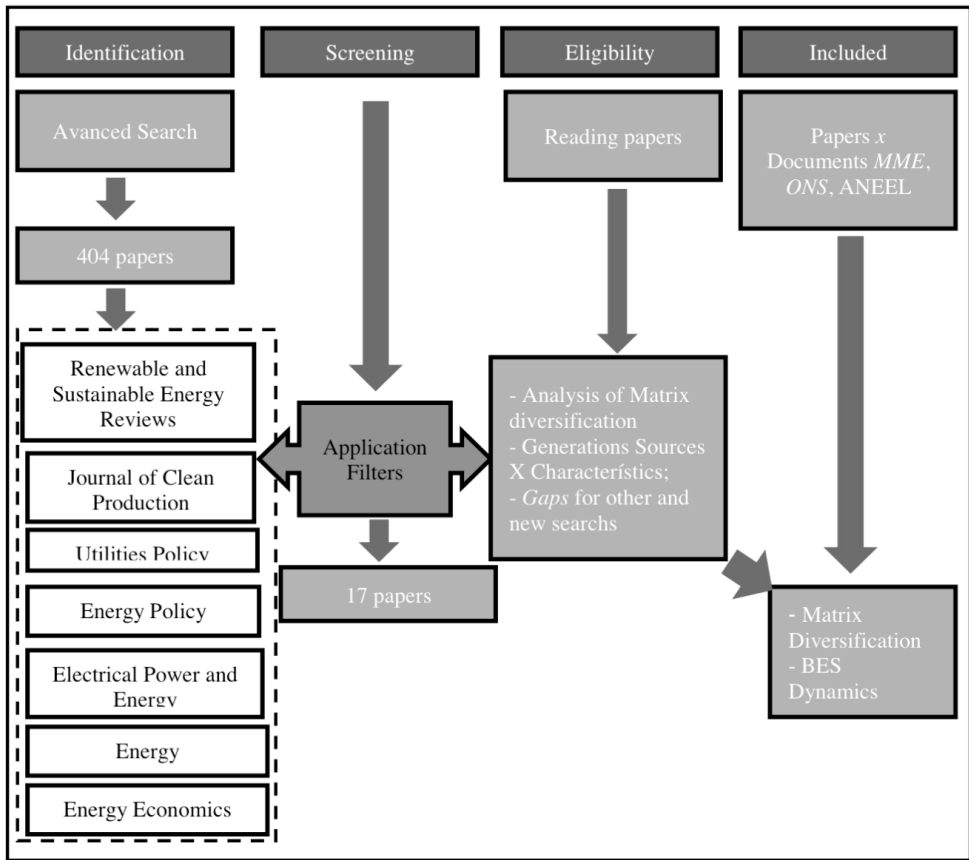
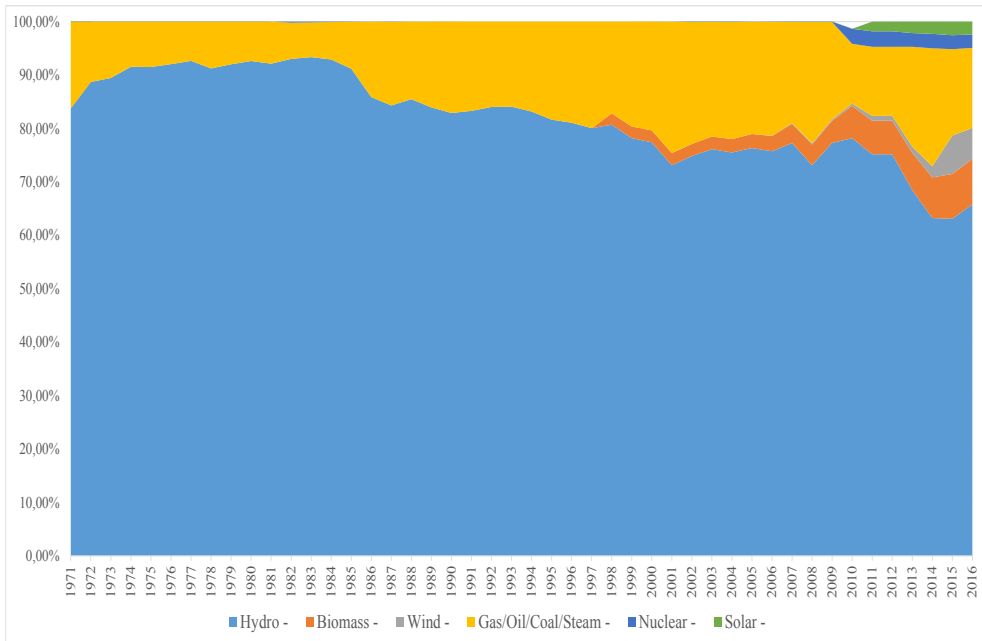


Fig. 2 Research Method.

4 | PRESENTATIONS AND ANALYSIS OF RESULTS

One of the concepts mentioned in the study of matrix diversification is the endowment effect. Such concept reinforces that the presence of natural resources in the country makes the development of new technologies for the production of electric energy difficult, for it is estimated that such investments are high compared to the use of technologies that already use the existing and traditional resources for electric power generation (Kileber and Parente, 2015). As far as Brazil is concerned, as it has been pointed, the power offer comes mostly from hydropower generation. Graphic 2 shows the evolution of the electric power load supply in Brazil from 1971 to 2016, considering the inclusion of other sources of electric power production.



Grap. 2 Evolution of the load supply for each power source.

The expansion of the electric power offer in Brazil must also consider the premises of economic growth that is safe and respects the environmental regulations. Brazil has a significant power potential, where renewable sources such as hydraulic, wind, solar and biomass must be highlighted (ANEEL, 2019). When it comes to the definition of the diversified matrix, a problem that must be taken into account is to provide the necessary flexibility power supply at any given time and in response to instantaneous variations in load and short-term demand. For these situations, a possible policy, adopted in PDE 2026 (MME,2019), consists of:

- Repowering or installing additional generating units at existing hydroelectric power plants;
- Fast start-up thermoelectric plants;
- Reversible hydroelectric plants;
- Chemical power storage (batteries);

The repowering and use of motors at existing hydroelectric plants pose as an alternative for situations where it is possible to obtain power benefits due to the reduction of eventual outflow, resulting in gains related to the physical guarantee of the plant. However, it is necessary to verify the water availability and whether the expansion does not violate operating restrictions. Fast start-up thermoelectric plants operate in simple cycles by using

internal combustion engines, gas turbines or even industrial turbines (heavy duty). The most important characteristic of such plants is the high flexibility, allowing their generation to increase or decrease in a few minutes, thus following the curve of the load that must be supplied. For natural gas plants, the availability of the fuel and the respective pipelines are so important that the fuel supply is guaranteed even if the plant does not operate for long periods, increasing fixed costs. However, when the flexibility of sources of energy is considered, it is possible that thermoelectric plants can operate with other fuels besides natural gas. Reversible hydroelectric plants are characterized by the possibility of pumping water from a lower reservoir to an upper one, during periods of lower demand and providing power to the system throughout more significant demand. Nevertheless, the power balance of such plants is negative, for the generated power corresponds to eighty percent of the power consumed to pump. The desired number of hours of generation cycle, the difference in the level of the upper and the lower reservoirs, available water storage volume, as well as the topographic conditions are important variables for the planning of reversible hydroelectric plants. It is noteworthy that there are studies carried out in the 1970s indicating the southeastern region of Brazil as a potentially good location for reversible hydroelectric plants. The storage of electric power, on the other hand, by using batteries, aims at acting as a load or immediate dispatch generators. In California, there are 30MW/120 MWh battery systems, predominantly lithium-ion technology, operating at nominal power for up to four hours. The storage of electric power by batteries emerges a promising alternative in Brazil, as long as the cost of this technology and the additional services decrease over time. In addition to the batteries, there are two other promising technologies to keep the power up for a few load levels: hydrogen cells and compressed air energy storage (Compressed Air Energy Storage).

Table 1 shows the 2019 arrangement of the Brazilian energy matrix, where it is possible to notice the predominance of hydroelectric generation. It is also possible to observe investments in other sources of generation, such as wind, biomass and fossil fuel and natural gas thermal plants. The objective of investing in such plants is to minimize the hydrological risk present in a predominantly hydropower matrix and balance the supply to the load, which presents periods of peak and is more unstable than the average demand.

Source			Installed Capacity		
Origin	Level 1	Level 2	Number of power Plants	kW	%
Biomass	Agro Industrial	Sugarcane Bagasse	407	11.352.402	6,5977%
		Biogas AGR	3	7.951	0,0046%
		Elephant Grass	2	31.700	0,0184%
		Rice Husk	13	53.333	0,0310%
	Liquid Biofuel	Ethanol	1	320	0,0002%
		Vegetable Oils	12	4.350	0,0025%
	Forest	Charcoal	8	48.197	0,0280%
		Blast Furnace Gas - Biomass	12	127.705	0,0742%
		Firewood	5	36.7185	0,0213%
		Black Liquor	18	2.542.616	1,4777%
	Animal Residues	Forest Residues	58	434.117	0,253%
		Biogas Animal Residues	14	4.481	0,0026%
	Urban Residues	Biogas – Urban Residues	21	137.735	0,080%
Coal Urban Residues		2	5.250	0,0031%	
Wind Power	Wind Kinetics	Wind Kinetics	610	14.958.393	8,6934%
Fossil	Mineral Coal	Process Heat – Mineral coal	2	28.400	0,0165%
		Mineral Coal	12	2.857.740	1,6608%
		Blast Furnace Gas – Mineral Coal	8	365.960	0,2127%
	Natural Gas	Process Heat – Natural Gas	1	40.000	0,0232%
		Natural Gas	166	13.314.419	7,7380%
	Others Fossils	Process Heat – Obter Fossil	3	157.950	0,0918%
	Oil	Blast Furnace Gas - Oil	1	1.200	0,0007%
		Refinery Gas	6	319.530	0,1857%
		Fuel Oil	77	3.344.179	1,9435%
		Diesel Oil	2.147	4.162.451	2,4191%
Other Oil Energy		17	1.023.328	0,5947%	
Hydraulic	Hydraulic Potential	Hydraulic Potential	1.341	104.471.516	60,7160%
Nuclear	Uranium	Uranium	2	1.990.000	1,1565%
Solar	Solar Radiation	Solar Radiation	2.469	2.074.002	1,2054%
Wave Power Plant	Kinetics or Water	Kinetics or Water	1	50	0,0000%

Import	Paraguay		5.650.000	3,2836%
	Argentina		2.250.000	1,3076%
	Venezuela		200.000	0,1162%
	Uruguay		70.000	0,0407%
TOTAL			7.429	172.065.990 100%

Table 1. Brazilian energy matrix arrangement
Source: ANEEL (2019)

Figure 3 shows the study plan for calculating the diversification of the Brazilian matrix, defining the variables that influence the decision of the offer expansion policy and the policies that several researchers approach (Maceira et al., 2015; Guerra et al., 2015; Bradshaw, 2017; Dantas et al., 2017; Gomes et al., 2018; Lamas et al., 2013).

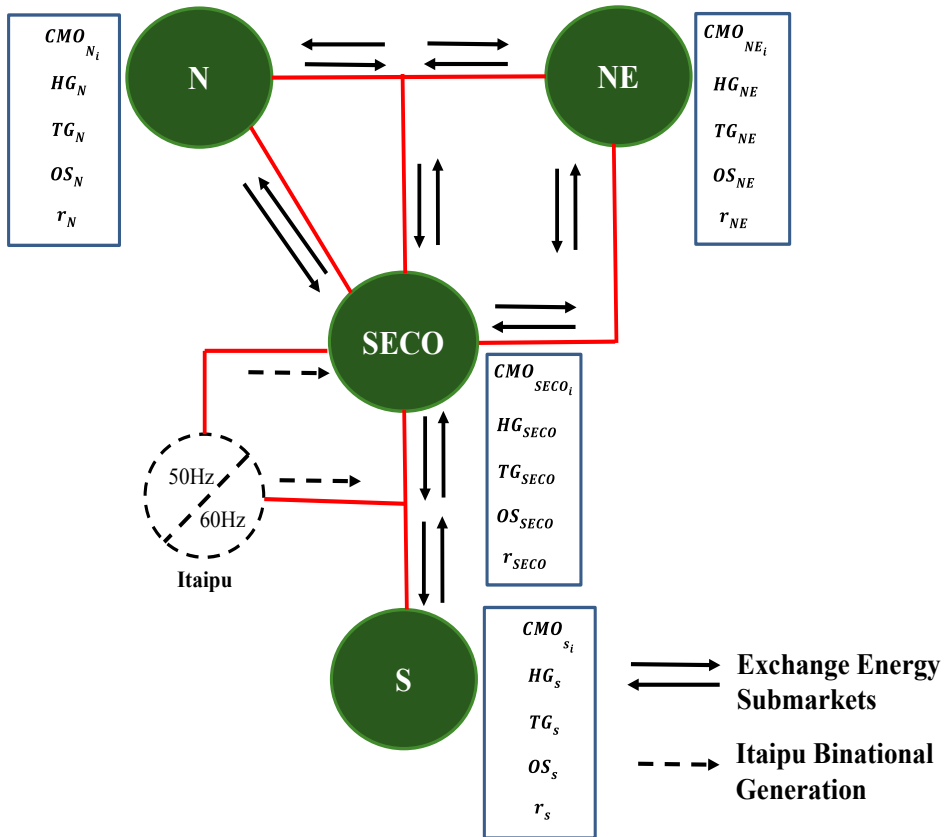


Fig. 3 BES, considering condition variables

The BES variables are provided at the end of the simulation with Newave. These variables provide the configuration of the system and are used for planning and operation studies. They are:

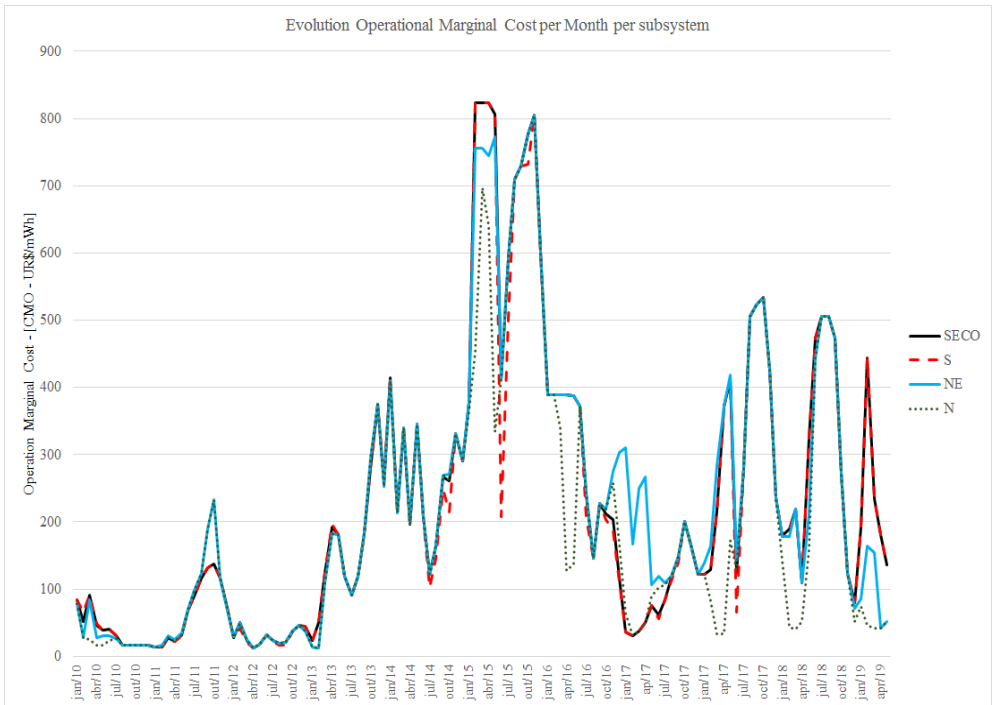
- Marginal cost operation per load level i ($i = 1$ - heavy, 2 - average or 3 - light): The marginal cost reflects the cost to meet a demand variation of one mWh, given in US\$/mWh. The marginal cost operation is calculated for each load level, as shown in Table 2, and for each submarket. Thus, for example, CMO_{S_1} refers to the marginal cost operation of the South submarket at the heavy level. As the dispatch model is hydrothermal, the marginal cost is very sensitive to the inflow (Maceira et al., 2015).

Load level	Monday to Saturday	Sunday/holiday
Heavy	6 pm – 9 pm	
Average	7 am – 6 pm	5 pm – 10 pm
Light	12 am – 7 am	12 am – 5 pm 10 pm – 12 am

Table 2. Periods of energy load level.

Source: MME (2018).

Graphic 3 shows the marginal cost operation for each subsystem over the past ten years; monthly-based data.



Grav. 3 Evolution of the marginal cost operation for each subsystem over the last at a monthly basis

- Hydropower generation, thermal generation and generation using other sources per submarket (respectively represented by HG, TG and OS) consist of the amount of energy supplied by each type of generation within BES for each subsystem (Maceira et al., 2015; Hunt et al., 2018; Pereira et al., 2012; Pottmaier et al., 2012; Schimdt et al., 2016).
- Deficit risk consists of the probability of a load cut in the market demand. In the hydrothermal dispatch model, Newave, the deficit is associated to the cost, which measures the value of the lack of electric energy by taking into account the impact of the restrictions on the electric energy supply in the economic production of the country (Paim *et al.*, 2019). The cost of the deficit is a key parameter for the planning and operation of the BES, for under unfavorable hydrological conditions, it is one of the determinants in the formation of the CMO and the price in the spot market, given that it is an indicator of thermal plants dispatch. The calculation of the deficit cost was developed by the Research Center in Electrical Energy (CEPEL), based on the National Energy Policy Council (CNPE) resolutions No. 1/2004 and No. 9/2008. The maximum limit of probable energy deficits occurrence is 5% of the hydrological horizons. The planning, then, must seek equality between CMO and Marginal Cost of Expansion (CME), establishing power and economic security criteria. Thus, the cost of the deficit is the value

for which the CMO and CME equalize considering a non-market criterion of 5% for each subsystem. This strategy for valuing the cost of the deficit presents a high computational cost, given that several simulations of the Newave model are necessary to reach the equality between CMO and CME (Campos et al., 2017).

The CMO_{it} and r_i variables stimulated the creation of risk aversion systems (RAS), introduced in the problem of minimization of total operation cost, automated by Newave. The first approach consists of inserting a constraint in the stochastic dual dynamic programming, called Risk Aversion Curve. The second approach is to introduce a Risk Aversion Surface in the objective function of the hydrothermal dispatch problem. In the latter, the simulation with Newave presents a subroutine that determines the deficit risk, considering not only the final stored energy in the reservoirs of each subsystem, but also the total energy of the system. The other method within the RAS approach is the Conditional Value at Risk (CVaR), which allows more focus on the most critical hydrological horizons in the calculation of the operation policy. This approach is given by altering the objective function, so that not only the total operation cost with a given weight $(1-\lambda)$ is minimized, but also an additional part related to the cost of the most critical hydrological horizons with weight λ . The most critical set of hydrological horizons is identified by an α parameter related to the protection level and that indicates the percentage of the total horizons of the period that will be considered with additional cost in the objective function. The values of parameters λ and α are associated with the level of risk aversion that was adopted (Maceira et al., 2015).

5 | CONCLUSIONS AND POLICY IMPLICATIONS

The diversification of the electric energy matrix, considering renewable and non-polluting sources, is a challenge for several countries. As for Brazil, its geographic extent divided into regions with different climatic characteristics and energy consumption profiles, the problem of using other sources for electric power generation is facilitated by the existing abundance of natural resources. Throughout the systematic literature review, it was observed that mainly after the 1970s, a period when the country invested in industrial growth, the need for electric power was mostly met by hydroelectric plants. This characteristic made the supply of the demand susceptible to hydrological risks due to the inflow regime.

The evolution of the electric energy matrix must be able to meet not only the consumption, but also the loads (composition of the system load curve), which have different behaviors according to the period of the day. Thus, the management of BES's electrical matrix considers the use of reservoirs up to a point. Thus, BES must implement the risk aversion systems, in case part of the power supply must come from other sources, mainly gas thermal plants, in such a way that part of the energy of the system is stored in the reservoirs, which start to work as batteries of the system.

This study points out the variables that can be used for planning the matrix diversification. They are marginal cost of operation (CMO), power generation (supplied by several sources: hydropower, wind, solar) and the deficit risk. For the Brazilian market until the 1940s, power generation was close to the load centers and the amount of energy supplied was the main variable of the Brazilian electrical system. However, from 1940 on, the construction of large plants with reservoirs for future generation became a more economical alternative, given that doubling the inputs, energy production increased more than twice (increasing scale economy). This way, the system operation cost was added to the analysis. As BES was predominately hydropower-based, the risk of low inflow and the issue regarding the load behavior stimulated the inclusion of other sources, especially thermoelectric plants. However, it was necessary to associate the cost of the water stored in the reservoirs with the decision to dispatch the thermal plants, mainly those using gas. The CMO variable incorporated this information and the risk of deficit completed the diagnosis of the system, for it emphasizes the risk of power shortage.

Over the last two decades, the BES trend has been to bring generation closer to consumers or to a load centers. This policy is known in Brazil as distributed generation and it uses several sources energy, mainly solar. However, the accounting for the power generated in this modality consists of calculating the difference between the energy supplied by the system and the energy supplied by the producer, who is a consumer at the same time. This new player is called prosumer. As at BES the planning and operation are centralized, the variables are manipulated according to the hydrothermal dispatch model, NEWAVE, which is the BES official planning and operation software.

REFERENCES

ANEEL, 2019. www.aneel.gov.br (Retrieved March 2019)

ARAGÃO, A.P., ASANO, P.T., FERREIRA, F.G., RABELO, R.A.L., COIMBRA, W.T., Development of a computational model based on Particle Swarm Optimization and Network Flow applied to the problem of Hydrothermal Coordination. *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC) Banff Center*, Banff, Canadá, October 5-8, 2017.

BRADSHAW, A. (2017), Regulatory change and innovation in Latin America: The case of renewable energy in Brazil. *Utilities Policy*, 49, 156-164.

BRANNSTROM, C., GORAYEB, A., MENDES, J.S., LOUREIRO, C., MIRELES, A.J.A., SILVA, E.V., FREITAS, A.L.R., OLIVEIRA, R.F. (2017), Is Brazilian Wind power development sustainable? Insights from a review of conflicts in Ceará state. *Renewable and Sustainable Energy Review*, 67, 62-71.

CAMPOS, A.F., SILVA, N.F., PEREIRA, M.G., FREITAS, M.A.V.(2017), A review of Brazilian natural gas industry: challenges and strategies. *Renewable and Sustainable Energy Review*, 75, 1207-1216.

- DANTAS, G.A., CASTRO, N.J., BRANDÃO, R., ROSENAL, R., LAFRANQUE, A. (2017), Prospects for the Brazilian electricity sector in the 2030s: Scenarios and guidelines for its transformation. *Renewable and Sustainable Energy Review*, 68, 997-1007.
- DRANCA, G.G., FERREIRA, P.(2018), Planning for a Renewable future in Brazilian Power system. *Energy*, 164, 496-511.
- FERREIRA, P.G.C., OLIVEIRA, F.L.C., SOUZA, R.C.(2015), The stochastic effects on the Brazilian Electrical Sector. *Energy Economics*, 49, 328-335.
- GOMES, V.P., NETO, N.K., CARVALHO, L., SUMAILI, J., SARAIVA, J.T., DIAS, B.H., MIRANDA, V., SOUZA, S.M.(2018), Technical-economic analysis for the integration of PV systems in Brazil considering policy and regulatory issues. *Energy Policy*, 115, 199-206.
- GUERRA, J.B.S.O.A., DUTRA, L., SCHWINDEN, N.B.C., ANDRADE, S.F.(2015), Future scenarios and trends in energy generation in brazil: supply and demand and mitigation forecasts. *Journal of Clean Production*, 103, 197-210.
- HADDAWAY, N.R., WOODCOCK, P., MACURA, B., COLLINS, A.(2015), Making literature reviews more reliable through application of lessons from systematic reviews. *Conservation Biology*, 106, 1596-1605.
- HUNT, J.D., STILPEN, D., FREITAS, M.A.V., FREITAS, M.A.V. (2018), A review of the causes, impacts and solutions for electricity supply crises in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Review*, 19, 208-222.
- KILEBER, S., PARENTE, V.(2015), Diversifying the Brazilian electricity mix: Income level, the endowment effect and governance capacity. *Renewable and Sustainable Energy Review*, 49, 1180-1189.
- LAMAS, W.Q., GIACAGLIA, G.E.O.(2013), The Brazilian energy matrix: Evolution analysis and its impact on farming. *Energy Policy*, 63, 321-327.
- LIMA, L.P., RIBEIRO, G.B.D., PEREZ, R., FREITAS, M.A.V.(2018), The energy mix and energy efficiency analysis for Brazilian dairy industry. *Journal of Clean Production*, 181, 209-216.
- MACEIRA, M.E.P., MARZANO, L.G.B., PENA, D.D.J., DINIZ, A.L., JUSTINO, T.C.(2015), Application of CVaR risk aversion approach in the expansion and operation planning and for setting the spot price in the Brazilian hydrothermal interconnected system. *Electrical Power and Energy Systems*, 72, 126-135.
- MARZANO, L.G.B., BATISTA, F.R.S., MACEIRA, M.E.P., MELO, A.C.G., JUSTINO, T.C., GINAID, A., A Multi-Area approach to evaluate the Brazilian power system capacity to supply the peak load demand using detailed simulation model of power plants operations. *Power Systems Computations Conference, Wroclaw, Poland, August 18-22, 2014.*
- MME, 2019. www.mme.gov.br (Retrieved April 2019)
- MOHER, D., LIBERATI, A., TETZLAFF, J., ALTMAN, D.(2009), Preferred Reporting Item for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA statement. *Annals of Internal Medicine*, 151 (4), 264-269.
- ONS, 2016. <http://www.ons.org.br> (Retrieved April 2019).

PEREIRA, M.G., CAMACHO, C.F., FREITAS, M.A.V., SILVA, N.F.(2012), *The renewable energy market in Brazil: Current status and potential. Renewable and Sustainable Energy Review*, 16, 3786-3802.

POTTMAIER, D., MELO, C.R., SARTOR, M.N., KUESTER, S., AMADIO, T.M., FERNANDES, C.A.H., MARINHA, D., ALARCON, O.E.(2013), The Brazilian energy matrix: From a materials science and engineering perspective. *Renewable and Sustainable Energy Review*, 19, 62-71.

REGO, E.E., RIBEIRO, C.O., COSTA, O.L.V., HOO, L.H., JUSTINO, T.C., GINAID, A.(2017), Thermoelectric dispatch: from utopian planning to reality. *Energy Policy*, 106, 266-277.

SANTOS, M.J., FERREIRA, P., ARAÚJO, M., PORTUGAL-PEREIRA, J., LUCENA, A.F.P.(2017), Scenarios for the future Brazilian power sector based on a multicriteria Assessment. *Journal of Clean Production*, 167, 938-950.

SCHMIDT, J., CANCELLA, R., PEREIRA Jr, A. (2016), The role of wind power and solar PV in reducing risks in the Brazilian hydro-thermal power system. *Energy*, 115, 1748-1757.

COMPARAÇÃO ENTRE MODELOS DE SIMULAÇÃO NUMÉRICA TFM E CFD-DEM APLICADOS EM LEITO FLUIDIZADO

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 05/01/2021

Fernando Manente Perrella Balestieri

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Unesp, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (FEG), Departamento de Energia Guaratinguetá-SP
<http://lattes.cnpq.br/5981747414975081>

Carlos Manuel Romero Luna

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Unesp, Faculdade de Engenharia de Itapeva, Departamento de Produção Itapeva-SP
<http://lattes.cnpq.br/3587541572857005>

Ivonete Ávila

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Unesp, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (FEG), Departamento de Energia Guaratinguetá-SP
<http://lattes.cnpq.br/3677902255431448>

RESUMO: O objetivo desse trabalho é fazer uma breve análise dos dois modelos fluidodinâmicos aplicados em simulações numéricas para leitos fluidizados: o modelo de dois fluidos (TFM) e o modelo que combina fluidodinâmica computacional com método de elementos discretos (CFD-DEM). Essa análise foi realizada por meio de uma busca na base de dados Scopus.

Os resultados indicam uma tendência recente dos autores em investir em estudos aplicados mais diretamente ao modelo CFD-DEM devido à sua maior precisão e confiabilidade, embora seu tempo de processamento computacional seja mais longo quando comparado com TFM.

PALAVRAS-CHAVES: Leito fluidizado, TFM, CFD-DEM, Simulação Numérica.

COMPARISON OF NUMERICAL SIMULATION MODELS TFM AND CFD-DEM FOR FLUIDIZED BED

ABSTRACT: The objective of this work is to make a brief analysis of the two fluid dynamics models applied in numerical simulations for fluidized beds: the two fluid model (TFM) and the model that combines computational fluid dynamics with discrete element method (CFD-DEM). This analysis was performed through a search in the Scopus database. The results indicate a recent tendency of the authors to invest in studies applied more directly to the CFD-DEM model due to its greater precision and reliability, although its computational processing time is longer when compared to TFM.

KEYWORDS: Fluidized bed, TFM, CFD-DEM, Numerical Simulation.

1 | INTRODUÇÃO

O leito fluidizado é um sistema que tem seu funcionamento baseado no princípio de fluidização, que consiste na injeção de um fluido na parte inferior de uma câmara onde se tem um material particulado. Com a injeção desse

fluido em uma vazão mínima necessária, o material particulado começa a se movimentar, causando o efeito conhecido como fluidização (KUNII; LEVENSPIEL, 1991).

O sistema de fluidização tem diversas aplicações, abrangendo desde processos químicos como a produção de produtos químicos e fármacos até processos físicos como adsorção e secagem de grãos (XUE et al., 2020; YATES; LETTIERI, 2016). Assim, com essa versatilidade, uma das possíveis aplicações está diretamente relacionada com a geração de energia, tendo a sua base inicialmente fundamentada na combustão de carvão, mas com potencial para utilização em outros processos termoquímicos, como a gaseificação ou a pirólise, assim como outras fontes energéticas com menor impacto ambiental, como por exemplo, a biomassa.

Interessante notar que embora o leito fluidizado seja utilizado desde meados de 1940, a tecnologia ainda tem muito a ser estudada por ser um sistema complexo (WANG, 2020). Essa complexidade está em parte associada à sua característica multifásica, no qual se tem, em muitos casos, uma mistura entre um material particulado sólido, que pode ser homogêneo ou heterogêneo, e um fluido, que em casos aplicados para geração de energia, é normalmente um gás. Além disso, existem outras influências no processo, como a geometria do leito e da placa distribuidora, o que afeta diretamente no escoamento dentro do leito.

Se todas essas características fluidodinâmicas forem consideradas juntamente com os processos termoquímicos que ocorrem no reator, se torna fácil compreender o porquê que esse é um problema que vem sendo estudado há tanto tempo. A complexidade do problema resulta em um número grande de variáveis, sendo que algumas delas são difíceis de medir de maneira precisa. Para contornar esse problema, diversos pesquisadores começaram a investir em experimentos numéricos, possibilitando evitar problemas existentes em experimentos reais, entre eles, essa dificuldade de medição precisa de algumas variáveis importantes (XUE et al., 2020).

No entanto, esse não é o único motivo para utilizar simulações numéricas, porque elas também podem auxiliar na melhoria da eficiência do leito fluidizado, além de cortar custos e reduzir a fase de projetos em um meio industrial (SHI; KOMRAKOVA; NIKRITYUK, 2019).

Embora existam vantagens inerentes à simulação numérica, para poder realizar esses experimentos de maneira confiável, é necessário ter um modelo matemático robusto e que represente de maneira muito próxima o que acontece em um leito fluidizado real. Considerando modelos fluidodinâmicos computacionais (Computational Fluid Dynamics ou CFD), existem atualmente duas abordagens principais que são mais utilizadas e estudadas para aplicação em leito fluidizados: Euleriana-Euleriana (E-E) e Euleriana-Lagrangeana (E-L) (SHI; KOMRAKOVA; NIKRITYUK, 2019).

A abordagem E-E considera ambas as fases (sólido e fluido) como contínuas e interpenetrantes considerando as equações de conservação de massa, energia e momento

como parte desse modelo. Dentro dessa abordagem E-E existem duas opções, sendo que uma é a modelagem chamada de Modelo de Dois Fluidos (Two Fluid Model ou TFM) com apenas uma fase de sólido e uma fase de gás. O outro modelo dentro da abordagem E-E é conhecido como Modelo de Multi Fluidos (Multi Fluid Model ou MFM) com uma fase de gás e duas ou mais fases de sólidos (OSTERMEIER et al., 2019; SELÇUK et al., 2004; SHI; KOMRAKOVA; NIKRITYUK, 2019; TAN et al., 2019; XUE et al., 2020).

A abordagem E-L permite seguir as partículas individualmente ou em parcelas agrupadas seguindo as Leis de movimento de Newton. Essa modelagem E-L pode ser dividida de acordo com os tipos de interação partícula-partícula e partícula-parede, existindo entre elas: Modelo de Fase Densa Discreta (Dense Discrete Phase Model ou DDPM), Fluido Dinâmica Computacional – Método Elemento Discreto (Computational Fluid Dynamics-Discrete Element Method ou CFD-DEM), entre outros (OSTERMEIER et al., 2019; SELÇUK et al., 2004; SHI; KOMRAKOVA; NIKRITYUK, 2019; TAN et al., 2019; XUE et al., 2020).

Dentre todas essas variações nas duas abordagens básicas E-E e E-L, foram selecionados os modelos TFM e CFD-DEM por serem os dois modelos principais utilizados pelo programa de computador MFIX para simulações em leito fluidizado. Portanto, surge a necessidade de entender as vantagens e desvantagens de cada modelo e melhor compreender como eles estão sendo aplicados nas diferentes áreas de conhecimento que envolvem o uso de um leito fluidizado.

2 | OBJETIVOS

Realizar uma breve avaliação dos dois modelos TFM e CFD-DEM, comparando suas possíveis aplicações, vantagens, desvantagens e possíveis tendências futuras de qual dos dois modelos vai receber maior atenção no meio acadêmico nos próximos anos.

3 | MATERIAL E MÉTODO

A coletânea de artigos foi obtida do Scopus, uma das maiores base de dados existentes. Os artigos foram obtidos pesquisando os termos “fluidized bed” AND “TFM” OR “Two Fluid Model” OR “Eulerian-Eulerian” para o modelo TFM e os termos “fluidized bed” AND “CFD-DEM” OR “Eulerian-Lagrangian” para o modelo CFD-DEM. Em ambos os casos, foi selecionado a opção “Title-abs-key” considerando apenas os artigos publicados em inglês até Agosto de 2020.

Com base nos artigos obtidos para ambos os modelos (TFM e CFD-DEM), foram criados gráficos mostrando o número de publicações em função do ano, áreas principais de aplicação dos dois modelos assim como os principais países que publicam para cada um deles.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número total de artigos obtidos na pesquisa, aplicando o método descrito anteriormente foi de 2941 para o modelo TFM e 2665 para o modelo CFD-DEM. Na Figura 1 são mostradas as proporções para cada área de conhecimento, comparando ambos os modelos. Interessante notar que as proporções obtidas são praticamente as mesmas, embora a quantidade de artigos para o modelo TFM seja aproximadamente o dobro do CFD-DEM.

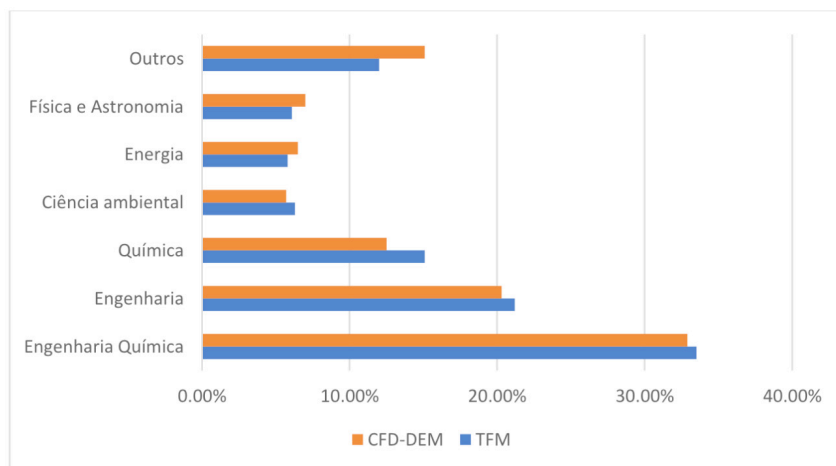


Figura 1. Dados da base do Scopus (Agosto/2020): área de concentração dos artigos para TFM e CFD-DEM.

Fonte: Autoria própria.

Percebe-se na Figura 1 uma predominância nas áreas relacionadas à engenharia química. Isso significa que embora os modelos sejam fundamentalmente utilizados para descrever o escoamento fluidodinâmico no leito, a maior parte dos trabalhos com aplicação em leito fluidizado envolve de alguma maneira um processo químico. Além disso, em muitos desses artigos, os autores tentam criar uma relação entre os perfis fluidodinâmicos obtidos nas simulações com fatores térmicos e/ou químicos intrínsecos do processo em foco.

Na Figura 2 é apresentada a relação entre número de artigos publicados por ano para as duas modelagens. Um fator interessante de notar é que CFD-DEM começou a ser pesquisado vários anos após o modelo TFM, mas recentemente conseguiu passar TFM por uma diferença de mais de 200 artigos. Além disso, TFM parece ter atingido certa estabilização no número de artigos publicados nos últimos anos, o que indica uma possível tendência de haver um maior investimento no modelo CFD-DEM nos próximos anos.

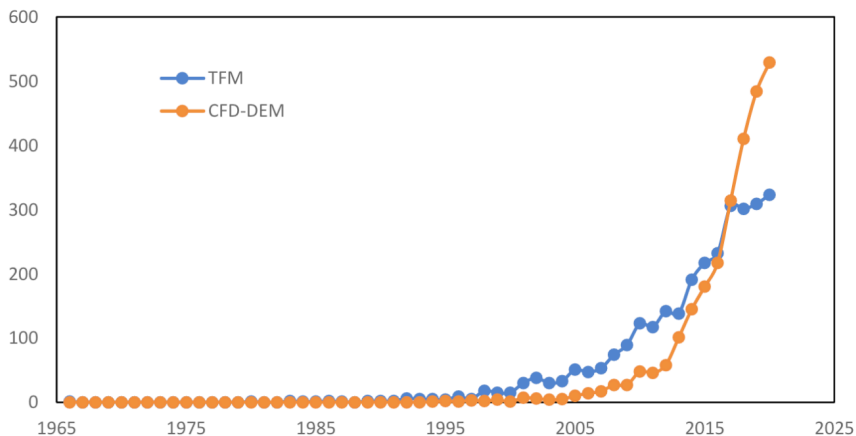


Figura 2. Dados da base do Scopus (Agosto/2020): número de artigos em função do ano para TFM e CFD-DEM.

Fonte: Autoria própria.

Esses dados obtidos levantam a questão do porquê que o modelo CFD-DEM tem recebido uma atenção muito maior se comparado com o TFM. As respostas para essa pergunta surgem com a revisão da literatura recente. Diferentes autores (CHEN; WANG, 2014; TAN et al., 2019) argumentam que o modelo TFM exige um tempo de processamento menor do computador, o que o torna útil ser aplicado em alguns casos específicos em que se deseja obter resultados rápidos. Entretanto, essa maior velocidade vem com o custo do modelo poder ser consideravelmente impreciso, dependendo da situação. Ostermeier et al. (2019) reforça esses mesmos conceitos, mas ressalta que o modelo TFM pode funcionar de maneira mais precisa se for bem configurado antes das simulações.

Por outro lado, o modelo CFD-DEM fornece resultados muito mais precisos e similares aos obtidos em experimentos reais com um tempo de processamento mais longo. Assim, se o objetivo do trabalho for obter informações sobre a fluidização em que se é difícil de obter por meio de medições em experimentos reais, mesmo que demore mais tempo para obter resultados, a tendência é escolher o modelo mais preciso, o que reforça os resultados encontrados na Figura 2.

5 | CONCLUSÕES

O leito fluidizado possui diversas aplicações industriais, o que incentiva o uso de modelos matemáticos robustos em simulações numéricas, seja para melhorar a eficiência de processos bem fundamentados e compreendidos, ou seja, para facilitar a análise de processos pouco conhecidos.

Dentre os diferentes tipos de modelos aplicados para formulação fluidodinâmica de um leito fluidizado, foram avaliados os dois modelos existentes: TFM (Euleriano-Euleriano) e CFD-DEM (Euleriano-Lagrangeano).

Ambos modelos possuem vantagens e desvantagens, o que significa que tudo vai depender do objetivo final que se deseja desenvolver. Os dados avaliados nesse trabalho indicam que a tendência atual é focar mais em modelos de CFD-DEM devido a sua maior confiabilidade e verossimilhança com os modelos reais. Entretanto, o modelo TFM ainda tem espaço para desenvolvimento e utilização, sendo que a sua menor precisão é compensada por um tempo menor de processamento exigido dos sistemas computacionais.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

CHEN, X.; WANG, J. A comparison of two-fluid model, dense discrete particle model and CFD-DEM method for modeling impinging gas-solid flows. *Powder Technology*, v. 254, p. 94–102, 2014.

KUNII, D.; LEVENSPIEL, O. *Fluidization Engineering*. Second ed. USA: Elsevier, 1991.

OSTERMEIER, P. et al. Comprehensive investigation and comparison of TFM, DenseDPM and CFD-DEM for dense fluidized beds. *Chemical Engineering Science*, v. 196, p. 291–309, 2019.

SELÇUK, N. et al. Effect of recycle on fluidized-bed combustion and emission characteristics of high-sulfur lignite. *Combustion Science and Technology*, v. 176, n. 5–6, p. 959–975, maio 2004.

SHI, H.; KOMRAKOVA, A.; NIKRITYUK, P. Fluidized beds modeling: Validation of 2D and 3D simulations against experiments. *Powder Technology*, v. 343, p. 479–494, 2019.

TAN, Z. et al. Comparisons of TFM and DEM-CFD simulation analyses on the influence mechanism of electrostatics on single bubble in gas-solid fluidized bed. *Powder Technology*, v. 351, p. 238–258, 2019.

WANG, J. Continuum theory for dense gas-solid flow: A state-of-the-art review. *Chemical Engineering Science*, v. 215, p. 115428, 2020.

XUE, J. et al. CFD-DEM study of the effects of solid properties and aeration conditions on heat transfer in fluidized bed. *Advanced Powder Technology*, n. xxxx, 2020.

YATES, J. G.; LETTIERI, P. *Fluidized-Bed Reactors: Processes and Operating Conditions*. Cham: Springer International Publishing, 2016. v. 26

PROCEDIMENTO DE REDUÇÃO DAS AVALIAÇÕES DO AHP POR TRANSITIVIDADE DA ESCALA VERBAL DE SAATY

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 08/01/2021

Luiz Octávio Gavião

Escola Superior de Guerra (ESG)

Rio de Janeiro - RJ

<http://lattes.cnpq.br/6602808435828190>

Gilson Brito Alves Lima

Universidade Federal Fluminense (UFF)

Niterói - RJ

<http://lattes.cnpq.br/2248567464602970>

Pauli Adriano de Almada Garcia

Universidade Federal Fluminense (UFF)

Volta Redonda - RJ

<http://lattes.cnpq.br/3866888351512590>

RESUMO: O AHP é um método de apoio à decisão que requer a coleta de avaliações paritárias entre as variáveis do problema. Dependendo da estrutura hierárquica e da quantidade de variáveis do problema, o esforço demandado para a coleta desses julgamentos torna-se excessivo, envolvendo tempo e trabalho quase impraticáveis ao uso do método em problemas complexos. Este artigo traz um procedimento prático e simples para a redução desse esforço, tornando o AHP atrativo a casos reais. O procedimento proposto se fundamenta no princípio lógico da transitividade, aplicado à escala verbal do AHP. Os resultados indicaram que a proposta trouxe consistência lógica para as avaliações incompletas e, mesmo nos casos em

que a razão de consistência ultrapassou o limite aceitável de 10%, não seriam necessárias novas rodadas de julgamentos do avaliador.

PALAVRAS-CHAVE: AHP, Transitividade, Escala Verbal, Redução de Avaliações.

PROCEDURE FOR REDUCING AHP EVALUATIONS BY TRANSITIVITY OF THE SAATY VERBAL SCALE

ABSTRACT: AHP is a decision support method that requires the collection of pairwise evaluations between the variables of the problem. Depending on the hierarchical structure and the number of variables, the effort required to collect these judgments becomes excessive, involving a workload almost impracticable for using the method in complex problems. This article provides a practical and simple procedure for reducing this effort, making AHP attractive to real cases. The method is based on the transitivity of the AHP verbal scale. The results indicated that the proposed procedure brings logical consistency to incomplete evaluations and, even in cases where this consistency exceeded the threshold of 10%, new rounds of evaluations would not be necessary.

KEYWORDS: AHP, Transitivity, Verbal Scale, Judgement Reduction.

1 | INTRODUÇÃO

O Processo de Análise Hierárquica (AHP) tem sido utilizado no apoio à tomada de decisão nas mais diversas áreas do conhecimento (KUBLER et al., 2016; SINGH, 2016; EMROUZNEJAD; MARRA, 2017; HO; MA, 2018; ASADABADI; CHANG; SABERI, 2019; DARKO et al., 2019). Entre as principais vantagens do método destacam-se a possibilidade de lidar com dados quantitativos e qualitativos, a organização dos aspectos críticos de um problema por estrutura hierárquica, os resultados em pesos aos critérios e alternativas do problema, a validação interna através de um índice de consistência e a versatilidade na combinação com outras técnicas de Pesquisa Operacional para a solução de problemas complexos (GOYAL; KAUSHAL, 2018; JURENKA; CAGÁŇOVÁ; ŠPIRKOVÁ, 2019; TAHER; GUERMAH; NASSAR, 2019).

O AHP, entretanto, apresenta uma desvantagem marcante, relacionada à dimensão do problema (ISHIZAKA, 2012; ABDEL-BASSET; MOHAMED; SANGAIAH, 2018). A quantidade de avaliações paritárias em uma matriz recíproca de “ n ” variáveis requer a quantidade equivalente a $(n^2-n)/2$ julgamentos, visto que, por lógica, os demais elementos dessa matriz podem ser determinados sem avaliações adicionais: a diagonal principal é unitária (cada variável equivale a ela mesma) e cada avaliação a_{ij} gera um elemento recíproco a_{ji} ($a_{ji} = 1/a_{ij}$). Por exemplo, nove variáveis exigem 36 avaliações paritárias.

Esse contexto das avaliações no AHP ganha complexidade, se considerada uma estrutura hierárquica de vários critérios, subcritérios ou alternativas. A existência de diferentes níveis e variáveis nessa estrutura provoca uma quantidade significativa de avaliações. Cada nível hierárquico gera uma matriz de avaliações que precisa ser julgada para cada critério do nível superior. Por exemplo, um problema do AHP delineado com um nível superior de três critérios, cada um com quatro subcritérios e cinco alternativas exigirá três avaliações paritárias aos critérios, mais 3 vezes 6 (18) aos subcritérios e 4 vezes 10 (40) às alternativas, totalizando 61 julgamentos por respondente.

Certamente, quanto maior o número de comparações paritárias independentes realizadas pelo avaliador, mais informação ele fornece. Entretanto, quantidades elevadas de avaliações paritárias podem ser mentalmente extenuantes ao respondente, prejudicando a qualidade dos seus julgamentos. Em problemas do mundo real, o agente responsável pela tomada de decisão pode não dispor de tempo para efetuar essa tarefa, exigindo a descentralização das avaliações para um grupo de subordinados que podem expressar resultados diferentes do seu (MUNIER; HONTORIA; JIMÉNEZ-SÁEZ, 2019). Podem existir ocasiões em que o apoio de analistas e especialistas se mostre indesejável sob o ponto de vista gerencial, por gerar soluções, consumo de tempo e de recursos que não reflitam as verdadeiras necessidades e desejos da instituição responsável pela tomada de decisão. Além disso, uma quantidade elevada de avaliações paritárias pode exigir nova rodada de avaliações, dada a dificuldade de manutenção da razão de consistência (CR) no

limite aceitável do AHP. Assim, é possível assumir que problemas complexos em grandes corporações ou órgãos da administração pública apresentariam considerável dificuldade de solução com o AHP.

Um caso recente sobre essa dificuldade pode ter sido vivenciado pela Marinha do Brasil, durante o processo de escolha do consórcio vencedor para o projeto de construção das novas Fragatas da classe “Tamandaré”. Recentemente, um *press release* da Marinha confirmou o uso de metodologia de apoio à decisão multicritério, para a análise das propostas em 215 critérios, dispostos em estrutura matricial, cujo primeiro nível era formado por quatro macro critérios: desempenho do navio, ciclo de vida, modelo de negócio e participação da indústria nacional (BRASIL, 2019). Considerando uma estrutura hierárquica ao problema e a hipótese de sua modelagem com o AHP, é possível inferir a dificuldade de coleta de dados e análise para os diversos *stakeholders* envolvidos.

O procedimento simplificado aqui apresentado propõe uma significativa redução da quantidade de avaliações. Ao invés das $(n^2-n)/2$ avaliações paritárias para cada matriz, apenas $(n-1)$ são suficientes. Por exemplo, no caso anterior que exigiria 61 julgamentos, seriam necessárias somente duas avaliações paritárias aos critérios, mais nove aos subcritérios e 16 às alternativas, totalizando 27 avaliações. Isto corresponde a menos da metade das avaliações. Em problemas complexos com o AHP, que exijam estruturas hierárquicas com múltiplos níveis e quantidades de critérios, subcritérios e alternativas, essa proposta se torna especialmente relevante, por garantir menos tempo e trabalho para a coleta de dados junto aos avaliadores. No citado processo da Marinha, que durou 15 meses, a etapa de apoio à decisão multicritério poderia ter contribuído de melhor forma, no sentido de reduzir o tempo de processamento e de eliminar eventual retrabalho com novas rodadas de avaliações paritárias (BRASIL, 2019).

Outro resultado interessante obtido nesta pesquisa foi verificar a redução da CR com o aumento de “ n ”. (SAATY, 1977) propôs a CR para validar a coleta dos dados em relação à lógica do julgamento das variáveis, estabelecendo um valor limite de aceitabilidade do processo em 10%. Segundo [Asadabadi et al 2019], quando o número de elementos a serem comparados aumenta, a CR frequentemente excede esse patamar. Em decorrência disto, alguns autores têm proposto limites mais relaxados (AGUARÓN; MORENO-JIMÉNEZ, 2003; RAHARJO; ENDAH, 2006; MARTIN; KOYLASS; WELCH, 2018), com a finalidade de evitar o retrabalho com novas rodadas de coleta de dados e cálculos. Neste artigo se verificou o contrário, pois os CR inferiores a 0,1 foram cada vez mais frequentes na medida em que os testes eram efetuados com matrizes de ordem superior.

O artigo, apresentado no Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO 2020), foi dividido em cinco seções. Após a seção introdutória, a 2ª Seção traz os principais estudos relacionados. A 3ª Seção detalha o procedimento proposto. A 4ª Seção apresenta uma validação ao procedimento de cálculo. Por fim a 5ª Seção conclui o artigo.

2 | TRABALHOS RELACIONADOS

A “escola” multicritério americana, de onde deriva o método AHP, estabelece relações de preferências em obediência à transitividade, enquanto a “escola” francesa propõe relações de sobre classificação, conforme se verifica nos métodos da família ELECTRE (GOMES; COSTA, 2015; ARAUJO; AMARAL, 2016; CARMO, 2017). A proposta aqui apresentada se baseia nessa característica da “escola” americana.

A literatura revela alguns trabalhos que buscaram soluções ao problema da coleta incompleta de avaliações paritárias. Em Benítez et al. (2019), a teoria dos grafos foi explorada, com base nos estudos de Benítez et al. (2014, 2015). Kułakowski, Szybowski e Prusak (2019) também exploraram a teoria dos grafos, porém com poucos elementos incompletos na matriz a ser preenchida, o que ainda exige significativa quantidade de julgamentos. Em Srdjevic, Srdjevic e Blagojevic (2014), é proposto um método para preencher lacunas nas matrizes, também com base no princípio da transitividade, partindo do conhecimento de metodologias consolidadas (HARKER, 1987a, 1987b; VAN UDEN et al., 2002). Em Ergu et al. (2016), os autores propõem um modelo que estima as avaliações ausentes em uma matriz incompleta, estendendo o viés induzido pela média geométrica apresentada em Ergu et al. (2012). Em Bozóki, Csató e Temesi (2016), a abordagem buscou classificar tenistas profissionais nos últimos 40 anos, propondo resultados de partidas virtuais entre tenistas de gerações diferentes. Zhou et al. (2018) resolveram o problema de avaliações incompletas com auxílio do método DEMATEL.

A literatura também propõe estimar julgamentos incompletos a partir de algoritmos que lidam com problemas de incerteza. Com essa perspectiva, Certa et al. (2013) e Hua, Gong e Xu (2008) integraram o método AHP com a teoria das evidências Dempster-Shafer (SHAFER, 1976), usando uma abordagem mista Dempster-Shafer-AHP (BEYNON; CURRY; MORGAN, 2000). Esse método permite lidar com a incerteza dos especialistas e determinar as relações de preferência entre as alternativas de decisão. Dong, Li e Zhang (2015) propuseram o preenchimento de informações de preferência ausentes com base na lógica fuzzy, focando o estudo em problemas de apoio à decisão multicritério em grupos, em que alternativas de preferência são expressas por números fuzzy triangulares.

A transitividade aqui explorada se refere às variáveis da escala verbal de Saaty. Outros trabalhos também buscaram uma solução ao problema com base nesse princípio. Em Temesi (2019) são realizadas sessões de entrevistas com os avaliadores para identificar preferências que permitam identificar a transitividade. O autor propõe diferentes estratégias para a coleta de dados, que envolvem certa quantidade de interações junto aos avaliadores, gerando maior demanda que a proposta aqui apresentada.

3 | PROCEDIMENTO PROPOSTO

A proposta deste artigo é trazer um procedimento para completar as avaliações paritárias inexistentes com base em equivalências lógicas, em aderência à propriedade transitiva de um argumento lógico. Por exemplo, essa propriedade entre três variáveis “p”, “q” e “r” é verificada se $p = q \wedge q = r$ então $p = r$. Qualquer relação diferente da equivalência entre as variáveis “p” e “r” indica uma inconsistência lógica. As etapas do procedimento proposto são descritas na Fig. 1.

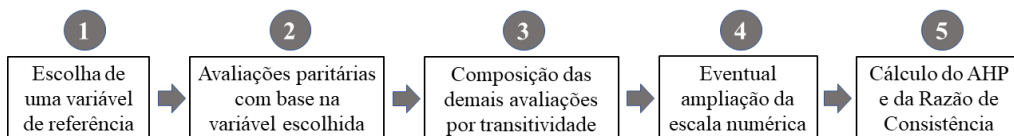


Fig. 1 Metodologia

As etapas preliminares do AHP não foram aqui consideradas, por serem comuns em qualquer problema que envolve aquele método. Isto inclui, principalmente, a determinação e descrição do objetivo e da estrutura hierárquica de critérios, subcritérios e alternativas capazes de solucionar o problema de pesquisa.

Definida a estrutura hierárquica, o passo seguinte do AHP envolve a coleta de dados. Para cada nível hierárquico é constituída uma matriz recíproca, que deve ser avaliada em relação a cada variável do nível imediatamente superior. A estrutura hierárquica genérica da Fig. 2 permite ilustrar esse procedimento. Para o nível das quatro alternativas A, B, C e D, são necessárias as avaliações paritárias de A em relação a B, a C e a D, da variável B em relação a C e D, e da variável C em relação a D, de forma a completar os valores da matriz recíproca. Essas avaliações precisam ser efetuadas em duas rodadas, uma para o Critério 1 e outra para o Critério 2.

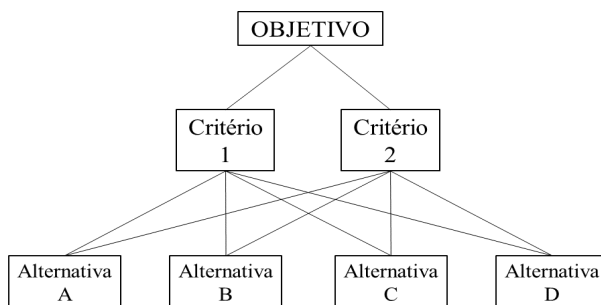


Fig. 2 Estrutura hierárquica genérica

Para a descrição das etapas indicadas na Fig. 1, será considerada a avaliação paritária das alternativas A, B, C e D sob o Critério 1. Na Etapa 1 do procedimento proposto, o avaliador seleciona uma dessas variáveis, com base em seu conhecimento e experiência do problema de pesquisa ou apenas por desejo de julgar determinada variável. Supomos aqui que o avaliador escolheu a Alternativa B.

Na Etapa 2, as avaliações paritárias são realizadas somente para a variável escolhida na etapa anterior. Na Fig. 3 é possível observar o procedimento gráfico de preenchimento das avaliações da Alternativa B. Considerando a escala verbal de Saaty, com os nove pontos originais, inicia-se com a inclusão da Alternativa B na célula central, que indica a sua equivalência com ela mesma. Em seguida são alocadas as Alternativas A, C e D nas células que correspondem às avaliações paritárias. As setas indicam o sentido da leitura de cada avaliação paritária: em relação ao Critério 1, a Alternativa B é pouco menos importante que a Alternativa A, pouco mais importante que a Alternativa C e extremamente mais importante que a Alternativa D. Os valores indicados na escala numérica são então transportados para a linha correspondente da matriz de avaliações paritárias, conforme indicado no canto inferior direito da Fig. 3.

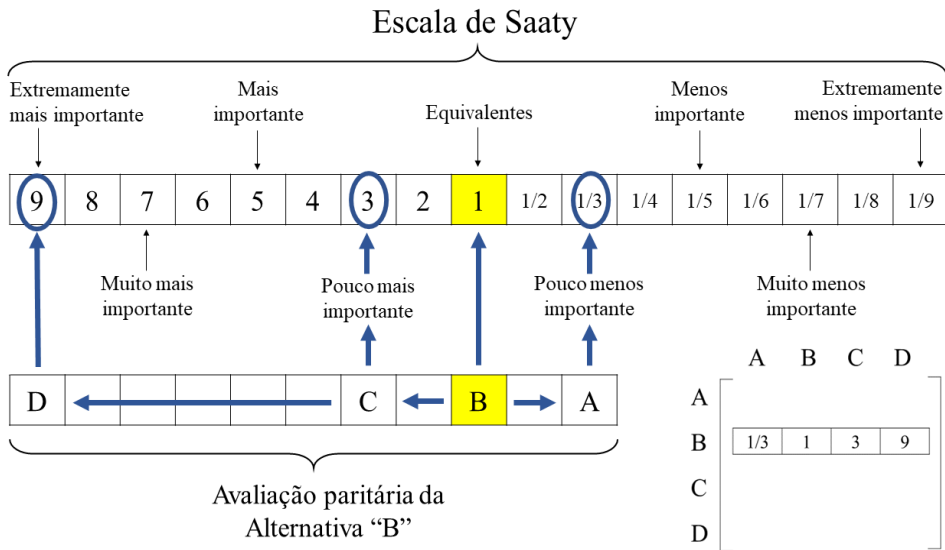


Fig. 3 Ilustração das avaliações da Alternativa B

Na Etapa 3, as demais avaliações paritárias são compostas com base no princípio de transitividade, aplicado com referência à escala verbal de Saaty. Na Fig. 4 é possível observar a aplicação desse princípio para o preenchimento das avaliações das Alternativas A, C e D. Com base na coluna de avaliações equivalentes, são mantidas as mesmas

distâncias “linguísticas” entre a variável considerada e as demais. Por exemplo, se o avaliador julgou que a Alternativa B era pouco menos importante que a Alternativa A, por lógica, a Alternativa A é pouco mais importante que a Alternativa B. Esse procedimento é simplificado graficamente se “copiamos” a linha de avaliações de B e “colamos” nas linhas subjacentes, considerando o posicionamento da alternativa considerada na coluna de avaliações equivalentes. Em síntese, o preenchimento das avaliações A, C e D é basicamente um procedimento gráfico, sem a necessidade de julgamentos do avaliador.

A Etapa 4 também está representada na Fig. 4. Em decorrência da “distância” a ser mantida entre as avaliações A e D, surge a necessidade de inclusão de novos valores na escala numérica, para manter a lógica do processo. Por não exigir julgamentos do avaliador, não é necessária a criação de novas variáveis linguísticas, correspondentes aos valores 11, 10, 1/10 e 1/11 adicionados na escala. A matriz recíproca no canto inferior direito da Fig. 4 consolida as avaliações paritárias. Vale aqui ressaltar que essa matriz foi elaborada com base em apenas três julgamentos do avaliador.

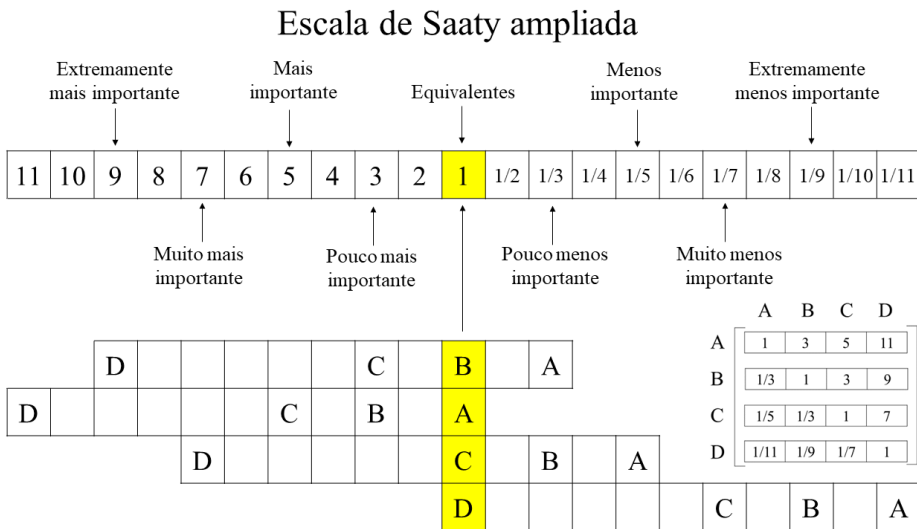


Fig. 4 Composição das demais avaliações por transitividade da escala verbal

A Etapa 5 conclui o processo, com os cálculos dos pesos e da razão de consistência da matriz de avaliações paritárias. Para esses cálculos, foram aplicadas as Equações (1) a (6), propostas por (LIU; LIN, 2016).

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$w_i = \frac{\left(\prod_{j=1}^n a_{ij} \right)^{1/n}}{\sum_{i=1}^n \left(\prod_{j=1}^n a_{ij} \right)^{1/n}} \quad (2)$$

$$A^s = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1' \\ w_2' \\ \vdots \\ w_n' \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\lambda_{\max} = (1/n) \times (w_1' / w_1 + w_2' / w_2 + \dots + w_n' / w_n) \quad (4)$$

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (5)$$

$$CR = \frac{IC}{IR} \quad (6)$$

Razão da matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Índice Aleatório (IR)	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

Tabela 1 – Índices Aleatórios

Fonte: adaptado de (BHASKAR; KUMAR; PATNAIK, 2019)

Em que:

A: matriz recíproca de avaliações paritárias;

a_{ij} : valor da avaliação paritária correspondente à escala de Saaty;

w_i : autovetor das alternativas (pesos dos critérios ou projetos);

λ_{\max} : autovalor máximo da matriz recíproca;

IC: Índice de Consistência;

CR: Razão de Consistência (*Consistency Ratio*);

IR: Índice Aleatório, calculado com base na tabela de referência com a razão da matriz (quantidade de linhas/colunas da matriz recíproca), conforme a Tabela 1.

4 | VALIDAÇÃO DO PROCEDIMENTO

O procedimento proposto foi testado com matrizes de razão 3 a 6. O teste não prosseguiu para $n \geq 7$ por limitação computacional do software R. As possíveis avaliações paritárias para valor de “n” foram geradas por permutação com repetição. Por exemplo, para $n = 3$, um avaliador poderia efetuar o seu julgamento de $1 \times 17 \times 17$ maneiras diferentes, considerando as 17 pontuações entre 9 e $1/9$ da escala de Saaty. Assim, foram geradas as 289 avaliações possíveis para a matriz de razão 3, as 4.913 para a de razão 4, as 83.521 para a de razão 5 e as 1.419.857 para a de razão 6. Para cada possibilidade de avaliação gerada foi aplicado o procedimento proposto, sendo então preenchida a matriz recíproca correspondente. Finalmente, aplicaram-se as equações do AHP sobre todas as matrizes recíprocas.

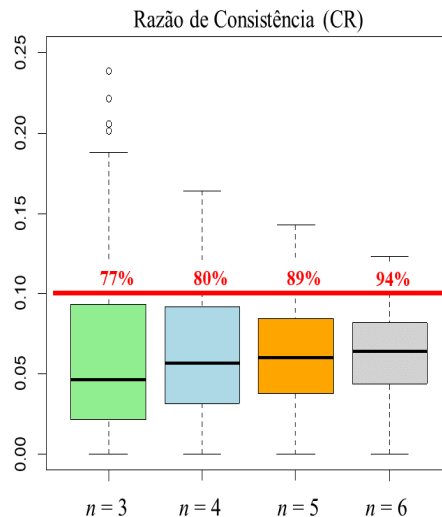


Fig. 5 Validação do procedimento

A validação do procedimento foi efetuada através dos CR das matrizes recíprocas, sendo elaborados gráficos de caixa para essa análise. Na Fig. 5 é possível observar que os CR dos quatro casos simulados foram concentrados nos três primeiros quartis, abaixo do limite de consistência lógica do AHP ($CR < 0,1$). A linha horizontal acima das caixas indica o $CR = 0,1$, com a designação dos quantis equivalentes em cada simulação: para $n = 3$, 77% das matrizes recíprocas geraram $CR < 0,1$, para $n = 4$ foram 80%, para $n = 5$ foram 89% e para $n = 6$ foram 94%.

Outro aspecto evidente no gráfico é a correlação positiva entre a quantidade de variáveis e a consistência lógica das matrizes recíprocas correspondentes. Embora não tenha sido possível gerar as 17^6 permutações para $n = 7$ (24.137.569 matrizes), é lícito

assumir que os resultados seriam ainda melhores, no sentido de ampliar a quantidade de CR abaixo de 10%. Isto é relevante, pois um julgamento lógico se torna mais complexo na medida em que a quantidade de variáveis aumenta e essa desvantagem do AHP é aqui minimizada através de um procedimento prático e simples.

Os gráficos da Fig. 5 também indicam que, na aplicação deste procedimento em matrizes com três variáveis, existe 23% de probabilidade de obter um CR superior a 0,1 e inferior a 0,25; 20% de probabilidade em matrizes com quatro variáveis ao mesmo intervalo, 11% em matrizes com cinco variáveis e 6% em matrizes com seis variáveis. Para esses casos, a solução de contingência é relativamente simples sob o ponto de vista computacional. Basta certificar com o avaliador a variável causadora da maior incerteza durante seu julgamento ou que ele tenha tido a maior dificuldade em avaliar. Em seguida, podem ser simulados valores para esse julgamento com base em uma distribuição de probabilidade (i.e triangular ou Beta PERT podem ser adequadas), que tenha por parâmetros mínimo e máximo os valores das variáveis ordenadas em sua vizinhança e parâmetro moda igual a avaliação. Por fim, as simulações substituem a variável escolhida pela avaliador e as matrizes recíprocas são submetidas ao AHP. O valor escolhido pode ser aquele que tenha gerado o menor CR ou então o mais próximo da avaliação original que gere um $CR < 0,1$. Vale destacar que esse ajuste apenas exigiu do avaliador uma pergunta adicional, evitando uma nova rodada de julgamentos em busca da consistência lógica.

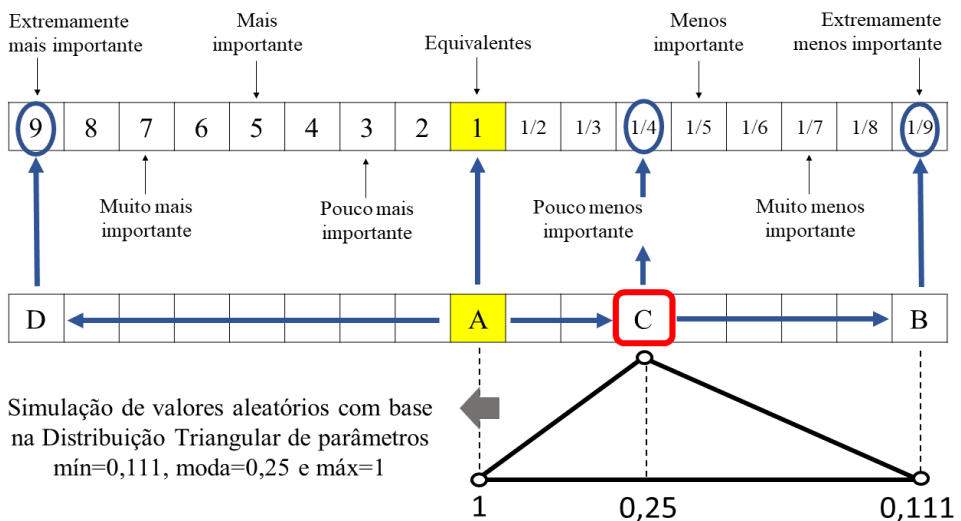


Fig. 6 Solução de contingência para ajuste do CR

A Fig. 6 apresenta os passos iniciais para uma solução de contingência, em que o CR obtido inicialmente tenha excedido o valor de 10%. A ilustração indica que o avaliador

escolheu a Alternativa C como a de maior incerteza em seu julgamento. Os pontos vizinhos da escala de Saaty foram selecionados como os parâmetros extremos da Distribuição Triangular que tem o próprio valor da Alternativa C como moda. Dessa forma, mantém-se a ordem de preferência entre as alternativas, conforme estabelecida pelo avaliador. Em seguida foram simulados mil valores aleatórios para a Alternativa C, com base na distribuição triangular indicada, através do aplicativo “mc2d” do software R. Após os cálculos do AHP para as simulações, foi extraído o menor CR, que coincidiu com o valor de 0,1.

Os resultados se encontram na Tabela 2. Inicialmente as avaliações foram efetuadas com base na Alternativa A, à escolha do avaliador, indicando os valores 1, 0,1111, 0,25 e 9, respectivamente às Alternativas A, B, C e D, correspondentes à escala verbal de Saaty. O procedimento proposto neste artigo foi aplicado a esses valores, gerando o CR de 0,16, com os pesos respectivos para as alternativas. A linha final traz os resultados da simulação, com o CR igual a 0,1 e os pesos finais das alternativas. Verificou-se que a ordem de preferência das alternativas não foi alterada, embora se observe alguma variação em relação aos valores iniciais dos pesos. O mais importante nessa simulação, entretanto, foi obter um resultado logicamente consistente com apenas três avaliações paritárias e dois questionamentos, um inicial em relação à alternativa-base para as avaliações e, ao final, à que o avaliador considerara como a de maior incerteza durante o seu julgamento.

Alternativas/Pesos	CR	A	B	C	D
Avaliações iniciais (Alternativa A)	xxx	1	0,1111	0,25	9
Pesos obtidos inicialmente	0,16	0,0878	0,6841	0,2090	0,0189
Pesos finais após a simulação	0,10	0,1165	0,6993	0,1647	0,0194

Tabela 2 – Resultados da simulação

5 | CONCLUSÃO

O artigo buscou apresentar um procedimento capaz de lidar com a complexidade de avaliações do AHP, principalmente em problemas que envolvem estruturas hierárquicas com diversos níveis e quantidades significativas de variáveis. Problemas complexos do mundo real podem envolver estruturas dessa natureza, tornando quase impraticável a coleta completa de dados para uso do AHP. Nesse sentido, o procedimento mostrou-se prático e simples, com uma redução considerável do esforço demandado aos avaliadores, pois são necessários somente $n-1$ julgamentos para uma matriz recíproca de ordem n .

A proposta representa uma oportunidade e incentivo de uso do AHP em problemas complexos, pois proporciona melhores condições para que os agentes responsáveis pela decisão final possam efetivamente realizar os julgamentos do processo. Na prática, problemas de tal complexidade requerem diversos subordinados para apoiar a coleta de

dados, em decorrência da elevada demanda de tempo e trabalho sobre os avaliadores. Em grandes organizações públicas ou privadas não parece coerente alocar meses de trabalho exclusivo com Presidentes, Diretores ou Chefes Executivos para realizarem as avaliações paritárias do AHP.

O processo de validação do procedimento proposto também permitiu verificar a probabilidade de obter avaliações consistentes para matrizes de ordem 3 a 6. Os CR calculados para todas as permutações possíveis de valores da escala de Saaty indicaram que a consistência lógica é crescente com a ordem da matriz recíproca, o que contraria a dificuldade que julgadores encontram para avaliar quantidades superiores de variáveis. Para os eventuais casos em que ainda haja um $CR > 0,1$, foram ainda indicados procedimentos adicionais capazes de simular valores próximos aos avaliados, para reduzir o CR ao patamar de 10%. Uma simulação final permitiu mostrar a simplicidade para o reajuste das avaliações em busca da consistência lógica. Novos cálculos com matrizes de maior ordem (i.e. superiores a 6), em softwares que permitam a realização de mais de 20E06 operações e novas simulações para os resultados indesejáveis ao CR são os principais casos visualizados para o prosseguimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABDEL-BASSET, M.; MOHAMED, M.; SANGAIAH, A. K. Neutrosophic AHP-Delphi Group decision making model based on trapezoidal neutrosophic numbers. **Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing**, v. 9, n. 5, p. 1427–1443, 2018.

AGUARÓN, J.; MORENO-JIMÉNEZ, J. M. The geometric consistency index: Approximated thresholds. **European journal of operational research**, v. 147, n. 1, p. 137–145, 2003.

ARAUJO, J. J. de; AMARAL, T. M. Aplicação do método ELECTRE I para problemas de seleção envolvendo projetos de desenvolvimento de software livre. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, v. 11, n. 2, p. 121–137, 2016.

ASADABADI, M. R.; CHANG, E.; SABERI, M. Are MCDM methods useful? A critical review of Analytic Hierarchy Process (AHP) and Analytic Network Process (ANP). **Cogent Engineering**, v. 6, n. 1, p. 1623153, 2019.

BENÍTEZ, J. et al. Characterization of consistent completion of reciprocal comparison matrices. In: Abstract and Applied Analysis, **Anais...Hindawi**, 2014.

BENÍTEZ, J. et al. Consistent completion of incomplete judgments in decision making using AHP. **Journal of Computational and Applied Mathematics**, v. 290, p. 412–422, 2015.

BENÍTEZ, J. et al. Characterization of the consistent completion of analytic hierarchy process comparison matrices using graph theory. **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**, v. 26, n. 1–2, p. 3–15, 2019.

BEYNON, M.; CURRY, B.; MORGAN, P. The Dempster–Shafer theory of evidence: an alternative approach to multicriteria decision modelling. **Omega**, v. 28, n. 1, p. 37–50, 2000.

BHASKAR, S.; KUMAR, M.; PATNAIK, A. Application of Hybrid AHP-TOPSIS Technique in Analyzing Material Performance of Silicon Carbide Ceramic Particulate Reinforced AA2024 Alloy Composite. **Silicon**, p. 1–10, 2019.

BOZÓKI, S.; CSATÓ, L.; TEMESI, J. An application of incomplete pairwise comparison matrices for ranking top tennis players. **European Journal of Operational Research**, v. 248, n. 1, p. 211–218, 2016.

BRASIL. Projeto “Classe Tamandaré”: Marinha do Brasil seleciona a melhor oferta. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/sites/default/files/cct_val_001.pdf>.

CARMO, P. F. B. do. Modelos e técnicas de tomada de decisão em análise multicritério -aplicações em avaliação de imóveis. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: XIX COBREAP, 2017. Disponível em: <<https://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2017/08/073.pdf>>.

CERTA, A. et al. A multistep methodology for the evaluation of human resources using the evidence theory. **International journal of intelligent systems**, v. 28, n. 11, p. 1072–1088, 2013.

DARKO, A. et al. Review of application of Analytic Hierarchy Process (AHP) in construction. **International Journal of Construction Management**, v. 19, n. 5, p. 436–452, 2019.

DONG, M.; LI, S.; ZHANG, H. Approaches to group decision making with incomplete information based on power geometric operators and triangular fuzzy AHP. **Expert Systems with Applications**, v. 42, n. 21, p. 7846–7857, 2015.

EMROUZNEJAD, A.; MARRA, M. The state of the art development of AHP (1979–2017): A literature review with a social network analysis. **International Journal of Production Research**, v. 55, n. 22, p. 6653–6675, 2017.

ERGU, D. et al. Data consistency in emergency management. **International Journal of Computers Communications & Control**, v. 7, n. 3, p. 450–458, 2012.

ERGU, D. et al. Estimating the missing values for the incomplete decision matrix and consistency optimization in emergency management. **Applied Mathematical Modelling**, v. 40, n. 1, p. 254–267, 2016.

GOMES, C. F. S.; COSTA, H. G. Aplicação de métodos multicritério ao problema de escolha de modelos de pagamento eletrônico por cartão de crédito. **Production**, v. 25, n. 1, p. 54–68, 2015.

GOYAL, R. K.; KAUSHAL, S. Deriving crisp and consistent priorities for fuzzy AHP-based multicriteria systems using non-linear constrained optimization. **Fuzzy Optimization and Decision Making**, v. 17, n. 2, p. 195–209, 2018.

HARKER, P. T. Incomplete pairwise comparisons in the analytic hierarchy process. **Mathematical Modelling**, v. 9, n. 11, p. 837–848, 1987a.

HARKER, P. T. Alternative modes of questioning in the analytic hierarchy process. **Mathematical Modelling**, v. 9, n. 3–5, p. 353–360, 1987b.

HO, W.; MA, X. The state-of-the-art integrations and applications of the analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, v. 267, n. 2, p. 399–414, 2018.

HUA, Z.; GONG, B.; XU, X. A DS–AHP approach for multi-attribute decision making problem with incomplete information. **Expert systems with applications**, v. 34, n. 3, p. 2221–2227, 2008.

ISHIZAKA, A. Clusters and pivots for evaluating a large number of alternatives in AHP. **Pesquisa Operacional**, v. 32, n. 1, p. 87–102, 2012.

JURENKA, R.; CAGÁŇOVÁ, D.; ŠPIRKOVÁ, D. Application of AHP Method in Decision-Making Process. In: **Smart Technology Trends in Industrial and Business Management**. [s.l.] Springer, 2019. p. 3–15.

KUBLER, S. et al. A state-of-the-art survey & testbed of fuzzy AHP (FAHP) applications. **Expert Systems with Applications**, v. 65, p. 398–422, 2016.

KUŁAKOWSKI, K.; SZYBOWSKI, J.; PRUSAK, A. Towards quantification of incompleteness in the pairwise comparisons methods. **International Journal of Approximate Reasoning**, v. 115, p. 221–234, 2019.

LIU, C. H.; LIN, C.-W. R. The Comparative of the AHP Topsis Analysis Was Applied for the Commercialization Military Aircraft Logistic Maintenance Establishment. **International Business Management**, v. 10, n. 4, p. 6428–6432, 2016.

MARTIN, H.; KOYLASS, J.; WELCH, F. An exploration of the consistency limits of the analytical hierarchy process and its impact on contractor selection. **International Journal of Construction Management**, v. 18, n. 1, p. 14–25, 2018.

MUNIER, N.; HONTORIA, E.; JIMÉNEZ-SÁEZ, F. Analysis of Lack of Agreement Between MCDM Methods Related to the Solution of a Problem: Proposing a Methodology for Comparing Methods to a Reference. In: **Strategic Approach in Multi-Criteria Decision Making**. [s.l.] Springer, 2019. p. 203–219.

RAHARJO, H.; ENDAH, D. Evaluating relationship of consistency ratio and number of alternatives on rank reversal in the AHP. **Quality Engineering**, v. 18, n. 1, p. 39–46, 2006.

SAATY, T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**, v. 15, n. 3, p. 234–281, 1977.

SHAFER, G. **A mathematical theory of evidence**. [s.l.] Princeton university press, 1976. v. 42

SINGH, B. Analytical hierarchical process (AHP) and fuzzy AHP applications-A review paper. **International Journal of Pharmacy and Technology**, v. 8, n. 4, p. 4925–4946, 2016.

SRDJEVIC, B.; SRDJEVIC, Z.; BLAGOJEVIC, B. First-level transitivity rule method for filling in incomplete pair-wise comparison matrices in the analytic hierarchy process. **Applied Mathematics & Information Sciences**, v. 8, n. 2, p. 459, 2014.

TAHER, M.; GUERMAH, H.; NASSAR, M. MCDM method for Financial Fraud Detection: A review. In: Proceedings of the 4th International Conference on Big Data and Internet of Things, **Anais...**2019.

TEMESI, J. An interactive approach to determine the elements of a pairwise comparison matrix. **Central European Journal of Operations Research**, v. 27, n. 2, p. 533–549, 2019.

VAN UDEN, E. et al. Estimating missing data in pairwise comparison matrices. **Operational and systems research in the face to challenge the XXI century, methods and techniques in information analysis and decision making**, p. 11–73, 2002.

ZHOU, X. et al. A DEMATEL-based completion method for incomplete pairwise comparison matrix in AHP. **Annals of Operations Research**, v. 271, n. 2, p. 1045–1066, 2018.

CAPÍTULO 10

ANÁLISE CVL APLICADA A UMA ESCOLA PRESTADORA DE SERVIÇOS DE ENSINO PROFISSIONALIZANTE NO MUNICÍPIO DE MARABÁ, ESTADO DO PARÁ

Data de aceite: 01/03/2021

Eliani da Silva Gama

Graduanda em Engenharia de Produção.
Universidade do Estado do Pará, UEPA-
Campus VIII

Luanna Gomes Jesus

Graduanda em Engenharia de Produção.
Universidade do Estado do Pará, UEPA-
Campus VIII

Nayara Côrtes Filgueira Loureiro

Bacharel em Ciências Contábeis, Mestre em
Engenharia de Produção

Davi Arthur Seixas da Silva

Graduando em Engenharia de Produção.
Universidade do Estado do Pará, UEPA-
Campus VIII

Iarlane Carneiro Xavier

Graduanda em Engenharia de Produção.
Universidade do Estado do Pará, UEPA-
Campus VIII

RESUMO: O setor de serviços no Brasil tem crescente ascensão. Logo, para a consolidação de uma empresa nesse mercado é fundamental uma boa gestão de seus recursos. Com o advento da Revolução Industrial, surgiu a contabilidade de custos, que se utiliza de dados contábeis e financeiros no propósito de fornecer uma visão geral de custos. A Análise Custo-Volume-Lucro - CVL é um estudo que leva em consideração

a produção, a partir dela pode-se conhecer a lucratividade tendo como base o volume e os custos totais necessários da mesma. Sendo assim, para este trabalho, analisou-se uma escola de cursos localizada na cidade de Marabá - PA, a partir de uma abordagem quantitativa, utilizou a coleta de dados para testar hipóteses, com base na medição numérica e na análise estatística. Os dados são referentes aos cursos ofertados pela escola. A partir disso realizou-se a aplicação da análise CVL para averiguar a lucratividade da empresa.

PALAVRAS-CHAVE: Análise custo-volume-lucro, Escola de qualificação profissional, Setor de serviços.

CVL ANALYSIS APPLIED TO A SCHOOL PROVIDING VOCATIONAL EDUCATION SERVICES IN THE MUNICIPALITY OF MARABÁ, STATE OF PARÁ

ABSTRACT: The service sector in Brazil is growing steadily. Therefore, to consolidate a company in this market is a good management of its resources. With the advancement of the Industrial Revolution, arose in cost accounting, which uses accounting and financial data without the purpose of providing an overview of costs. The Cost-Volume-Profit Analysis - CVL is a study that takes into consideration the production, from it you can know a profitability based on the volume or the total required costs of it. Therefore, for this work, analyze a school of courses located in the city of Marabá - PA, from a quantitative approach, use a data collection to test hypotheses, based on numerical evaluation and statistical analysis. The data are related to the courses offered

by the school. From there, run the CVL analytics application for company profitability.

KEYWORDS: Cost-volume-profit analysis, Vocational qualification school, Service sector.

1 | INTRODUÇÃO

O setor de serviços no Brasil tem crescente ascensão. O Jornal Estadão – Portal do Estado de São Paulo, em uma publicação de fevereiro de 2019, divulgou matéria com o título: “Com maior peso no PIB, setor de serviços puxa avanço da economia”, essa é apenas uma de tantas notícias que vem demonstrando o potencial desse setor para a economia brasileira (AMORIM, BATISTA e NEDER, 2019).

Segundo uma publicação da Revista Veja em fevereiro de 2019 esse índice que conta com a participação do comércio, correspondeu em 2018, um total de 75,8% do Produto Interno Bruto (ROMANI; QUINTINO, 2019). Logo, para a consolidação de uma empresa nesse mercado é fundamental uma boa gestão de seus recursos.

Com o advento da Revolução Industrial, levando em conta as necessidades de se conhecer os custos do processo de produção surgiu a contabilidade de custos, que se utiliza de dados contábeis e financeiros no propósito de fornecer uma visão geral dos gastos, contribuindo para tornar o processo mais eficiente e lucrativo. A contabilidade de custos busca subsidiar três etapas importantes, a determinação do lucro, o controle das operações e a tomada de decisões (o que, quanto, como, porque, fabricar ou não, formação de preço e etc. (BRUNI; FAMÁ, 2011).

Este artigo por meio da análise custo - volume - lucro (CVL) em uma escola de ensino profissionalizante no município de Marabá-PA utilizará dados sobre os custos; volume e valores de venda de cada curso para demonstrar a lucratividade ou não do negócio.

Quanto a estrutura desse estudo, se dá embasamento teórico, abordando alguns conceitos relacionados a contabilidade de custos e, análise custo-volume-lucro, caracterização da empresa e metodologia, apresentação dos dados e resultados, análise dos resultados, propostas de melhorias e considerações finais, respectivamente.

2 | EMBASAMENTO TEÓRICO

Nesta seção apresentaremos os conceitos que embasaram essa pesquisa e contribuíram para a realização das análises e formulação das propostas de melhoria.

2.1 Gestão de Custos

De acordo com Paula (2016) uma empresa que procura investir no negócio, mas que não possui um bom controle de seus custos e despesas, não tem conhecimento se os resultados são satisfatórios ou aonde melhorar. A correta gestão desses custos pode evitar que uma empresa cobre a mais pelo que tem oferecido, gerando um grande problema, pois atualmente nos mais diversos segmentos o mercado é competitivo. Logo, lucrar está acima de sobreviver a essa competição.

Os custos são dispêndios realizados ao se adquirir bens ou serviços para sua utilização posterior no processamento de novos bens ou serviço. E estão diretamente ligados ao processo de produção, ou seja, são gastos devido a concepção do produto (BRUNI; FAMÁ, 2011).

De acordo com Bruni e Famá (2011) são diversas as abordagens ao se tratar de custos, porém focou-se nesse estudo classificá-los em função da sua aplicabilidade aos produtos fabricados (cursos) e de acordo com a variação do volume de produção. Ainda conforme os autores, os custos devido a sua aplicabilidade, se classificam em:

- Custos diretos ou primários: Trata de gastos claramente mensuráveis, podendo ser inclusos diretamente no cálculo dos produtos. Abrange materiais diretos e mão – de – obra direta utilizados no processo produtivo de bens ou serviços.
- Custos indiretos: Esses necessitam de rateamento para poderem compor o cálculo dos produtos. Também conhecidos como custos indiretos de fabricação (CIF).

Considerando a variação de volumes produzidos - variabilidade, os custos se dividem em Fixos e variáveis. Fixos, pois não variam de acordo com o volume produzido, permanecem inalterados por maior que seja a oscilação na produção, são exemplos, o aluguel do espaço, a depreciação dos equipamentos e etc. Variáveis, devido aumentarem ou diminuírem na mesma proporção da produção dos bens ou serviços, exemplo disso é o consumo de embalagens (CARIOCA, 2010).

Outra terminologia a ser compreendida trata das despesas, correspondente aos gastos com um bem ou serviço para se alcançar os rendimentos. Não estão associadas ao processo de produção da entidade (BRUNI; FAMÁ, 2011). Essa diferenciação de custo e dispensa é importante para se conhecer onde estão sendo consumidos os recursos (CARIOCA, 2010).

2.2 Análise Custo – Volume - Lucro (CVL)

A Análise CVL é um estudo que leva em consideração a produção, a partir dela pode-se conhecer a lucratividade tendo como base o volume e os custos totais necessários da mesma. Nesse estudo se destacam os cálculos do ponto de equilíbrio, da margem de contribuição (PORTAL EDUCAÇÃO, 2013).

O ponto de equilíbrio (Break Even Point) é obtido quando o total da receita se iguala aos gastos dispendidos para a criação do objetivo empresarial. Logo, neste ponto a empresa não estará terá prejuízo nem lucro. Para o cálculo do Ponto de Equilíbrio Contábil (PEC), se considera todos os custos e despesas contabilizados (CARIOCA, 2010).

Para Araújo (2018), a margem de Contribuição “designa o valor resultante da venda após serem deduzidos os custos e despesas variáveis associados ao produto comercializado”, ou seja, é a demonstração dos ganhos obtidos de cada bem ou serviço.

Segundo Carioca (2010) para a realização da análise CVL o primeiro passo é realizar o Demonstrativo de Resultados do Exercício (DRE), afim de se conhecer a lucratividade atual da empresa. Conforme Paula (2019), o DRE é uma síntese econômica que confronta em seus cálculos, as receitas, custos e despesas de um período, no objetivo de verificar se o negócio tem gerado lucro ou prejuízo e, através de seus demonstrativos maximizar os lucros.

Segundo passo, encontrar o volume mínimo de produção ou prestação de serviço para se alcançar o ponto de equilíbrio, para isso é necessário o cálculo da margem de contribuição e então se calcula o ponto de equilíbrio (CARIOCA, 2010)

3 | METODOLOGIA

A metodologia é o emprego do conjunto de métodos, procedimentos e técnicas que cada ciência em particular põe em ação para alcançar seus objetivos (PEREIRA, 2016, p. 31). Esta pesquisa quanto a sua natureza pode ser caracterizada como aplicada com objetivos exploratórios, pois visa proporcionar maior familiaridade com o assunto (GIL, 2018, p.26). Sendo assim, este estudo de caso analisou uma escola de cursos, a partir de uma abordagem quantitativa, pois utilizou a coleta de dados para testar hipóteses, com base na medição numérica e na análise estatística.

Os dados são referentes aos 10 cursos ofertados pela escola e foram coletados mediante entrevista com o proprietário da empresa. Para calcular a margem de contribuição, ponto de equilíbrio, margem de segurança, a demonstração do resultado do período analisado e a partir dos resultados fazer a Análise CVL foi utilizado o *software Excel*.

4 | ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para melhor entendimento e realização da Análise CVL serão apresentados os dados coletados referentes a empresa, e posteriormente serão apresentados os cálculos e os valores comparativos entre os diversos cursos da escola.

4.1 Caracterização da empresa

A escola está localizada na cidade de Marabá - PA, atua no ramo de prestação de serviços oferecendo cursos de qualificação profissional, desde 1999 funcionando de segunda a sábado.

Atualmente a escola possui 222 alunos matriculados nos seguintes cursos: informática, desenho técnico, design gráfico, projeto empregabilidade (secretariado, assistente administrativo, operador de caixa) entre outros, sendo o de operador máster o mais procurado. Conta com 2 professores que são responsáveis pelas aulas e 2 estagiários que trabalham na recepção, o proprietário atua como administrador e professor.

4.2 Dados Iniciais da Escola para Cálculos

Nas tabelas 01, 02, 03, 04, 05 são apresentados os dados referentes a todas as turmas do mês pesquisado (agosto/2019), que possibilitarão a realização dos demais cálculos para a Análise CVL.

Produto - Curso	Nº de Alunos	Valor da Mensalidade (R\$)	Receita Bruta (R\$)
Arcgis	10	100,00	1000,00
Desenho Técnico	10	100,00	1000,00
Designer Gráfico	4	105,00	420,00
Excel Avançado	4	116,25	465,00
Gestão Empresarial	29	45,00	1305,00
Informática Empresarial	3	97,67	293,00
Informática Kids	12	128,90	1546,80
Informática Lite	3	93,30	279,90
Operador Master	120	65,00	7800,00
Projeto Empregabilidade	27	119,44	3224,80
TOTAL	222	970,55	17334,50

Tabela 01 - Dados das Turmas

Fonte: os autores (2019)

Descrição	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Resma Papel	8	22,00	176,00
Tinta Impressora	4	20,00	80,00
Spray Limpa Contatos	1	10,00	10,00
Pasta Térmica	1	7,00	7,00
Energia	1	371,85	371,85
Total	-	-	644,85

Tabela 02 - Custos Variáveis

Fonte: os autores (2019)

Descrição	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor / R\$
Salário	2	1250,00	2500,00
Férias + 1/3	2	1250,00	277,78
13° Salário	2	104,17	208,33
Total	-	-	2986,11

Tabela 03 - Custos Mão de Obra

Fonte: os autores (2019)

Descrição	Valor R\$)
Aluguel	1490,00
Energia Elétrica	408,15
Internet	110,00
Agua	30,00
Limpeza	120,00
Estagiários	800,00
Vale Transporte	300,00
Pro Labore	2500,00
Contador	499,00
Alvará	62,00
Tpei	31,67
Iptu	11,04
Fgts	200,00
Iss	79,90
Das	52,70
Licença Software Disksoft	50,00
Licença Software Tecnocomp	150,00
Total	6894,46

Tabela 04 -Custos e Despesas Fixas

Fonte: os autores (2019)

Descrição	Valor / R\$	Depreciação	Anual	Mensal
Bancadas	1760,00	10%	176,00	14,67
Mesas	960,00	10%	96,00	8,00
Cadeiras	2700,00	10%	270,00	22,50
Centrais De Ar	3600,00	10%	360,00	30,00
Monitores	2600,00	20%	520,00	43,33
Mouses	220,00	20%	44,00	3,67
Teclados	260,00	20%	52,00	4,33
Notebooks	4000,00	20%	800,00	66,67
Estabilizadores	840,00	20%	168,00	14,00
Impressora	1100,00	20%	220,00	18,33
Roteador Wi-fi	180,00	20%	36,00	3,00
Cpu's	7800,00	20%	1560,00	130,00
Pad Mouse	110,00	20%	22,00	1,83
Switch	400,00	20%	80,00	6,67
Ferramentas	12,00	20%	2,40	0,20
Total	26542,00	-	4406,40	367,20

Tabela 05 - Depreciação de Moveis e Equipamentos

Fonte: os autores (2019)

4.3 Margem de Contribuição

É o valor que cada produto tem capacidade de gerar para ajudar a cobrir as despesas fixas totais e o lucro esperado do negócio (CARIOCA, 2010, p.208), neste caso o produto vendido são as mensalidades representadas pelos alunos de cada turma.

4.3.1 Margem de Contribuição (MC) por Turma

Para o cálculo da MC por turma tomou-se o valor total das mensalidades (receita bruta) por curso e subtraiu-se os Custos Variáveis, desta forma podemos ver na Tabela 07, que o valor da MC dos cursos foi de R\$ 16.689,65 ao mês. Também foi possível saber a participação percentual de cada turma e observar que alguns cursos tem uma margem de contribuição maior, que os demais.

Produto - Curso	Receita Bruta	CV (R\$)	MC (R\$)	MC %
Arcgis	1000,00	64,49	935,52	6%
Desenho Técnico	1000,00	64,49	935,52	6%
Designer Gráfico	420,00	64,49	355,52	2%
Excel Avançado	465,00	64,49	400,52	2%
Gestão Empresarial	1305,00	64,49	1240,52	7%
Informática Empresarial	293,00	64,49	228,52	1%
Informática Kids	1546,80	64,49	1482,32	9%
Informática Lite	279,90	64,49	215,42	1%
Operador Master	7800,00	64,49	7735,52	46%
Projeto Empregabilidade	3224,80	64,49	3160,32	19%
Total	17334,50	644,85	16689,65	100%

Tabela 07 - Margem de Contribuição por Turma

Fonte: os autores (2019)

4.3.2 Margem de Contribuição Unitária/aluno (MCU) por Turma

Para encontrar os valores MCU por turma, foi necessário subtrair do valor da mensalidade o Custo Variável Unitário CVU (proporcional ao número de alunos por curso), conforme tabela 06.

Produto - Curso	Alunos	Valor (R\$)	CVU	MCU (R\$)	MCU %
Arcgis	10	100,00	6,45	93,55	94%
Desenho Técnico	10	100,00	6,45	93,55	94%
Designer Gráfico	4	105,00	16,12	88,88	85%
Excel Avançado	4	116,25	16,12	100,13	86%
Gestão Empresarial	29	45,00	6,45	38,55	86%
Informática Empresarial	3	97,67	21,50	76,17	78%
Informática Kids	12	128,90	5,37	123,53	96%
Informática Lite	3	93,30	21,50	71,81	77%
Operador Master	120	65,00	0,54	64,46	99%
Projeto Empregabilidade	27	119,44	2,39	117,05	98%

Tabela 06 - Margem de Contribuição Unitária por Turma

Fonte: os autores (2019)

4.4 Ponto de Equilíbrio

O ponto de equilíbrio é o nível de vendas para o qual o lucro da empresa é igual a zero (GARRISON, 2013, p. 199). O cálculo do Ponto de Equilíbrio pode ser realizado durante as atividades operacionais da empresa para acompanhar a evolução das vendas, custos e despesas do período.

4.4.1 Ponto de Equilíbrio (PE) Escola

Para se fazer para o cálculo do PE da escola foi necessário dividir o valor da margem de contribuição total dos cursos (R\$ 16.689,65) pela quantidade de vendas /mensalidades (222), este resultado foi dividido pelo valor dos gastos fixos que equivalem a R\$ 10.247,77 mensais, demonstrado na Equação (1). O PE encontrado foi de R\$ 136,31 conforme Tabela 08.

$$PE = \frac{16689}{222} = 75,17 \Rightarrow \frac{10247,77}{75,17} = 136,31 \quad (1)$$

Descrição	Valor/R\$
Gastos Fixos	10247,77
Margem de Contribuição	16689,65
Quantidade de Mensalidades	222
Ponto de Equilíbrio em mensalidades	136,31

Tabela 08 - Ponto de Equilíbrio da Escola

Fonte: os autores (2019)

4.4.2 Ponto de Equilíbrio (PE) por Turma

Como a escola possui cursos com valores de mensalidades variados é necessário calcular o PE por turma. Calculou-se o percentual do número de alunos por turma o qual foi multiplicado pelo PE em mensalidades (R\$ 136,31). Com os valores de PE encontrados para cada curso, basta multiplicá-los pelo valor da mensalidade correspondente, e saberemos o PE por turma que somados totalizaram R\$ 10.643,72. Na tabela 09 os dados.

Curso	N° mensal.	% do Total	PE mensalid.	Valor mensal.	PE em (R\$)
Arcgis	10	5%	6,14	100,00	614,02
Desenho Técnico	10	5%	6,14	100,00	614,02
Designer Gráfico	4	2%	2,46	105,00	257,89
Excel Avançado	4	2%	2,46	116,25	285,52
Gestão Empresarial	29	13%	17,81	45,00	801,30
Inform. Empresarial	3	1%	1,84	97,67	179,91
Informática Kids	12	5%	7,37	128,90	949,77
Informática Lite	3	1%	1,84	93,30	171,86
Operador Master	120	54%	73,68	65,00	4789,35
Projeto Empregabilidade	27	12%	16,58	119,44	1980,09
Total	222,00	100%	136,31	-	10643,72

Tabela 09 - Ponto de Equilíbrio por Turma

Fonte: os autores (2019)

4.5 Margem de Segurança

A Margem de Segurança é por definição, a dimensão de medida que informa os limites de operação para que não incorra em prejuízo (CARIOCA, 2010, p.238). Primeiramente foi calculada a margem de segurança em mensalidades para cada curso subtraindo o respectivo PE. Os valores encontrados por turma significam o quanto a empresa pode deixar de vender, ou seja, é o montante de vendas orçado ou eficaz além das vendas no ponto de equilíbrio (GARRISON p. 201). A Margem de Segurança total é de R\$ 6.690,78. Conforme tabela 10.

Curso	Vendas	PE mensalid.	MS mensalid.	Mensal.(R\$)	MS em R\$
Arcgis	10	6,14	3,86	100,00	385,98
Desenho Técnico	10	6,14	3,86	100,00	385,98
Designer Gráfico	4	2,46	1,54	105,00	162,11
Excel Avançado	4	2,46	1,54	116,25	179,48
Gestão Empresarial	29	17,81	11,19	45,00	503,70
Informática Empresarial	3	1,84	1,16	97,67	113,09
Informática Kids	12	7,37	4,63	128,90	597,03
Informática Lite	3	1,84	1,16	93,30	108,04

Operador Master	120	73,68	46,32	65,00	3010,65
Projeto Empregabilidade	27	16,58	10,42	119,44	1244,71
Total	222,00	136,31	85,69	-	6690,78

Tabela 10 - Ponto de Equilíbrio por Turma

Fonte: os autores (2019)

4.6 Demonstração do Resultado Líquido do Exercício

De acordo com Azevedo (2012, p.43) o Resultado Líquido do Exercício serve para relatar a situação da empresa em determinado período e o resultado apurado, que pode ser de lucro ou prejuízo. Para chegar a esse resultado, foram deduzidos o total de custos e despesas; mão de obra; depreciação dos móveis e equipamentos; e a receita de vendas. O resultado final demonstra um lucro equivalente a 37% do total da receita das vendas (mensalidade), vide tabela 11.

Descrição	Valor em R\$	Valor % das Vendas
Receitas Vendas	17334,50	100%
(-)Custo Variável	644,85	4%
(-)Custos E Despesas Fixas	6894,46	40%
(-)Mão De Obra	2986,11	17%
(-)Depreciação	367,20	2%
Resultado do Período	6441,88	37%

Tabela 11 - Resultado do Líquido do Exercício

Fonte: os autores (2019)

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As empresas precisam conhecer melhor suas receitas e custos, a fim de saber qual a quantidade necessária a ser vendida para se obter lucro. Com a implementação da análise CVL, trouxe o conhecimento dos custos detalhados, mostrando claramente para a empresa, onde eram aplicados os valores gastos mensalmente. Com a apuração dos indicadores de ponto de equilíbrio, depreciação, custo variável e fixo, despesas, margem de contribuição e margem de segurança ficou evidenciado através dos cálculos que esses indicadores são importantes aliados às tomadas de decisões.

Os resultados obtidos revelam que a escola tem um resultado final lucrativo. Nota-se que turmas com menores números de alunos têm mais retorno do que outras com maior quantidade porém com mensalidades de menor valor. Este resultado instigou a reflexão

tornando possível proposta de melhorias, como o ajuste de valor em determinados cursos, possibilidade de abrir novas turmas em horários diferentes, verificando a quantidade ideal de aluno em sala buscando o ponto de equilíbrio.

Este trabalho possibilitou que a empresa realizasse no final de um período uma análise crítica de seus custos e vendas favorecendo uma visão ampla do negócio, evidenciando a importância do detalhamento dos custos como forma de melhorar os resultados futuramente.

REFERÊNCIAS

AMORIN, D; BATISTA, R; NEDER, V. Com maior peso no PIB, setor de serviços puxa avanço da economia. **Estadão**, São Paulo, 28 fev. 2019. Economia e negócios. Disponível em: < <https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,setor-de-servicos-com-maior-peso-no-pib-puxa-avanco-da-economia,70002739128> >. Acesso em: 20 set. 2019.

ARAÚJO, D. A. **Aplicação de uma análise de CVL em uma escola privada de ensino infantil e fundamental na cidade de Pombal-PB**. 2018. 25f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Contábeis) - Universidade Estadual da Paraíba, Monteiro, 2018. [Artigo]

AZEVEDO, Marcelo Cardoso de. **Estruturas e análises das demonstrações financeiras**. Campinas, SP. Editora Alínea, 2012.

BRUNI, A. L; FAMÁ, R. **Gestão de custos e formação de preços**: com aplicação na calculadora HP 12c e Excel. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2011.

CARIOCA, V. A. **Contabilidade de custos**. Campinas, São Paulo: Editora Alínea, 2010.

GARRISON, Ray H; NOREEN, Eric W; Brewer Peter C. **Contabilidade gerencial**. Traduzido por: Christiane de Brito. 14 ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

PAULA, G. B. **Gestão de Custos e Despesas**: 19 dicas para ganhar eficiência operacional com a Redução de Custos e Despesas! 12 jun. 2016. Disponível em: < <https://www.treasy.com.br/blog/gestao-de-custos-e-despesas-e-reducao-de-custos-e-despesas/> >. Acesso em: 24 set. 2019

PAULA, G.B. **Análise de DRE (Demonstrativo de Resultados do Exercício)**: tudo que você precisa saber em um só lugar! 6 jun. 2019. Disponível em: < <https://www.treasy.com.br/blog/dre-demonstrativo-de-resultados-do-exercicio/> >. Acesso em: 23 set. 2019.

PORTAL DA EDUCAÇÃO. **Gestão de Frotas**: Relação custo x volume x lucro = Ponto de equilíbrio. 13 nov. 2013. Disponível em: < <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/educacao/gestao-de-frotas-relacao-custo-x-volume-x-lucro-ponto-de-equilibrio/52215> >. Acesso em 24 set. 2019.

ROMANI, A; QUINTINO, L. Setor de serviços sustenta o crescimento do PIB em 2018. **Veja**, São Paulo, 28 de fev. 2019. Economia. Disponível em: Acesso em: 20 set. 2019.

GIL, ANTONIO. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6ed. – [2. Reimpr.]. São Paulo: Atlas, 2018.

MATIAS, PEREIRA. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica**. 4ed. São Paulo: Atlas, 2016.

ANÁLISE DO CUSTO RELACIONADO AO PROCESSO DE RESFRIAMENTO UTILIZADO NA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 31/12/2020

Bruno Aldrighi Silveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense - Câmpus Pelotas, Discente, Bacharelado em Engenharia Química
Canguçu – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/3783651442761515>

Régis da Silva Pereira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense - Câmpus Pelotas, Docente Orientador, Bacharelado em Engenharia Química
Rio Grande – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/5446349260364884>

RESUMO: O objetivo deste trabalho é avaliar os custos operacionais com água tratada e energia elétrica de um sistema de resfriamento de mosto, construído utilizando um trocador de calor do tipo Chevron, uma panela cervejeira, mangueiras siliconadas e bombas de recirculação próprias para transporte de alimentos. O experimento utilizou água tratada da rede de distribuição como fluido de resfriamento, como geralmente acontece em processos artesanais de resfriamento de mosto, e água quente para simular o mosto cervejeiro, já que ambos têm propriedades térmicas semelhantes. O processo de resfriamento foi realizado em 3 cenários diferentes: sem nenhuma recirculação, ou seja,

um passe pelo trocador tanto do fluido quente quanto do frio; com recirculação de fluido frio (água tratada da rede); e com recirculação de fluido quente (mosto). Todos os cenários foram realizados em contracorrente, sem controle de vazão, e utilizando a gravidade para que o escoamento ocorresse. A avaliação dos custos utilizou os preços do KWh e do m³ da água tratada referentes a cidade de Pelotas/RS em 2019. No cenário sem nenhuma recirculação os custos foram referentes ao consumo de água tratada para resfriamento do mosto, no cenário com recirculação do fluido frio os custos foram associados ao funcionamento da bomba de recirculação de fluido frio e no cenário com recirculação do mosto os custos foram referentes ao consumo de água tratada para o resfriamento e ao funcionamento da bomba de recirculação de mosto. Os resultados indicam que os custos associados ao processo de resfriamento são irrelevantes para todos os cenários, mas que o cenário com recirculação do fluido de resfriamento torna a produção ambientalmente sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Trocador de calor, mosto, água tratada, energia elétrica.

COST ANALYSIS RELATED TO THE COOLING PROCESS UTILIZED ON THE PRODUCTION OF ARTESANAL BEER

ABSTRACT: The objective of these work is to evaluate the operational costs with potable water and electric energy of a beer wort cooling system, constructed using a Chevron heat exchanger, a brewing pot, silicone hose and

recirculation pumps suitable for food transport. The experiments used potable water of the distribution system for cooling fluid, as is used in craft brewing processes, and hot water to simulate the beer wort, since both have similar thermal properties. The cooling process was performed on 3 different scenarios: no recirculation (single pass heat exchanger with both fluids); with recirculation of cooling fluid (potable water); and with recirculation of the hot fluid (beer wort). All the scenarios were performed on countercurrent, without flow rate control, and using the gravity for the flow. The cost evaluation used the prices of the KWh and the m³ of the potable water for the city of Pelotas/RS in 2019. On the scenario without any recirculation, the costs were related to the potable water consumption. On the scenario with cooling fluid recirculation, the costs were associated to the of electric energy consumption of the cooling fluid recirculation pump and on the scenario with beer wort recirculation the costs were related to the potable water consumption and electric energy consumption of the beer wort recirculation pump. The results show that the costs associated with the cooling process are irrelevant for all the scenarios, but the scenario with cooling fluid recirculation make the production environmentally sustainable.

KEYWORDS: Heat exchanger, beer wort, potable water, electric energy.

1 | INTRODUÇÃO

Um dos setores mais tradicionais do Brasil, criado em 1853, o setor cervejeiro tem ampla capilaridade e está presente em todas as cidades do país, em uma cadeia que vai do agronegócio ao pequeno varejo. Nos últimos anos este setor tem passado por mudanças, a partir da expansão da produção de cervejas artesanais (CERVBRASIL, 2016).

O Brasil fechou o ano de 2019 com 1209 cervejarias em operação, nessa soma estão apenas as que têm fabricação própria, portanto se somadas as ciganas (que usam instalações de terceiros) a quantidade é consideravelmente maior. Entre dezembro de 2018 e setembro de 2019, houve um aumento de 36% no número de cervejarias no Brasil, crescimento impulsionado pela ampliação acelerada das cervejarias artesanais (MAPA, 2019).

No que tange o mercado regional, o Sudeste se tornou a região com o maior número de cervejarias com 516 empresas seguido por Sul, Nordeste, Centro-Oeste e Norte. Entre os estados, São Paulo ocupa o primeiro lugar em número de cervejarias com 241, seguido do Rio Grande do Sul com 236. Em relação a densidade (cervejarias X habitante), o Rio Grande do Sul est. Dentro deste contexto, a cidade de Pelotas tem se destacado na região pela produção de cervejas artesanais, onde vários estabelecimentos têm oferecido seus produtos de fabricação própria (MAPA, 2019).

Segundo Costa (2017) a produção de cerveja artesanal conta com as etapas de obtenção do malte, preparação do mosto, inoculação, fermentação e envase. Levando-se em conta que o consumo deste tipo cerveja se baseia na busca de diferentes sabores da bebida, o processo de fermentação se torna chave. O sucesso do processo de fermentação é determinado diretamente pela temperatura que o mosto atinge o fermentador. Pois

durante a sua fervura ele atinge temperaturas em torno de 100°C e deve ser resfriado rapidamente, até cerca de 25°C para assegurar a sobrevivência das leveduras que realizarão a transformação dos açúcares em álcool e gás carbônico (SILVA e GOMES, 2017).

Este resfriamento ainda evita a formação de Dimetil Sulfeto que confere um sabor rançoso indesejado a cerveja. O resfriamento brusco ainda melhora o processo de clarificação da bebida, pois nesse momento é formado o “cold break”, o qual é composto por proteínas que receberam choque térmico, precipitando-se em coágulos grandes. As proteínas do “cold break” têm a propriedade de uma vez precipitadas, não se dissolverem mais, evitando a produção de uma bebida turva (GERHARDT, 2017).

Atualmente, os sistemas de resfriamento mais utilizados são compostos por trocadores de calor utilizando a água como fluido refrigerante (popularmente conhecidos como Chiller). Estes trocadores aparecem em três diferentes arranjos, imersão, contra fluxo e de placas (SILVA 2017). Cada um destes tipos de trocadores possui vantagens e desvantagem, mas pode-se destacar os Chiller de placas pela maior rapidez de resfriamento e por serem mais compactos quando comparados com os demais (ROMERO et al, 2018).

Na produção artesanal da cerveja estes trocadores de calor operam em circuito aberto, onde água após realizar o resfriamento é descartada, levando a grandes desperdícios de água tratada e consequente aumento dos custos de produção. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é avaliar os custos operacionais com água tratada e energia elétrica do processo de resfriamento de mosto, na produção de cerveja artesanal.

2 | METODOLOGIA

O sistema utilizado é composto por uma panela cervejeira de alumínio de 25 L com um registro de regulagem de vazão de ½ polegada. O trocador de calor utilizado é um Chiller do tipo Chevron com 20 placas e área total de troca térmica de 0,24 m². A circulação dos fluidos quente e frio é realizada por meio de mangueiras siliconadas e bombas de recirculação próprias para transporte de alimentos.

O experimento foi realizado em 3 cenários diferentes de circulação dos fluidos pelo trocador de calor, utilizou-se água da rede de distribuição a 17°C para o resfriamento e, para simular o mosto, foram utilizados 20 L de água a temperatura de 100°C, pois as propriedades térmicas e de escoamento são semelhantes às do mosto (KOGA, SANTOS E PROENÇA, 2018). Todos os cenários foram realizados operando em contracorrente, sem controle de vazão, e utilizando a gravidade para que o escoamento ocorresse. A Figura 1 apresenta esquematicamente os cenários avaliados.

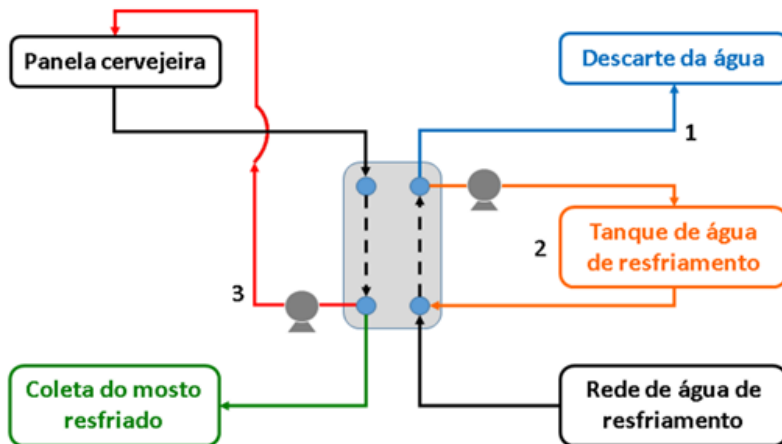


Figura 1: Esquema dos experimentos realizados. (1) operação em circuito aberto; (2) operação em circuito fechado da água de resfriamento; (3) operação em circuito fechado do mosto.

A Figura 1 apresenta esquematicamente as seguintes situações avaliadas: (1) Operação com passe único de ambos os fluidos pelo trocador de calor; (2) Operação com recirculação de água de resfriamento e passe único do mosto; (3) Operação com passe único da água de resfriamento e recirculação do mosto para a panela cervejeira.

Durante os experimentos foram medidos o tempo do processo e as vazões de mosto e água de resfriamento utilizadas para avaliar os gastos com água da rede de distribuição. As medidas das temperaturas dos fluidos quente e frio, antes e após passarem pelo trocador de calor, permitiram a determinação do tempo total do processo.

O primeiro cenário estudado foi realizado sem nenhuma recirculação, consistindo somente na passagem de ambos os fluidos diretamente pelo trocador. O fluido de resfriamento provinha da rede de distribuição de água tratada e era descartado após a passagem no trocador. O fluido quente provinha do aquecimento de um volume de aproximadamente 20L de água tratada (que simulava o mosto cervejeiro), que tinha sua temperatura elevada até a ebulição (em torno de 100°C), dentro na panela cervejeira, após o aquecimento passava pelo trocador de calor em contracorrente com o fluido de resfriamento e era coletado. O processo era feito até a panela cervejeira estar vazia.

No segundo cenário estudado foi realizada a recirculação de água de resfriamento, primeiramente elevava-se a temperatura de aproximadamente 20L de mosto até a ebulição, após passava-se o mosto e o fluido frio pelo trocador em contracorrente. O mosto que saía do trocador era coletado e a água de resfriamento que saía do trocador era coletada em um tanque (com capacidade máxima para 100L) próximo ao sistema que já continha água de resfriamento. Deste tanque, utilizando uma bomba submersa de 13W, bombeava-se água de resfriamento para a entrada do trocador de calor, que passagem em contracorrente com o mosto novamente. O processo era feito até a panela cervejeira estar vazia.

No terceiro cenário estudado foi realizado com reciclo de mosto cervejeiro, primeiramente elevava-se a temperatura de aproximadamente 20L de mosto até a ebulição, após passava-se o mosto e o fluido frio pelo trocador em contracorrente. O mosto que saía do trocador de calor era recirculado para a panela cervejeira, com auxílio de uma bomba afogada de 34W, e passava novamente pelo trocador. Já o fluido frio que provinha da rede de distribuição de água, passava uma única vez pelo trocador de calor e era descartado. O processo era realizado até o mosto atingir a temperatura desejada.

Quando a recirculação de água de resfriamento foi realizada, fazendo uso de um tanque de armazenamento, adaptou-se ao tanque um termômetro digital para acompanhar a variação da temperatura.

Os critérios de avaliação empregados na análise do custo dos experimentos foram o tempo de duração do processo, a temperatura final alcançada pelo mosto cervejeiro, o consumo de água para as operações sem recirculação deste fluido e os custos com energia elétrica, para os casos com recirculação devido a necessidade do uso de bombas.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos experimentos quanto ao tempo de resfriamento do mosto foram de 04 min para os esquemas 1 e 2, enquanto a operação com a recirculação apenas do mosto levou 13 min. Os custos avaliados do processo de resfriamento são relativos ao consumo de água de resfriamento e energia elétrica utilizada pelas bombas de circulação, sendo utilizados os preços atuais do kWh e do m³ de água da cidade de Pelotas/RS. Os experimentos operados com recirculação (água ou mosto) tiveram custos com energia irrelevantes, sendo inferiores a R\$ 0,01 por batelada. Nessas situações o consumo de água é desprezado, tendo em vista que esta pode ser reutilizada.

Quando o sistema foi operado sem recirculação do fluido de resfriamento o custo operacional se deu apenas pelo consumo de água, pois essa é desprezada ao final do resfriamento. Assim, a operação utilizou 23 L de água tratada resultando em um custo de R\$ 0,09 por batelada, o que equivale a menos de R\$ 0,01/L de cerveja produzida. Na Tabela 1 é feito o resumo dos custos de operação para diferentes cenários de operação.

Cenário	Tempo (minutos)	Custo (R\$)
1	4	0,09
2	4	< 0,01
3	13	< 0,01

Tabela 1: Custo de operação para diferentes cenários

4 | CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos observou-se que os custos associados ao processo de resfriamento são irrelevantes, tanto com energia quanto com água consumida em qualquer situação. Entretanto, vale salientar que a operação em circuito fechado da água de resfriamento evita o desperdício de água tornando a produção ambientalmente mais sustentável.

REFERÊNCIAS

CERVBRSIL. **Anuário 2016**. São Paulo: Associação Brasileira da Indústria de Cerveja, 2016.

COSTA, L. M. R. **Produção de cerveja artesanal pela fermentação de uma levedura da jabuticaba: análise da cinética local de metabólitos voláteis e dos efeitos das variáveis no processo**. 2017. 127p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2017.

GERHARDT, F. S. **Desenvolvimento de um trocador de calor desmontável para resfriamento do mosto de cerveja artesanal**. 2017. 104 p. Monografia (Engenharia Mecânica) – UNIVATES. 2017.

KOGA, Augusto; SANTOS, Felipe Bergener Guimarães dos; PROENÇA, Lucas Brizolla. **Projeto e construção de um sistema de resfriamento de mosto para uma nanocervejaria com foco no desperdício mínimo de água**. 2018. 196 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

MAPA. **Anuário da cerveja no Brasil 2019**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2019.

ROMERO, T, J.M.; NOGALES, A. C. C.; LUZURIAGA, J. G. V.; CANTOS, L. S. O. Análisis comparativo de la utilización de refrigerantes alternativos en un chiller. Ecuador, **Dominio de las Ciencias**, v.4, n.1, p.418-433, janeiro, 2018.

SILVA, D. **Da cevada ao copo: O guia completo para fazer sua cerveja em casa**. [s.l.]: Condado da Cerveja, 2017.

SILVA, F. L.; GOMES, W. P. Cerveja: Classificações e Processo Industrial. **Revista Conexão Eletrônica**. Três Lagoas, MS, v.14, n.1, p. 1602-1613, 2017.

CONTRASTAÇÃO DAS ESTRUTURAS DOS MÉTODOS DE CUSTEIO ABC E UEP: VANTAGENS E DESVANTAGENS EM SUA IMPLANTAÇÃO

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 05/01/2021

Lidia Christine Silva Oliveira

Graduanda do Curso de Bacharelado em Engenharia de Produção do Instituto Luterano de Ensino Superior – ILES/ULBRA em Itumbiara-GO
<http://lattes.cnpq.br/0537490206047258>

Yasmin Teodoro Martins

Graduanda do Curso de Bacharelado em Engenharia de Produção do Instituto Luterano de Ensino Superior – ILES/ULBRA em Itumbiara-GO
<http://lattes.cnpq.br/6625046936852172>

Rodrigo Silva Oliveira

Graduando do Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica da UNA – Itumbiara – GO
<http://lattes.cnpq.br/9314113639546252>

Márcio Alexandre Fischer

Administrador, Mestre em Gestão Financeira e Controladoria, Prof. no Instituto Luterano de Ensino Superior – ILES/ ULBRA, Itumbiara - GO
<http://lattes.cnpq.br/8099826953957983>

Lissandra Andréa Tomaszewski

Engenheira de Produção-Mecânica, Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, Profa. no Instituto Luterano de Ensino Superior – ILES/ ULBRA, Itumbiara - GO.
<http://lattes.cnpq.br/2524407881186134>

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo evidenciar as diferenças existentes entre os métodos de custeio ABC (Custeio Baseado em Atividades) e UEP (Unidade de Esforço de Produção) comparando suas estruturas para demonstrar as vantagens e desvantagens de cada um. Essa pesquisa se caracteriza como qualitativa com caráter descritivo. Os dados foram coletados através de pesquisas feitas em livros e artigos sobre os conceitos e estruturas dos métodos de custeio. Através do conjunto de informações foram averiguadas as diferenças de estruturação de cada método, mostrando as vantagens e as desvantagens da aplicação dos mesmos, permitindo a demonstração de resultados, na qual se concluiu que a principal diferença entre os dois métodos está na maneira de alocação de custos que cada um tem. Outro fator é que o método UEP é mais simples de ser aplicado, porém tem que ser acoplado a outro sistema para que se obtenha um melhor resultado. Já a aplicação do ABC é mais vantajosa nas tomadas de decisões gerenciais, porém mais dispendiosa para se implantar nas empresas.

PALAVRAS-CHAVE: Métodos de Custeio, Custeio Baseado em Atividades, Unidade de Esforço de Produção.

HIRING THE STRUCTURES OF ABC AND UEP COSTING METHODS: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES IN ITS IMPLEMENTATION

ABSTRACT: This study aimed to highlight the differences between the ABC (Activity-based Costing) and UEP (Production effort Unit) costing methods comparing their structures to demonstrate the advantages and disadvantages of each one. This research is characterized as qualitative with a descriptive character. Data as collected through research done in books and articles on the concepts and structures of costing methods. Through the set of information, the differences in the structure of each method were investigated, showing the advantages and disadvantages of applying them, allowing the demonstration of results, in which it was concluded that the main difference between the two methods is in the way of allocating costs that each one has. Another factor is that the UEP method is simpler to apply, but it has to be coupled to another system in order to obtain a better result. ABC application, on the other hand, is more advantageous in making managerial decisions, but more expensive to be implemented in companies.

KEYWORDS: Costing Methods, Activity-Based Costing, Production Effort Unit.

1 | INTRODUÇÃO

A alta competitividade entre as empresas torna a utilização de métodos de custeio imprescindível para se obter um melhor controle da distribuição dos custos, visando assim se manter em evidência no mercado e aumentar a lucratividade. Bornia (2010) diz que a empresa moderna tem que estar preparada para o novo mercado competitivo que se torna cada dia mais acirrado por conta de vários fatores, como por exemplo, a diminuição de barreiras alfandegárias, a filosofia da qualidade total e, ainda, a busca cada vez mais incessante pela melhoria contínua que estourou em meados do século XX.

De fato não existe forma de prever qual o melhor método para cada empresa sem antes realizar uma análise para averiguar qual deles se encaixa melhor na forma com que a empresa trabalha. Essa análise deve levar em consideração a individualidade de cada caso em que será aplicado, observando cuidadosamente as vantagens e desvantagens de cada método e qual estrutura melhor se enquadra em cada situação.

Tomando por base este contexto, esta pesquisa indaga a seguinte questão: Quais são as principais diferenças estruturais entre os métodos de Custeio Baseado em Atividades (ABC) e de Unidade de Esforço da Produção (UEP)?

Subsequente ao problema abordado, o objetivo geral desta pesquisa é destacar as principais diferenças estruturais entre os métodos supramencionados. Mais especificamente o trabalho pretende:

- Distinguir as principais diferenças existentes entre os métodos;
- Investigar as aplicabilidades dos métodos estudados;
- Contrastar os resultados encontrados em cada um dos métodos.

2 | METODOLOGIA

Este estudo pode ser classificado como qualitativo com caráter descritivo, Castilho (2014) diz que a pesquisa qualitativa tem a qualidade como prioridade e pode utilizar dados quantitativos em suas análises.

Como é uma abordagem qualitativa dispensam-se alguns requisitos, como por exemplo, número de amostras e uso de dados empresariais. Por esse lado, o processo de coleta de dados reúne as principais diferenças entre os métodos em relação à aplicabilidade de cada um. As averiguações focam na comparação das estruturas de custos e das vantagens e desvantagens dos métodos ABC e UEP, para demonstrar qual dos dois apresenta o melhor resultado para a empresa.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Martins (2010) destaca que custo é tudo aquilo que foi utilizado (consumido) ou transformado para a produção de bens e serviços. Caso estes requisitos não forem atendidos não se pode classificar o gasto como custo.

Destacar as classificações dos custos e o modo como mensurar os mesmos é uma parte muito importante do processo de escolha do método de custeio. Os custos são classificados em: indiretos e fixos ou diretos e variáveis. Segundo Martins (2010), Custos fixos são aqueles cujo montante não é afetado pelo volume, dentro de determinado intervalo do nível de atividade. Já os custos variáveis são aqueles em que o montante é afetado de maneira direta pelo volume, dentro de determinado intervalo do nível de atividade.

3.1 Custeio Baseado em Atividades (ABC)

No método ABC os produtos absorvem os custos de acordo com as atividades realizadas, ou seja, as áreas da empresa são divididas em seções e os custos indiretos são alocados de acordo com a intensidade de uso. A alocação dos custos é feita em quatro etapas: mapeamento de atividades, distribuição dos custos às atividades, distribuição dos custos das atividades indiretas até as diretas e a distribuição dos custos dos produtos (BORNIA, 2010)

De acordo com Calesso (2010), entre as principais vantagens deste método pode-se citar: informações mais confiáveis, por conta do encolhimento do uso de rateio; a detecção com mais transparência onde os itens estudados consomem mais materiais; promoção de uma melhor visualização dos fluxos dos processos entre outras. Algumas das desvantagens são: alto custo de implantação; a falta de profissionais qualificados na área; o método leva em conta muitas informações, o que acaba tornando a sintetização dos dados muito mais trabalhosa.

3.2 Unidade de Esforço de Produção (UEP)

O Método UEP tem seu foco nos custos de transformação da produção (não tratando dos custos de matéria-prima). Para Martins (2010) a estrutura lida com os custos que inferem durante o processamento para a transformação da matéria-prima ao produto acabado. Bornia (2010) define que para tornar a gestão simples, utiliza-se uma única medida para a fabricação de produtos diversificados, com a eficiência fiscal e a produtividade, tidas como agentes de mensuração do método para a análise do desempenho quando aplicado na prática.

Bornia (2010) destaca ainda que a principal vantagem do método de custeio UEP está na facilidade de operacionalização, já que os cálculos de atribuição de custos de transformação são simples e rápidos, além disso, a facilidade de mensuração do método também é uma grande vantagem, por conter informações claras. Como principal desvantagem aponta-se que o método não considera os desperdícios e as despesas estruturais ao mensurar os custos, o que dificulta o tratamento dos mesmos. A demonstração destas diferenças estruturais entre os dois métodos está no Quadro 1, abaixo:

	ABC	UEP
Como se faz?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação dos custos do período; 2. Divisão da organização em atividades; 3. Identificação e seleção dos direcionadores de recursos; 4. Atribuição dos custos as atividades; 5. Atribuição dos objetos de custeio; 6. Identificação e seleção dos direcionadores de atividades; 7. Atribuição dos custos das atividades aos objetos de custeio; 8. Atribuição dos custos diretos aos objetos de custeio. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação dos custos do período; 2. Divisão da organização em PO's (Postos Operativos); 3. Cálculo do custo/hora por PO-FIPO; 4. Identificação dos objetos de custeio; 5. Obtenção dos tempos de passagem dos produtos pelos PO's; 6. Escolha do produto-base; 7. Cálculo dos potenciais produtivos; 8. Determinação dos equivalentes dos produtos; 9. Mensuração da produção total em UEP's; 10. Cálculo dos custos de transformação; 11. Atribuição dos custos diretos aos objetos de custeio.
Para quê?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Suprir a necessidade de informações mais precisas e com maior acurácia; 2. Corrigir as distorções provocadas pelos métodos de custeio tradicionais; 3. Auxiliar na redução de custos; 4. Analisar valor agregado das atividades e processos da organização; 5. Analisar o consumo de recursos e relação causal de recursos e atividades. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Unificar a medida de produção pela criação de uma unidade de medida (UEP) capaz de medir a produção de uma organização; 2. Minimizar os custos totais de produção pela eliminação de todas as operações que não adicionem valor aos produtos; 3. Analisar o consumo de recursos; 4. Monitorar e administrar processo de produção.

Quadro 1- Diferenças entre os métodos de custeio ABC e UEP.

Fonte: Pereira (2015).

4 | CONCLUSÕES

Após a análise dos dados, notou-se que a principal diferença entre os dois métodos está na maneira como são feitas as alocações dos custos, já que o método ABC tem o objetivo de aperfeiçoar os custos indiretos e o UEP busca a criação de uma unidade de medida para medir a produção.

O sistema de custeio ABC é muito parecido com o método de absorção, porém não é utilizado na maioria das empresas por ser muito analítico e haver uma grande dificuldade na implantação, pois os softwares não conseguem rodar o programa.

Enquanto isso, o método UEP tem a padronização no método de esforço da criação do produto e a facilidade da implementação por ter uma estrutura simplificada de aplicação, porém é limitado por lidar apenas com os meios de transformação de matéria-prima, excluindo custos que estejam de fora desta categoria.

Sendo assim conclui-se que o método ABC é mais indicado em decisões gerenciais enquanto o UEP ficaria melhor sendo utilizado em conjunto com outros métodos de custeio por não englobar todos os custos.

É necessário lembrar que para decidir qual o melhor método de custeio a ser utilizado em cada empresa deve-se antes fazer uma análise de todos os dados da mesma para definir qual o método que melhor se encaixa na produção de cada uma.

Por este motivo fica proposto que sejam feitos novos estudos a respeito destes métodos de custeio para preencher as lacunas a respeito da implantação de cada um. Ainda assim este trabalho contribuiu para apresentar diferenças estruturais de cada método.

REFERÊNCIAS

BORNIA, Antônio Cezar. **Análise Gerencial de Custos: Aplicação em empresas modernas.** 2010. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2010.

CALESSO, Daniel Bender. **Análise de custos com foco nos métodos ABC, Variável e Absorção.** Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Contábeis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/25797>> Acesso em 24 set. 2018.

MARTINS, Eliseu; ROCHA, Welington. **Métodos de Custeio Comparados.** 2010. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2010.

PEREIRA, Sara Isabel Melo. **Custeio por atividades (ABC) e unidade de esforço de produção (UEP): similaridades, diferenças e complementaridades.** 2015, p. 144. Dissertação de Mestrado em Contabilidade - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12136/tde-21012016-103844/pt-br.php>> Acesso em: 18 set. 2018.

A PÓS-VENDA ANALISADA SOB A LUZ DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE EM UMA EMPRESA DE LEGALIZAÇÃO DE ESTRANGEIROS

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 25/01/2021

Tayná de Oliveira Santos

Newland Chase - Rio de Janeiro/RJ

Maria Inês Vasconcellos Furtado

CevarWork - Araruama – RJ

<http://lattes.cnpq.br/3083682259626732>

RESUMO: Atualmente há um crescente nível de competitividade em diversas áreas empresariais, sobretudo pelo fato de os consumidores terem amplo acesso a informação, buscando-a cada vez mais antes de consumir um bem ou serviço. Por conseguinte, tais clientes almejam uma integral correspondência às suas expectativas, tanto no momento da compra como no de pós-venda. Baseando-se nestes fatos, este trabalho objetiva estudar e destacar os problemas encontrados no setor de pós-venda da filial de uma empresa do ramo de Imigração situada na cidade do Rio de Janeiro, realizando uma aprofundada análise dos problemas e, por fim, preparando um plano de ação para propor melhorias e permitir a fidelização dos clientes atuais e dos novos. Para este fim são traçados objetivos para o serviço pós-venda e são propostas estratégias, soluções e melhorias, utilizando ferramentas organizacionais e da qualidade, nomeadamente, Brainstorming, Diagrama de Causa e Efeito, Matriz GUT, Cinco Porquês e 5W1H, aplicados em uma etapa do ciclo PDCA. Como resultado é perceptível constatar o rompimento do paradigma

tradicional de que as atividades pós-vendas estejam somente direcionadas ao tratamento de reclamações e evidencia-se que para se obter resultado positivo na qualidade em serviços prestados, o cliente deve ser o ponto central da atividade econômica.

PALAVRAS-CHAVE: Pós-vendas, Melhoria, Qualidade em Serviços, Clientes, Plano de Ação.

THE AFTER-SALES ANALYZED UNDER THE LIGHT OF QUALITY TOOLS IN A COMPANY OF LEGALIZATION OF FOREIGNERS

ABSTRACT: There is increasing level of competitiveness in several business areas, mainly because consumers have wide access to information, looking for it before consuming a product or service. Therefore, such customers want their expectations to be corresponded, both at purchase and after-sales. Based on these facts, this paper studies the problems encountered in the after-sales sector in the subsidiary of an Immigration company, performing analysis of the problems and preparing an action plan that proposes improvements and allows the fidelity of current and new customers. For this, objectives are outlined for the post-sale and strategies, solutions and improvements are proposed, using tools such as Brainstorming, Cause and Effect Diagram, GUT Matrix, Five Whys and 5W1H. As a result, the paradigm that after-sales are directed only to the treatment of complaints is broken and it is evident that to obtain positive results in quality, the customer is the center of economic activity.

KEYWORDS: After-sales, Improvement, Quality in Services, Customers, Action Plan.

1 | INTRODUÇÃO

A evolução do Pós-venda pode ser entendida através das “Eras” ou “Orientações das Empresas”: Era da Produção, de Vendas e do Marketing, tendo o conceito de pós-venda surgido a partir da última destas (KOTLER; KELLER, 2011).

A Era do Marketing, a partir de 1950, tem empresas centradas na satisfação de necessidades e desejos dos consumidores. Surge o conceito atual de Marketing, incentivado pela aplicação das Ciências Sociais nos estudos de mercado, com inclusão da Sociologia e a Psicologia às tradicionais, Economia e Administração, essa em plena era da Administração Científica (KOTLER; KELLER, 2011).

O conceito da pós-venda está relacionado ao serviço que é oferecido ao cliente sobre produtos tangíveis e intangíveis (serviço) num tempo próximo, isto é, nos próximos dias, semanas ou meses posteriores à aquisição do serviço. A pós-venda tem como objetivo criar um acordo com o cliente que vá além do momento da compra, sendo usualmente atrelada ao pensamento de um conjunto de atividades de *marketing* realizadas após a venda do produto ou a prestação do serviço, abrangendo pesquisas de satisfação, serviços de manutenção, promoções especiais e outras formas de atendimento, objetivando a fidelização do cliente, (PARMENT; KOTLER; ARMSTRONG, 2011). No marketing atual emprega-se um modelo de satisfação do cliente que procura explicar a diferença entre a expectativa do cliente e a percepção real após o consumo do produto ou serviço. Por conseguinte, a satisfação do cliente é considerada um dos fundamentos para melhorar a intenção de recompra do cliente e para estabelecer uma relação duradoura com ele (ASHFAQ, 2019).

No mercado de produtos normalmente as mercadorias são produzidas antes da venda, possibilitando controle da qualidade antes da entrega ao cliente, porém no mercado de serviço a venda ocorre antes da produção. O consumidor tem uma promessa que só vai ser concluída com o serviço pretendido. Portanto, a percepção da qualidade é fortemente influenciada pela experiência, que só pode ser avaliado depois do uso do serviço. Já a qualidade do serviço é a base do marketing de serviços, enquanto no marketing de produtos é o seu desempenho.

O pós-venda se baseia em atendimento de qualidade e profissionais preparados. Com um atendimento bem feito, o pós-venda se assemelha a uma nova pré-venda e uma próxima negociação. A satisfação é antecedente da fidelidade do cliente (ASHFAQ, 2019; BORCHARDT; SELLITTO; PEREIRA, 2008).

Geralmente não se percebe o potencial do pós-venda pois é associado a custo, com aumento de mão de obra e desperdício de tempo. Mas esta realidade é confrontada por Durugbo (2019) que afirma que desde os anos 90, as empresas têm vindo a destacar cada vez mais os fluxos de receitas nos mercados, havendo inclusive uma correlação direta entre os preços das ações e a qualidade das atividades pós-venda das empresas.

Este artigo objetiva apresentar um estudo de caso e o processo atual da venda e pós-venda de uma empresa no ramo de imigração com histórico familiar, propor melhorias, implementar novos processos para fidelizar o cliente. Para tal, realizou-se entrevistas e aplicou-se questionários para identificar etapas do processo de venda da empresa, eventuais falhas no pós-venda, analisar essas falhas e propor um plano de ação. Para cumprir o objetivo serão empregadas ferramentas organizacionais e de qualidade na etapa *Plan* do Ciclo *PDCA*, analisando e propondo soluções em um Plano de Ação para esta empresa.

2 | TRABALHOS CORRELATOS

Durugbo (2019) faz uma extensa revisão e análise de trabalhos relacionados ao pós-venda como assistência técnica, distribuição de peças sobressalentes, atendimento ao cliente e venda de acessórios. É apresentada a importância estratégica dos serviços pós-venda e do apoio pós-venda para as empresas industriais. O artigo resume resultados da revisão num modelo teórico de apoio pós-venda e as suas dependências. Ao fim propõe teorias de apoio pós-venda.

Szwejczewski, Goffin e Anagnostopoulos (2015), estudaram seis casos em empresas líderes, para aprofundar nos sistemas “produto-serviço”, onde os fabricantes oferecem aos clientes um produto e serviço integrado. As empresas oferecem produtos e serviços combinados, possibilitando identificar como os requisitos de serviço são tipicamente avaliados na fase de concepção. Os resultados mostraram que pós-venda é um elemento importante do negócio, pois há avaliação sistemática durante o processo, sendo uma importante fonte de receitas e lucros, e crucial para os clientes. Há uma melhora na eficiência e eficácia dos negócios ao longo do tempo. Apresenta também a necessidade de recolher dados de serviços sobre todos os elementos de pós-venda e utilizá-los no design de forma a evitar que as questões-chave sejam negligenciadas, definindo claramente as necessidades detectadas no pós-venda.

Uma análise teórica é feita em Borchardt, Sellitto e Pereira (2008), assumindo uma perspectiva crítica sobre o tema operações de serviços de pós-venda de produtos de base tecnológica, construindo um referencial acerca dos elementos essenciais a serem considerados na concepção de serviços de pós-venda. Os elementos que compõem a pós-venda foram identificados, além dos aspectos relacionados à gestão das operações dos serviços e a avaliação do desempenho em operações de pós-venda. Parâmetros e aspectos estratégicos foram analisados para empresas manufatureiras que necessitam estruturar ou remodelar os serviços de pós-venda.

3 I O PÓS VENDA E A FIDELIZAÇÃO DE CLIENTES

Um dos principais motivos da perda dos clientes está na baixa qualidade de atendimento e serviços prestados no pós-venda. Sem qualidade nesta etapa, o cliente insatisfeito, busca alternativas na concorrência. O serviço pós-venda é essencial fidelizar clientes. A empresa cria, mantém e melhora a lealdade de clientes ao fornecer excelente serviço de pós-venda (ASHFAQ, 2019).

A qualidade do serviço pós-venda tem uma influência positiva no valor percebido, na intenção de comportamento e na satisfação do cliente. A primeira perspectiva se relaciona às organizações prestadoras de serviços, sendo considerado como um dos serviços suplementares entre alguns serviços complementares oferecidos ao cliente, e a segunda é quando se refere aos bens tangíveis, sendo tratado como atividades operacionais por alguns ou todos canais de distribuição (BORCHARDT; SELLITTO; PEREIRA, 2008).

O principal objetivo do serviço pós-venda é assegurar que o cliente consiga maior proveito e valor por sua compra, compreendendo o valor como a relação entre os benefícios recebidos pelo produto e o preço pago pelo bem. Desta maneira, (BEE; BEE, 2000), apresenta quatro princípios fundamentais para a excelência no atendimento ao cliente, que engloba o comprometimento total da empresa e dos funcionários, bem como a necessidade de treinamento e de procedimentos sistemáticos para garantir um excelente atendimento ao cliente.

Seguindo esses quatro fundamentos e aplicando corretamente as estratégias do pós-venda, segundo (VAVRA, 1993), existe enormes chances de fidelização, porque o pós-venda está ligado ao intangível e por sua vez tudo que é intangível é difícil de ser copiado pela concorrência e esse é esperado pelo consumidor.

O pós-venda também é usado para pesquisas de satisfação, pois os clientes insatisfeitos são justamente os que vão revelar as falhas e os pontos de melhoria do seu negócio, podendo ser realizado em diferentes níveis e definido por cada cliente, seguindo modelos de referência condicionados ao planejamento estratégico da organização (VIDOR; MEDEIROS; RIBEIRO, 2013).

Esta relação estreita caracteriza o valor agregado, gerando confiança, credibilidade e lealdade do cliente. Em contrapartida, quando uma empresa se aprofunda na prática de buscar continuamente melhores resultados por meio de todas as pessoas é gerado muito conhecimento, que deve ser gerenciado de forma a possibilitar fazer o melhor uso dele a gestão do relacionamento com o cliente (CAMPOS, 1999; PRIETO; CARVALHO, 2005).

O *Marketing* de Relacionamento são as operações de *marketing* voltadas para a instauração, desenvolvimento e manutenção de trocas relacionais bem-sucedidas (PESTANA et al., 2017). As estratégias utilizadas são diversas, como o atendimento de qualidade, programas de fidelidade, interações em redes sociais, lembrança de aniversário e Informações sobre ofertas de produtos.

Devido o aumento do número de concorrentes, produtos cada vez mais parecidos, conseqüentemente, uma necessidade de fidelização dos clientes cada vez maior, o vendedor deve ser um consultor, auxiliar ao cliente no ato da compra, revender e se relacionar com esse cliente. Este processo é denominado de venda consultiva. É uma estratégia de negociação que possibilita a fidelização, enfatizando a relação duradoura com o cliente.

LAS CASAS (2006) diz que a venda consultiva é o meio de vendas no qual a proposta de valor do consultor vendedor vai além da que contém o produto e/ou serviço. Nesse modelo de relação mais próxima e de confiança, o consultor vendedor transmite ao seu cliente informações adicionais as suas expectativas, reforça a missão de sua empresa em ajudá-lo no necessário e constrói um relacionamento duradouro com benefícios mútuos.

4 | FERRAMENTAS DE QUALIDADE

As ferramentas da qualidade são mecanismos simples que visam a solução, implantação e avaliação de alterações existentes no processo produtivo, através de análises objetivas de partes deste processo, objetivando gerar melhorias. A qualidade é tudo aquilo que melhora o produto do ponto de vista do cliente, sendo principalmente responsabilidade da alta gerência. Existem 7 ferramentas básicas para definir, analisar, compreender e propor soluções (PALADINI, 2012).

O Diagrama de Causa e Efeito apresenta visualmente causas que podem gerar a ocorrência de um problema, além de propiciar benefícios para a organização, como melhoria da visibilidade dos problemas, identificar as possíveis causas e as hierarquizar. Auxilia no envolvimento de toda a equipe na gestão da qualidade e organiza as ideias (PALADINI, 2012; CAMPOS, 1999).

O *Brainstorming* é uma ferramenta da qualidade que consiste num processo onde um grupo de pessoas é reunido e realizam uma “tempestade de ideias”. Para ter sucesso é necessário um objetivo, um ambiente e ordem no momento de expor as ideias, sem as pressões (PESTANA et al., 2017).

Os problemas expostos num *Brainstorming* podem ser separados e priorizados na ferramenta *Matriz GUT* (Gravidade, Urgência e Tendência) que permite a análise e solução dos problemas. É avaliada a Gravidade que as conseqüências negativas do problema podem trazer aos clientes, a Urgência no tempo necessário ou disponível para corrigir o problema e a Tendência do comportamento evolutivo da situação atual (COLENGHI, 2007). Para montar a Matriz GUT lista-se as dificuldades que envolvam as atividades realizadas na empresa, atribui-se notas de 1 a 5, conforme o Quadro 1, considerando os aspectos: Gravidade, Urgência e Tendência (PESTANA et al., 2017).

Após pode-se utilizar a ferramenta de análise “*Cinco Porquês*” para entender as causas do problema e chegar à causa-raiz. É uma técnica simples para resolução de

problemas, que pode ter grande impacto no auxílio à descoberta das causas fundamentais, mas é efetiva e ajuda a entender as razões da ocorrência do problema, a partir do estabelecimento do problema e a pergunta “Porquê o problema aconteceu?” (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Para gerenciar todo o processo há o método de controle *Ciclo PDCA*, com etapas que buscam alcançar a melhoria contínua em um processo incessante. A sequência de atividades engloba *Plan, Do, Check, Act*, que são realizadas de maneira recorrente e buscam melhorar o processo como um todo. É a ferramenta de gestão mais utilizada no gerenciamento de processos.

Nota	Gravidade G	Urgência U	Tendência T
5	Extremamente Grave	Extremamente Urgente	Piorar imediatamente
4	Muito Grave	Muito Urgente	Piorar a curto prazo
3	Grave	Urgente	Piorar a médio prazo
2	Pouco Grave	Pouco Urgente	Piorar a longo prazo
1	Sem Gravidade	Sem Urgência	Sem tendência a piorar

Quadro 1 - Matriz GUT.

A etapa *Plan* identifica o problema, observa, analisa o processo e desenvolve um plano de ação. A etapa seguinte, *Do* conduz o plano, implementando-o conforme planejado. A próxima etapa realiza *Check* e avalia o que foi realizado na etapa de execução, correlacionando as metas estabelecidas e os resultados obtidos. E *Act* fecha o ciclo, realizando ações corretivas conforme a necessidade ou acompanhando as melhorias (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Para a implementação das melhorias há a ferramenta *5W2H* que estabelece um plano de ação para solucionar os problemas. Consiste em mostrar em uma tabela respostas às perguntas básicas para implementação de melhorias. As perguntas são *What* (o que está implementando), *Why* (justifica a implementação da ação), *Where* (lugar onde a ação será implementada), *Who* (especifica os responsáveis pela implementação da ação), *When* (define datas de início e fim da ação), e *How* (descreve como a ação será implementada) (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009; CAMPOS, 1999).

5 | ESTUDO DE CASO

O estudo de caso se realizou em uma empresa do ramo de imigração, por meio de entrevistas com o intuito de conhecer e analisar o processo de pós-venda. Entrevistou-se duas gerentes do setor comercial (*Business Development & Client Service*) e a diretora da empresa.

A empresa tem estilo de venda consultiva, e auxilia na chamada de mão-de-obra de estrangeiros que vem para o Brasil ou brasileiros que vão exterior e precisam regularizar sua situação no país de destino. Presta toda e qualquer assistência a fim de mantê-los em situação regular no país.

O objetivo foi buscar o maior problema no pós-venda. A partir da entrevista inicial identificou-se um problema relacionado com a pré-venda. Para compreender a pós-venda foi necessário entender e descrever um pouco sobre a pré-venda. Foi então sugerido pela diretora que alguns gerentes respondessem uma pesquisa para encontrar o problema no atual processo de pós-venda.

A entrevista foi realizada e contemplou as seguintes perguntas: (1) Qual o processo de venda da empresa hoje? (2) Quem é responsável pela venda? (3) Qual é o preparo dos vendedores? (4) Como que se vende e prospecta o serviço? (5) Quem são os clientes? (6) Qual processo de Marketing e comunicação? (7) Qual processo de pós-venda?

Conforme informação obtida através da diretoria e da gerência comercial, o processo atual de venda está baseado em 4 fases, conforme Quadro 2.

Geração de leads	Esta fase consiste em identificar e angariar os contatos.
Prospecção de clientes	Esta fase consiste em trabalhar os leads, qualificar e gerar oportunidades para oferecer o serviço, agendar reuniões, conhecer os <i>prospects</i> , gerar oportunidades para participar de BIDS (licitações).
Efetivação da venda	Estudar o cliente, fazer proposta, negociações.
Implementação	Contrato, alinhamento com a área técnica e implementação com o cliente.

Quadro 2 – Processo de Venda.

Existem diferentes processos de venda, cada qual direcionado a um nicho específico de clientes, ou seja, para o cliente expatriado ou para as empresas. O cliente expatriado é o cliente final e é atendido diretamente na empresa de imigração, já quando as vendas são feitas para as empresas, envolvem recursos humanos e jurídico do cliente. O tipo de contato com o expatriado é feito de forma mais frequente através do RH/Compras. O contato via setor jurídico é raro e o contato direto com o expatriado ocorre raríssimas vezes.

Os responsáveis por esse processo de venda são todos os funcionários que atuam na venda consultiva. Os consultores ouvem o cliente, entendem suas necessidades e procuram a solução mais adequada, sendo responsáveis, pela execução de todo processo e realização das vendas. O foco do time de *Business Development* (BD) e *Client Service* (CS) é trazer o cliente e identificar novas oportunidades com este cliente, realizar reajuste de preços e manter o cliente.

Na área de BD e CS os funcionários são preparados e aprendem através das prospecções dos produtos e serviços e ao acompanhar funcionários *sênior*. Não há treinamentos focados em venda para os demais consultores, o preparo se dá através do próprio conhecimento de mercado e da própria experiência.

Os serviços são prospectados através de eventos, relacionamento com os clientes, *LinkedIn* e contato com as empresas que aparecem no Diário Oficial com vistos aprovados e necessitam de serviços relacionados a área de atuação. O foco não é captar pessoas físicas e sim grandes empresas que carecem de ajuda para legalizar o expatriado no Brasil ou o brasileiro indo para outro país.

O processo de pós-venda é baseado em contato contínuo com o cliente, e a periodicidade é definida em função das categorias (Figura 1), que são definidas no volume de serviço e importância para a carteira de cliente.



Figura 1 – Categorização dos Clientes.

A comunicação entre as áreas é muito importante, e, neste ponto, o pós-venda é realizado por *BD*, *CS* e times operacionais que estão em contato com o cliente direto, atuando quando há *feedback* negativo. O contato é realizado mesmo se não há projetos ativos do cliente, pois o contato é estratégia de fidelização.

Em relação ao processo de *Marketing e Comunicação* é centralizado nos EUA. No Brasil se faz apenas malas diretas com publicidade para divulgar produtos, serviços existentes ou lançamentos, divulgações nas redes sociais e eventos.

5.1 Metodologia, Análise e Discussão

Inicialmente realizou-se o levantamento do problema tema e das causas influentes através do Diagrama de Causa e Efeito, em seguida criou-se uma planilha para averiguar os motivos das causas serem influentes.

Após justificados os motivos, realizou-se uma entrevista com a gerente comercial para analisar as causas prováveis ou pouco prováveis. Com as prováveis causas já

elencadas, as hipóteses foram levantadas e o teste de verificação realizado, sendo possível encontrar as causas fundamentais do problema tema.

Com o intuito de colher a opinião dos consultores da empresa, realizou-se um teste de consistência baseado no levantamento dos porquês de forma a confirmar mais uma vez as causas fundamentais.

E por fim foi feito um plano de ação para propor soluções práticas para as causas do problema tema. Este processo é apresentado na Figura 2.

Para obter as Causas Influentes, um formulário *on-line* foi enviado via *e-mail* para os cinco gerentes e consultores sugeridos pela direção da empresa, com a seguinte pergunta “Quais problemas enfrentamos na área de venda e pós-venda aqui na empresa? Descreva sobre dois, elegendo o mais importante.



Figura 2 - Análise de Causas.

Os problemas apontados foram relacionados ao processo de venda e o de pós-venda, entretanto, não será aplicado um estudo de caso para os problemas do processo de venda, apenas de pós-venda que é o objetivo deste trabalho. Os tópicos abordados nas respostas dos cinco respondentes são apresentados a seguir, destacando apenas os pontos mais relevantes ao tema “Pós-venda”. Os cinco problemas de pós-venda são: P1 - “Falta de um processo consolidado para todos os consultores”, P2 – “Falta de um acompanhamento periódico da execução dos serviços”, P3 – “Ausência de pesquisa de satisfação”, P4 – “Prestar os serviços prometidos ao cliente no ato da venda”, P5 – “Falta de comunicação das novidades instaladas no mercado para nossos Cliente”.

Este levantamento possibilitou montar a matriz GUT e o diagrama de causa e efeito. Estes métodos auxiliam na identificação dos principais problemas vivenciados, dando maior visibilidade e clareza ao processo como um todo.

Com os problemas do pós-venda já elencados e a Matriz GUT elaborada, esta foi encaminhada aos cinco gestores para preencher com suas respectivas opiniões os graus de Gravidade, Urgência e Tendência dos problemas P1, P2, P3, P4 E P5. Com os resultados advindos das matrizes individuais foi consolidado, conforme Figura 3, o cálculo dos graus de Gravidade, Urgência e Tendência dos problemas pertinentes, através de um somatório simples.

Pela estratificação do problema na matriz GUT, identificou-se o problema tema da necessidade de prestar os serviços prometido ao cliente no ato da venda.

O maior problema é o P4, seguido de P1, que soma 323 pontos negativos. P5 ficou em terceiro lugar com 277 pontos negativos, P2 em quarto lugar com 270 pontos negativos e P3 com 203 pontos negativos. Acredita-se que P3 (ausência de pesquisa de satisfação) tenha sido o problema com menor pontuação pelo fato de a empresa já estar aderindo a uma pesquisa de satisfação.

PROBLEMAS		R1	R2	R3	R4	R5	GERAL
P1	Falta de um processo consolidado para todos os consultores.	32	100	27	64	100	323
P2	Falta de um acompanhamento periódico da execução dos serviços.	50	27	48	100	45	270
P3	Ausência de pesquisa de satisfação.	12	12	36	18	125	203
P4	Prestar os serviço prometido ao cliente no ato da venda.	27	75	60	125	45	332
P5	Falta de comunicação das novidades instaladas no mercado para nossos Cliente.	100	27	36	64	50	277

Figura 3 - Matriz GUT Consolidada.

Uma vez indicado o problema tema através da Matriz GUT, foram levantadas as causas influentes por meio de perguntas em formulário on-line e aqui apresentadas em um Diagrama de Causa e Efeito, visualizado na Figura 5.



Figura 5 - Diagrama de Causa e Efeito.

A causa influente 1, evidencia que a abordagem diferenciada entre os consultores gera a falta de um processo consolidado e erros, ocasionando falha na entrega do que o cliente espera. A causa influente 2, indica que no momento da venda o setor comercial apresenta prazos estimados para os clientes e normalmente ocorrem atrasos. Os consultores não informam de imediato ao comercial, acarretando o não cumprimento do prazo prometido. A causa influente 3, advém da queixa que os consultores não terem acesso a essas informações, o que dificultava a sugestão de serviços e pacotes para o cliente, acarretando em possível perda de venda. A causa influente 4, demonstra o não alinhamento do que foi vendido com o que será entregue, gerando reclamações do cliente. Quando o setor de vendas/pós-venda entra em contato com o cliente ele possui uma lista de reclamações. A causa influente 5, sinaliza a dificuldade na identificação de não-conformidades e a sua correção imediata.

Após investigou-se as causas mais prováveis e, a partir de uma entrevista com gestora do comercial foi possível concluir se as causas influentes eram prováveis ou pouco prováveis e a respectiva descrição do motivo, conforme o Quadro 3. É possível visualizar que três das causas foram analisadas como prováveis de serem realmente uma causa influente do problema tema.

Causa Influente		CONCLUSÃO	MOTIVO
1	Cada consultor aborda o cliente de uma maneira.	Provável	Desconhecimento por parte de alguns consultores dos padrões estabelecidos.
2	Atraso em alguma etapa do processo sem comunicar ao cliente.	Provável	O consultor, por excesso de tarefas, não cumpre os prazos estabelecidos. Impacto direto no prazo de entrega.
3	A carteira de produtos e preços não é divulgada para os consultores responsáveis.	Pouco provável	Foi verificado que essas informações ficam no sistema, ao qual todos têm acesso.
4	Falha de comunicação do setor que executa (consultores) com o setor de venda.	Provável	Consultores não informam de imediato ao setor de vendas os problemas nos atendimentos. Quando o setor de vendas liga para o cliente para averiguar o atendimento, recebe reclamações.
5	Ausência do acompanhamento periódico da execução do serviço pelo responsável da venda.	Pouco provável	Existência da Carteira de Cliente classificados como Ouro, Prata e Bronze, sendo assim respeitados os prazos para contato e visitas.

Quadro 3 - Causas mais Prováveis.

Após especificadas as três causas prováveis, uma nova tabela é gerada para sugerir hipóteses através de testes. O Quadro 4 há a verificação de hipóteses.

Hipóteses		Objetivo do Teste	Teste
1	Cada consultor aborda o cliente de uma maneira.	Verificar quais consultores não estão utilizando os padrões de atendimento ao cliente e criar padrões para os procedimentos que ainda não os possuem.	Fazer análise crítica dos padrões existentes e verificar se houve mudança em algum padrão sem comunicação para todos os consultores.
2	Atraso em alguma etapa do processo sem comunicar ao cliente.	Verificar se todas as etapas foram comunicadas ao cliente e cumpridas no tempo esperado.	Verificar se houve a comunicação com o cliente e, em caso positivo, o dia que ocorreu.
3	Falha de comunicação do setor que executa (consultores) com o setor de venda.	Setor de vendas não se deparar com surpresa na reunião ou ligação com Cliente.	Reunião de troca de experiências semanal entre o setor de vendas e consultores.

Quadro 4 - Verificação de Hipóteses.

Com a análise dos testes fez-se um julgamento final para averiguar se a hipótese foi confirmada ou não, desta maneira buscou-se encontrar a causa fundamental do problema. O Quadro 5 apresenta o julgamento de hipóteses.

Hipóteses		Resultado do Teste	Julgamento
1	Cada consultor aborda o cliente de uma maneira.	Verificou-se haver padrões de atendimentos, mas ou nem todos os consultores realmente o utilizavam ou efetuou uma adaptação no modelo e não foi replicado para todos.	HIPÓTESE CONFIRMADA Existem padrões, mas não estão sendo igualmente seguido por todos os consultores.
2	Atraso em alguma etapa do processo sem comunicar ao cliente.	Cada consultor trabalhava conforme sua demanda. Apesar disso, normalmente o resultado com os prazos ideais eram alcançados.	HIPÓTESE CONFIRMADA Existiam atrasos em parte do processo sem comunicar ao cliente.
3	Falha de comunicação do setor que executa (consultores) com o setor de venda.	Após as reuniões semanais a comunicação entre o setor de venda e os consultores melhorou.	HIPÓTESE CONFIRMADA Muitas informações não eram repassadas imediatamente para o setor comercial.

Quadro 5 - Julgamento de Hipóteses.

Após a verificação das hipóteses pode-se concluir que as três causas consideradas como prováveis são as causas fundamentais do problema tema: prestar os serviços prometido ao cliente no ato da venda.

A fim de investigar ainda mais as causas foi feito um teste de consistência das causas fundamentais baseado na estratégia dos porquês, realizando então mais uma entrevista com um dos consultores sugeridos, de forma a obter todas as respostas dos questionamentos. Os porquês estão a seguir apresentados.

1. Por que cada consultor abordava o cliente de uma maneira?
 - Por acreditar na incompletude dos padrões existentes e na diferença níveis de exigência dos clientes, além de demanda de personalização, então os consultores ajustavam o modelo conforme a necessidade.
 - Por que faziam os ajustes?
 - Para melhorar o atendimento, sem replicar o novo padrão.
2. Por que existia atraso em alguma etapa do processo sem comunicar ao cliente?
 - Cada cliente tem uma urgência de resposta. Há os que recebem relatório semanal não exigindo comunicação imediata das etapas do processo.
 - É possível padronizar o envio desses relatórios e comunicação de imprevistos aos clientes?
 - Pode ser acordado no início do contrato, porém deve respeitar a vontade do cliente, seja aumentando a frequência ou fazendo comunicações imediatas.
3. Por que existia falha de comunicação entre o setor de vendas com os consultores?
 - Por ser uma empresa com histórico familiar, a profissionalização do setor comercial se deu tardiamente e de maneira inorgânica.
 - Por que profissionalização do setor não se deu previamente?
 - Porque era administrado por uma colaboradora sem vivência na operação, acarretando discrepância entre os serviços oferecidos e prestados.

A partir dos porquês ficou evidente que cada consultor tratava seu cliente de uma forma, com a intenção de beneficiá-lo e proporcionar atendimento personalizado. Apesar desta conduta demonstrar preocupação com o cliente, acarreta problemas em casos de férias ou substituição de consultor, comprova a importância de uma padronização.

Outro fato revelado na entrevista com o consultor é que muitas das vezes não existiam atrasos no processo e sim uma diferença no perfil dos clientes. Alguns exigem respostas e métodos de atendimentos diferenciados, outros solicitam um *feedback* imediato e com descrições de cada etapa do processo, e outros desejam apenas receber um *feedback* final. Sendo assim, foi sugerido um acordo descrito no contrato inicial e uma padronização de quais *feedbacks* precisam ser dados para todos os clientes.

Por fim, a falha de comunicação entre os setores proveniente, sobretudo, do não profissionalismo dos agentes anteriores do setor comercial, que eram da própria família. Atualmente o setor é administrado por uma profissional, com vivência na área, e todos os processos estão começando a se alinhar.

Após finalizar todas as análises fica perceptível que as etapas do *Plan* do ciclo do *PDCA* foram completadas, com o problema identificado, o reconhecimento de suas características e a descoberta das causas principais.

5.2 Proposta de Solução

Para a realização da última etapa da metodologia, foi elaborado um plano de ação com a técnica 5W1H (Figura 6), onde são sugeridas as etapas a serem colocadas em prática através do plano de ação. A vantagem do 5W1H é ser uma ferramenta simples que orienta cada uma das ações para a gestão do Projeto.

Para cada uma das três causas fundamentais foi proposto um plano de ação. Sobre a causa “*Cada consultor aborda o cliente de uma maneira*”, há um simples procedimento para tentar a correção: realizar treinamentos dos consultores a fim de padronizar os processos fundamentais sempre que necessário. Todos os colaboradores precisam estar atentos às mudanças de procedimentos, seja no âmbito local, regional e nacional, para replicarem as alterações imediatamente.

CAUSAS FUNDAMENTAIS	PLANO DE AÇÃO					
	O que Fazer?	Por quê?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?
Cada consultor aborda o cliente de uma maneira.	Treinamento com os consultores explicitando todos os padrões de atendimento.	Para melhorar e padronizar a qualidade de atendimentos aos clientes.	Na sala de reunião.	Gestor dos consultores.	Imediatamente quando houver alguma alteração em algum procedimento.	Através de leitura e treinamento prático sobre as resoluções, portarias e órgãos que atendem diretamente a área de imigração.
Atraso em alguma etapa do processo sem comunicar ao cliente.	Comunicar ao cliente sobre qualquer alteração do fluxo normal do processo.	Para que o cliente fique ciente de todo o procedimento ocorrido.	Via telefone, e-mail ou pessoalmente.	Consultores responsáveis pelo processo ou setor de vendas.	Imediatamente quando houver alguma situação atípica que possa gerar atraso.	Através de um bom relacionamento com o cliente.
Falha de comunicação do setor que executa (consultores) com o setor de venda.	Manter as trocas de experiências semanais entre os setores e caso haja um problema grande avisar imediatamente para o setor de vendas.	Para que o setor de vendas não seja pego de surpresa em ligações ou contatos com o cliente.	Escritório / sala de reunião.	Consultores, gestores e setor de vendas.	Semanalmente ou imediatamente em casos extremos.	Ambos os setores sendo fiéis a troca de experiência e reservando semanalmente esse tempo para a troca.

Figura 6: Plano de Ação 5W1H.

Sobre a causa “*Atraso em alguma etapa do processo sem comunicar ao cliente*”, faz-se necessário tornar a comunicação de todos os processos para o cliente mais eficiente, sobretudo se houver falha em alguma etapa. Essas métricas devem servir como referência, quanto menos tempo os clientes aguardarem, maior será a eficiência do atendimento. Vale ressaltar que isso não significa pressa no contato entre o consultor e o cliente, sendo ideal

que o consultor esteja bem preparado para resolver as dúvidas e solicitações da melhor maneira, com assertividade, sem se estender além do necessário.

Quando um cliente faz uma solicitação e o consultor encontra dificuldade em solucioná-la rapidamente, é necessário dar ciência ao cliente das providências a serem tomadas e o motivo da demora. Por vezes, o atraso na solução pode estar fora do controle da empresa, como um problema no *site* do Ministério da Justiça ou atraso do envio da documentação por parte do próprio cliente. Se o cliente for informado desse fato e tiver uma estimativa do tempo para a solução, sua insatisfação será menor. Ter bom relacionamento com os clientes também é fundamental, pois ao entrar em contato, independentemente do tipo notícia, deve-se buscar uma boa receptividade.

Em relação a causa “*Falha de comunicação do setor que executa (consultores) com o setor de venda*”, acarreta em comprometimento dos resultados o desperdício de tempo em reverter situações críticas advindas de problemas verídicos ou não, que afetam a produtividade e geram conflitos. A solução é investir em comunicação interna, garantindo integração entre os setores e melhoria da produtividade e, naturalmente, aumento da satisfação do cliente.

É incontestável que o impacto do problema afeta diretamente o cliente, portanto, a empresa deve ser capaz e estar disposta a resolvê-los. Essa disponibilidade para escutar o cliente e capacidade de resolução de problemas são pontos fundamentais, sobretudo, para empresa em questão que deve oferecer o serviço de consultoria embasado principalmente em experiência.

6 | CONSIDERAÇÕES

Neste trabalho foi aplicada a primeira etapa, *Plan*, do ciclo PDCA, tendo sido concluída, tornando possível identificar na empresa de imigração o problema tema relacionado ao processo de pós-venda, mapeando suas respectivas causas influentes e encontrando as causas fundamentais para estabelecer um plano de ação na tentativa de corrigir o problema. Este estudo não é definitivo e outros modelos podem ser desenvolvidos a partir dele, expandindo o detalhamento das etapas propostas. Sugere-se, para a empresa, a aplicação do Plano de Ação para a melhoria dos processos e consequente satisfação dos clientes. Além de dar continuidade ao trabalho, executando as demais etapas do PDCA, referentes à aplicação do Plano de Ação, proporcionando melhorias não só nos principais problemas destacados, mas também nos demais listados, para que assim seja possível entregar um serviço de qualidade e excelência.

A fim de melhorar ainda mais os serviços de pós-venda da empresa sugere-se a adoção das estratégias de CRM, valiosa para classificação de clientes e até mesmo dos *prospects* e *leads* que buscam a rede da empresa por algum interesse. Uma visão estratégica integrada permite que todas as ações sejam complementares e direcionadas

para o mesmo foco, ou seja, o cliente. A estratégia CRM possui um valor considerável para implementação e exige uma mudança de cultura organizacional, porém seria de grande valia e o investimento traria retorno positivo, caso as regras fossem fielmente seguidas.

Outro ponto a ser levado em consideração é a implementação de uma equipe de *Marketing de Serviços* no Brasil e focar mais na pesquisa de satisfação, a fim de traçar metas plausíveis e alcançáveis. Através das entrevistas e levantamentos de dados elaborados com os funcionários da empresa, algumas respostas, sobretudo pertinentes ao processo de venda, devem ser analisadas, não sendo tratadas aqui por não fazer parte do escopo deste estudo.

Para um dos gerentes entrevistados, o processo de pós-venda tem mais acertos que erros e, segundo sua opinião, o maior problema da empresa se encontra no processo de venda, com as dificuldades de identificar os *leads* interessados e contactá-los. Há ainda a dificuldade de os clientes perceberem o valor agregado dos serviços prestados, sendo o preço ditado pela concorrência.

Foi possível identificar que qualidade tem conceitos distintos conforme cada cliente e suas necessidades, desta forma, é imperativo uma comunicação clara e de qualidade tanto no âmbito da empresa quanto no relacionamento cliente-empresa. A boa comunicação permite chegar a um consenso do que é importante para todos e para manter a empresa ativa e obtendo vantagem sobre a concorrência, preservando a fidelidade e satisfação de seus clientes. Portanto, a boa estruturação do pós-venda na prestação de serviço tem resultados promissores e que levarão a empresa a um patamar diferenciado ao transformar a percepção e o relacionamento dos consumidores com empresa.

REFERÊNCIAS

ASHFAQ, M. After Sales Service, Customer Satisfaction and Loyalty in Telecom Sector. **Journal of Applied Structural Equation Modeling**, p. 31–42, 01 2019.

BEE, R.; BEE, F. **Fidelizar o Cliente**. 1. ed. São Paulo: Ed. Nobel, 2000. ISBN 9788521309659.

BORCHARDT, M.; SELLITTO, M.; PEREIRA, G. Serviços de Pós-venda para Produtos Fabricados em Base Tecnológica. **Revista Produção Online**, v. 8, 07 2008.

CAMPOS, V. F. **TQC: Controle da Qualidade Total (no Estilo Japonês)**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, 1999. ISBN 9788585447083.

COLENGHI, V. M. **O&M e Qualidade Total: uma Integração Perfeita**. Uberaba: V.M. Colengui, 2007. ISBN 9788590625308.

DURUGBO, C. After-sales Services and Aftermarket Support: a Systematic Review, Theory and Future Research Directions. **International Journal of Production Research**, p. 1–36, 11 2019.

KOTLER, P.; KELLER, K. **Marketing Management**. 14th. ed. Hardcover: Prentice Hall, 2011. ISBN 9780132102926.

LAS CASAS, A. L. **Marketing de Serviços**. São Paulo: Ed. Atlas, 2006. ISBN 9788522424733.

PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: Teoria e Prática**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2012. ISBN 9788522471157.

PARMENT, A.; KOTLER, P.; ARMSTRONG, G. **Principles of Marketing**. 1. ed. Harlow: Prentice-Hall, 2011. ISBN 9780273735960.

PESTANA, M. D. et al. Aplicação Integrada da Matriz GUT e da Matriz da Qualidade em uma Empresa de Consultoria Ambiental. um Estudo de Caso para Elaboração de Propostas de Melhorias. In: ANDRADE, D. F. (Org.). **Gestão de Serviços - Volume 2**. 1. ed. Belo Horizonte: Editora Poisson, 2017. cap. I, p. 06–15.

PRIETO, V.; CARVALHO, M. Gestão de Relacionamento com o Cliente em Mercados Business-to-Business. **Revista Produção Online**, v. 5, 06 2005.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009. ISBN 9788522432509.

SZWEJCZEWSKI, M.; GOFFIN, K.; ANAGOSTOPOULOS, Z. Product Service Systems, After-sales Service, and new Product Development. **International Journal of Production Research**, v. 53, p. 1–20, 04 2015.

VAVRA, T. G. **Marketing de Relacionamento: Aftermarketing**. São Paulo: Atlas, 1993. ISBN 9788522409334.

VIDOR, G.; MEDEIROS, J. D.; RIBEIRO, J. Modelo para Classificação de Características de Customização em Massa para Serviços. **Revista Produção Online**, v. 13, n. 3, p. 974–1001, 2013. ISSN 16761901.

WILKIE, W.; MOORE, E. Scholarly Research in Marketing: Exploring the “4 eras” of Thought Development. **Journal of Public Policy and Marketing**, v. 22, p. 116–146, 09 2003.

ESTUDO SOBRE O CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP) EM UMA INDÚSTRIA DE SUCOS

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 05/02/2021

Bruna Grasseti Fonseca

Centro Universitário de Rio Preto – Unirp
São José do Rio Preto - SP
<http://lattes.cnpq.br/6616971554551294>

Ana Paula Silva Saldanha

Centro Universitário de Rio Preto – Unirp
São José do Rio Preto – SP
<http://lattes.cnpq.br/0560382690193291>

Audrey Ranna Alves Martins

Centro Universitário de Rio Preto – Unirp
São José do Rio Preto – SP
<http://lattes.cnpq.br/8466802213845335>

Letícia Caldeira de Paula

Centro Universitário de Rio Preto – Unirp
São José do Rio Preto – SP
<http://lattes.cnpq.br/0934137838400691>

RESUMO: O Controle Estatístico de Processo (CEP) é uma ferramenta de qualidade e consiste em um método de inspeção por amostragem, ele é utilizado ao decorrer do processo com o intuito de encontrar possíveis desvios em tempo real afim de resolvê-los, para que não prejudiquem a qualidade do produto final. A utilização dessa ferramenta se mostra de suma importância nos dias atuais para todos os tipos de empresa, uma vez que a padronização de processos é essencial para a diminuição de perdas, redução de custos, mitigação de defeitos e retrabalho. Nesse

estudo objetivou-se implementar o CEP em uma indústria de sucos iniciando pelos sabores de Tamarindo e Maracujá, com o intuito de entender o comportamento do processo atual de envase, realizado de forma manual, e padronizá-lo. Através de um estudo de caso foi realizada inicialmente a padronização da densidade para que fosse possível propor uma checagem de baixa complexidade dos volumes de suco envasados através da massa. Os resultados apresentaram um processo estável dentro dos limites estabelecidos sendo possível propor um aperfeiçoamento da melhoria implementada.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade, Controle Estatístico de Processos, Padronização, Indústria de Sucos.

STUDY ON STATISTICAL PROCESS CONTROL (CEP) IN A JUICE INDUSTRY

ABSTRACT: Statistical Process Control (CEP) is a quality tool and consists of an inspection method by sampling, it is used throughout the process in order to find possible deviations in real time in order to resolve them, so that they do not harm the quality of the final product. The use of this tool is extremely important nowadays for all types of companies, since the standardization of processes is essential to reduce losses, reduce costs, mitigate defects and rework. This study aimed to implement CEP in a juice industry starting with the flavors of Tamarindo and Maracujá, in order to understand the behavior of the current filling process, carried out manually, and standardize it. Through a case study, density standardization was initially carried out so that it

was possible to propose a low complexity check of the volumes of juice filled through the dough. The results showed a stable process within the established limits, being possible to propose an improvement of the implemented improvement.

KEYWORDS: Quality, Statistical Process Control, Standardization, Juice Industry.

1 | INTRODUÇÃO

Com a globalização e a revolução tecnológica em ascensão tornou-se cada vez mais fácil para os consumidores o acesso à produtos de todo tipo de segmento e com uma gama muito farta de marcas. Dessa forma fez-se necessário a preocupação das empresas quanto à qualidade dos produtos que ofertam para que possam se destacar e garantir a preferência do cliente em meio a tantas outras opções (CARVALHO, 2011).

Segundo Robson Seleme e Humberto Stadler (2010) satisfazer à necessidade dos cliente é razão pela qual as empresas existem, sendo assim, é de dever das organizações que preocupem-se com o modo que atendem essa expectativa de seus consumidores.

Entendendo essa necessidade do mercado as empresas passaram a se reestruturar e implementar inspeções em produtos finais, garantindo uma melhor qualidade nos produtos entregues (CARVALHO, 2011).

Porém, esse olhar voltado apenas para o produto final sem levar em consideração os processos acabaram por gerar muito retrabalho, sendo assim aumentando o tempo de produção, a quantidade de material descartado e por consequência o custo (CARVALHO, 2011).

Considerando por exemplo uma empresa que não possui seus processos padronizados, não havendo um procedimento padrão a ser seguido para a execução das atividades, isso faz com que a maneira correta de executá-las provavelmente não esteja clara nem mesmo para aqueles que as fazem, além de que caso haja mais de uma pessoa que execute o mesmo trabalho, é provável que cada um dos responsáveis o execute de uma maneira diferente (SILVA; DUARTE; OLIVEIRA, 2004).

Empresas que não possuem padronização também são mais passíveis de enfrentar problemas com a ausência de funcionários, seja por desligamento ou afastamento (CARVALHO, 2011).

Em contra partida a padronização traz diversos benefícios tanto para o cliente que através disso terá a certeza que seus produtos ou serviços serão entregues conforme o esperado, quanto para a empresa que sofrerá menos com a ausência de funcionários, terá mais facilidade com treinamentos, e com o planejamento do trabalho, além de trazer maior segurança e autonomia para os funcionários (SILVA; DUARTE; OLIVEIRA, 2004).

Desta forma fez-se necessário pensar em qualidade também nos processos produtivos, iniciando-se o entendimento do termo qualidade total, esse novo conceito por sua vez pauta-se na padronização (CARVALHO, 2011).

Sendo assim, a padronização tornou-se elemento crucial para a implementação e o bom funcionamento das metodologias e ferramentas de qualidade (CARVALHO, 2011).

Ainda sobre a definição de padronização Campos (2014) salienta que ela não é restrita a estabelecer um consenso, redigir e registrar o padrão, mas sim inclui sua aplicação, ou seja, a realização da tarefa conforme o padrão deve ser assegurada por meio de treinamentos e observação contínua, garantindo que o executante tenha em mente o método a ser utilizado. Assim, é possível manter os resultados, sendo esse, um ponto de extrema importância do controle da qualidade total.

Com o uso do Controle Estatístico de Processo (CEP) é possível o acompanhamento das características de qualidades de interesse, garantindo que elas irão permanecer dentro dos padrões preestabelecidos e indicando quando devem ser executadas ações de correção e melhoria. É de extrema importância a percepção de defeitos o mais cedo possível, a fim de evitar o desperdício de mão-de-obra com retrabalho e adição de matérias-primas com um produto defeituoso (RIBEIRO; CATEN, 2012).

Segundo Schultz (2019), os principais benefícios do controle estatístico do processo são: Rápida identificação de falhas e instabilidades no processo; Redução nos custos de produção; Melhora na qualidade, com a redução de erros; Otimização de tempo e recursos, com redução de erros; Maior estabilidade de processo, permitindo um melhor conhecimento sobre ele e auxiliando na manutenção do controle; Aumento de produtividade; Maior percepção de valor e confiabilidade, por parte dos clientes; Controle eficaz e em tempo real; Oportuniza mudanças, inclusive culturais, por meio do conceito de melhoria contínua; Garante a padronização dos processos, independente da rotatividade da equipe.

Segundo a revista da Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas (ABIR), edição 2019/2020, no ano de 2018 o setor de bebidas não alcoólicas no Brasil teve uma produção de 31 bilhões de litros de bebida, representando assim 148,8 litros consumidos por habitante no ano e tendo participação de 1,13% no Produto Interno Bruto (PIB) do país.

Em 2018 a categoria de sucos e refrescos teve uma produção de 1.697.868 mil litros, apresentando uma variação positiva de 5,7% referente ao ano anterior e representando 8,1 litros de consumo por habitante (ABIR, 2020).

2 | OBJETIVO

Propor a padronização do processo de envase com o intuito de garantir que o produto chegue ao cliente com as quantidades conforme descritas na embalagem, reduzindo os gastos desnecessários com o envio de produtos em excesso.

3 | METODOLOGIA

A fim de alcançar os objetivos propostos por esse trabalho, foi necessário realizar um acompanhamento do processo de produção na empresa, observando e coletando os dados necessários para ajudar a definir onde estavam os principais problemas. Foi proposto o estudo detalhado do processo de envase, onde o objetivo principal foi buscar as falhas desse processo a fim de estudá-las e corrigi-las propondo melhorias.

Para a elaboração deste trabalho, além de uma revisão bibliográfica optou-se em utilizar uma metodologia de pesquisa aplicada com abordagem quantitativa através do método de estudo de caso.

4 | DESCRIÇÃO DO CASO

A empresa utilizada para esse estudo de caso é uma indústria de sucos, localizada na cidade de São José do Rio Preto e com início de suas atividades em 2015. É uma empresa familiar, que atualmente possui cerca de 20 funcionários que trabalham em dois turnos, devido ao aumento da demanda.

Seu processo consiste na produção de sucos artesanais de diversos sabores como morango, acerola, tamarindo, graviola, goiaba, maracujá, entre outros, produzidos a partir de frutas in natura.

O problema a ser analisado nesse trabalho é a necessidade de reduzir custos, tendo um aproveitamento melhor do produto no momento do envase, além da padronização do sabor. Sendo que o processo é feito de forma manual, sem padrões a serem seguidos.

Dessa forma, o cliente recebe produtos com diferenças no sabor e a empresa perde no momento de envasar, pois entrega para os clientes quantidades a mais do que o volume indicado na embalagem.

4.1 Proposta de melhoria

A proposta de melhoria visa a padronização no envase de dois produtos da empresa na qual o estudo de caso está sendo realizado, sendo eles sucos nos sabores de tamarindo, escolhido por ser o produto mais vendido e maracujá esse por sua vez por ser o produto com o maior número de reclamações de clientes.

Para propor a padronização faz-se necessário inicialmente definir a densidade para cada um dos sabores escolhidos, para isso será medido com a auxílio um proveta 100 ml de suco pronto, sendo assim considerando 100 ml para o volume, após essa medição a proveta será pesada em uma balança, na qual o peso encontrado será subtraído do peso da proveta vazia e dessa forma será encontrado o valor para apenas as 100 ml do líquido, o qual será definido como massa.

Esses cálculos serão realizados em 10 amostras de 100 ml cada para cada um dos sabores através da seguinte fórmula.

$$d = \frac{m}{V}$$

Sendo: d= densidade; ; m= massa e V= volume.

Dessa forma serão encontrados dez valores de densidade para o sabor tamarindo e dez valores de densidade para o sabor maracujá, devendo-se realizar a média desses valores para cada um dos sabores.

O valor da média encontrado para cada um dos sabores será a densidade que a partir daqui será considerada fixa sendo o padrão a ser seguido.

Com os volumes dos sucos já definidos, sendo 300ml, 1000ml e 2000ml (de acordo com o tamanho das garrafas vendidas), e a densidade também definida, a característica que falta a ser calculada e padronizada para que possa ser levada em consideração para as checagens será a massa.

Sendo assim, será utilizada a seguinte fórmula, para encontrar o valor das massas de cada um dos dois sabores:

$$m = d \cdot V$$

Sendo: m= massa; d= densidade; V= volume.

Com esses valores já definidos será considerado 10% de erro aceitável para mais e para menos, encontrando assim a faixa de valores que serão aceitos no momento das checagens.

Para a proposta de inspeção definiu-se que a mesma será por amostragem, ou seja, será definido uma quantidade de amostras escolhidas aleatoriamente dentro do lote produção que deverão ser inspecionadas. O método de inspeção será por variável, uma vez que, a propriedade a ser inspecionada será a massa, e ela nos proporciona valores que respeitam uma escala numérica. O nível geral de inspeção considerado é o II.

O código literal do tamanho da amostra encontrado na Tabela 1 da NBR 5426, baseado no tamanho do lote e no nível de inspeção é: D para o lote de produção de 45 litros, E para o lote de produção de 90 litros, F para o lote de produção de 135 litros e G para o lote de produção de 270 litros.

O plano de amostragem escolhido foi o simples, ou seja, os resultados da primeira amostra retirada já serão conclusivos para se determinar se o lote deve ser aceitado ou rejeitado. A severidade da inspeção estabelecido foi regime normal.

O tamanho da amostra baseado na inspeção simples e regime normal, de acordo com a tabela 2 da NBR 5426, deverá ser de 8 unidades para código literal D, 13 unidades para código literal E, 20 unidades para código literal F e 32 unidades para código literal G. Deve ser considerado o nível de qualidade aceitável (NQA) de 2,5.

5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Plano de amostragem, padronização de densidade e massa

De acordo com o plano de amostragem estabelecido os números de aceitação e rejeição das amostras deve ser:

Para o código D, que tem 8 unidades de amostragem, deverá ser aceito o lote caso haja 0 unidades defeituosas, e deverá ser rejeitado o lote caso haja 1 unidade com defeito.

Já no código E serão analisadas 13 unidades, assim deverá ser aceito o lote caso haja 1 unidade com defeito, e deverá ser rejeitado o lote caso haja 2 unidades com defeitos.

O código F tem tamanho de 20 unidades e deverá ser aceito o lote caso haja 1 unidade defeituosa, e deverá ser rejeitado o lote caso haja 2 unidades com defeitos.

O tamanho da amostra do código G é de 32 unidades, para tanto deverá ser aceito o lote caso haja 2 unidades com defeitos, e deverá ser rejeitado o lote caso haja 3 unidades defeituosas.

A tabela 1 se refere a média da densidade para os sucos de tamarindo e maracujá respectivamente.

Média da densidade (suco sabor tamarindo)
1,049
Média da densidade (suco sabor maracujá)
1,038

Tabela 1: Média das densidades.

Posteriormente a realização da padronização da densidade foi possível fazer o cálculo para padronizar a massa, obtendo os valores da tabela 2 para suco de tamarindo e tabela 3 para suco de maracujá.

Padronização da massa (suco sabor tamarindo)			
Volume (ml)	300	1000	2000
Densidade (kg/m³)	1,049	1,049	1,049
Massa (g)	314,7	1049	2098

Tabela 2: Padronização da massa suco sabor tamarindo.

Padronização da massa (suco sabor maracujá)			
Volume (ml)	300	1000	2000
Densidade (kg/m³)	1,038	1,038	1,038
Massa (g)	311,4	1038	2076

Tabela 3: Padronização da massa suco sabor maracujá.

Em seguida realizou-se o cálculo para padronização das massas com 10% tolerância para cada um dos sabores nos tamanhos definidos. Logo depois somou-se e subtraiu-se esse valor obtendo a margem de aceitação conforme tabela 4 e 5.

Faixa de massa aceitável (suco sabor tamarindo)		
Volume (ml)	Massa mínima (g)	Massa máxima (g)
300	283,23	346,17
1000	944,1	1153,9
2000	1888,2	2307,8

Tabela 4: Faixa aceitável da massa suco sabor tamarindo.

Faixa de massa aceitável (suco sabor maracujá)		
Volume (ml)	Massa mínima (g)	Massa máxima (g)
300	280,26	342,54
1000	934,2	1142,8
2000	1868,4	2283,6

Tabela 5: Faixa aceitável da massa suco sabor maracujá.

5.2 Resultado CEP

Para construir o CEP foram realizadas 4 visitas na linha de produção, de forma que 5 amostras eram retiradas para cada um dos tamanhos de garrafas referente aos dois sabores estudados.

Essas amostras foram pesadas uma a uma e os dados foram compilados em uma tabela de Excel, o primeiro cálculo realizado foi a subtração dos pesos das garrafas vazias afim de encontrar a massa apenas do líquido de cada amostra.

Com esses valores da massa líquida foram realizados cálculos para encontrar a amplitude, o desvio padrão e os limites superior e inferior de controle.

A partir de todos esses valores definidos estruturou-se os gráficos da média e da amplitude para cada sabor e tamanho conforme figuras abaixo.

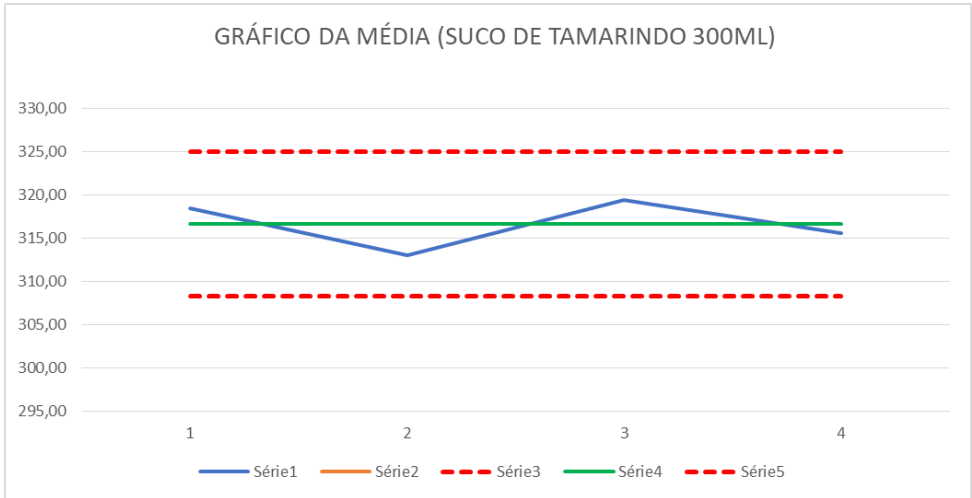


Figura 1: Gráfico da média (Suco de tamarindo 300ml)

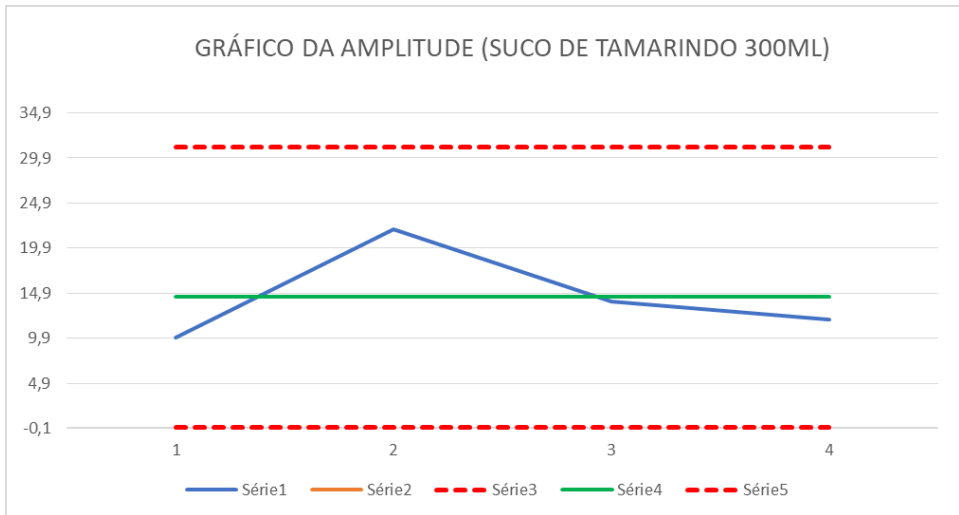


Figura 2: Gráfico da amplitude (Suco de tamarindo 300ml).

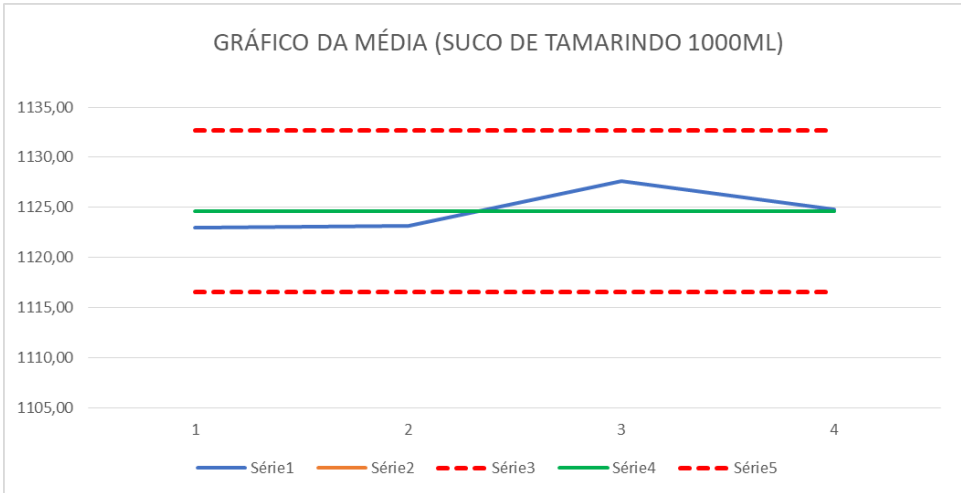


Figura 3: Gráfico da média (Suco de tamarindo 1000ml).

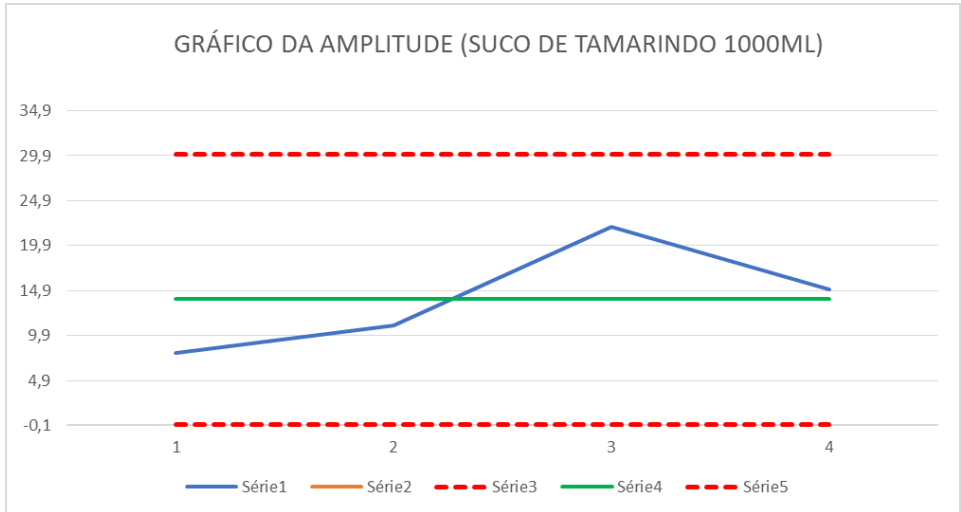


Figura 4: Gráfico da amplitude (Suco de tamarindo 1000ml).

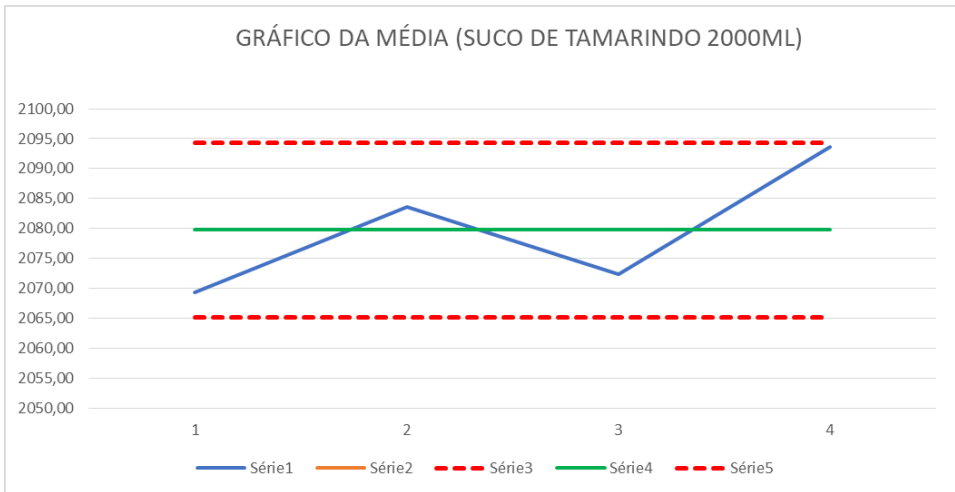


Figura 5: Gráfico da média (Suco de tamarindo 2000ml).

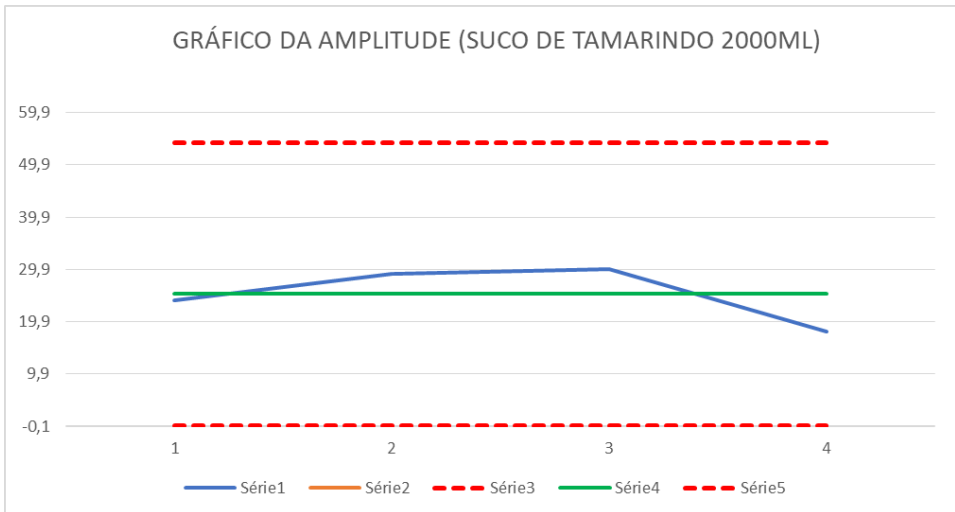


Figura 6: Gráfico da amplitude (Suco de tamarindo 2000ml).

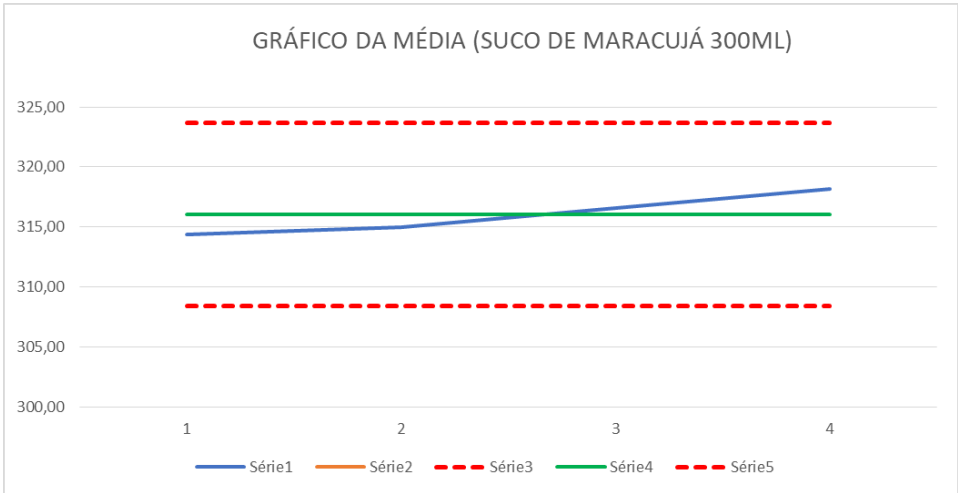


Figura 7: Gráfico da média (Suco de maracujá 300ml).

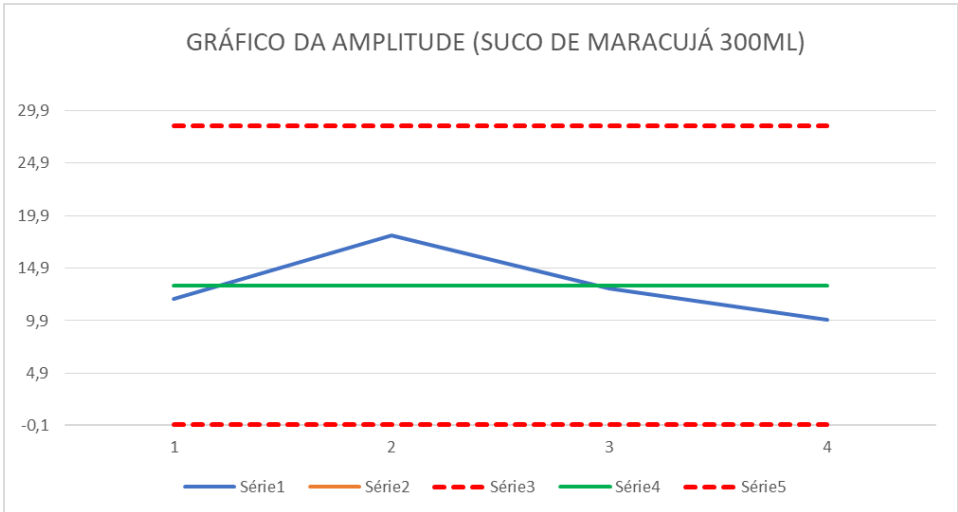


Figura 8: Gráfico da amplitude (Suco de maracujá 300ml).

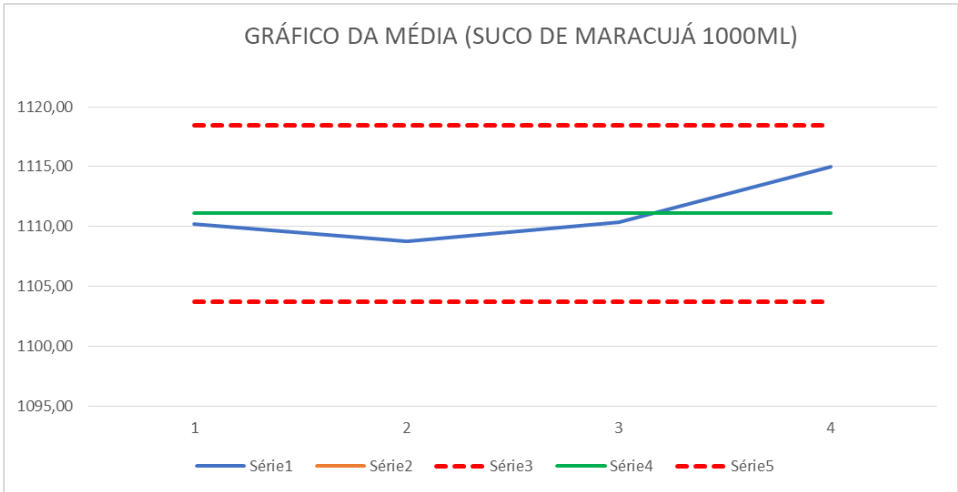


Figura 9: Gráfico da média (Suco de maracujá 1000ml).

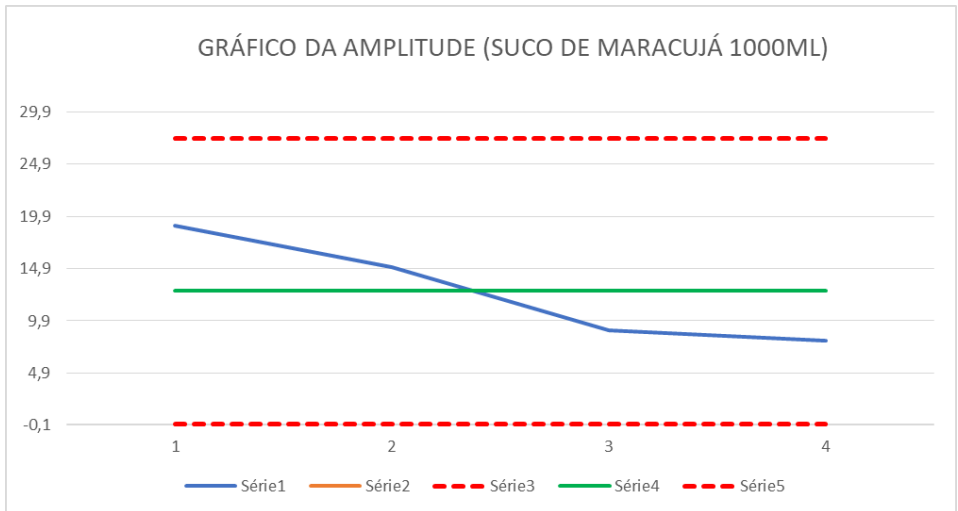


Figura 10: Gráfico da amplitude (Suco de maracujá 1000ml).

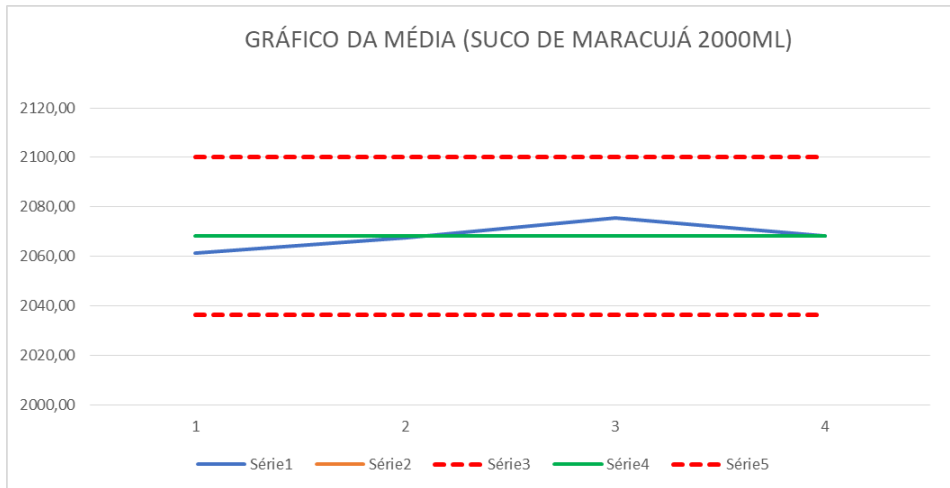


Figura 11: Gráfico da média (Suco de maracujá 2000ml).

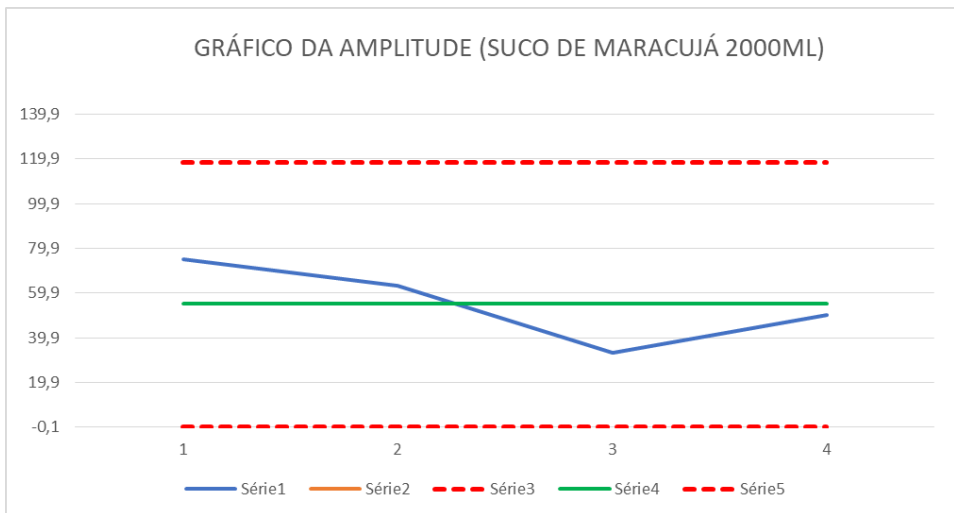


Figura 12: Gráfico da amplitude (Suco de maracujá 2000ml).

De acordo com os gráficos pode-se observar que em nenhuma das checagens os valores saíram dos limites e média estabelecidos. Podendo dizer que todos estão dentro dos limites de controle padronizados pela densidade e massa.

6 | CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos pode-se concluir que após ser definido o valor padrão para densidade é possível implementar a padronização do processo de envase a partir de checagens realizadas através da massa, verificando se a mesma encontra-se dentro da

faixa de valores aceitáveis que foi determinada, dessa forma, pode-se aplicar o estudo para os demais sabores fabricados e comercializados pela empresa.

Com a realização do CEP foi observado que mesmo o processo sendo manual ele encontra-se dentro dos limites superior e inferior de controle, dessa forma pode-se propor a diminuição do NQA e da porcentagem de aceitação, com o intuito de obter o envase cada vez mais próximo do volume definido pelo rótulo das embalagens de suco.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE REFRIGERANTES E DE BEBIDAS NÃO ALCOOÓLICAS. Disponível em: <<https://abir.org.br/#>>. Acesso em: 17 de agosto de 2020.

CAMPOS, V. F. **TQC: Controle da qualidade total (no estilo japonês)**. 9.ed. Belo Horizonte: Ed. Falconi, 2014.

CARVALHO, C. L. B. **A importância da padronização para a estratégia das empresas**. 2011. 40f. Monografia (Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão Empresarial) - Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/c205398.pdf>. Acesso em: 02 de setembro de 2020.

RIBEIRO, J. L. D.; CATEN, C. S. T. **Controle Estatístico do Processo**, 2012. Disponível em: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/388_apostilacep_2012.pdf>. Acesso em: 08 de junho de 2020.

SCHULLTZ, F. **Controle estatístico de processo: o que é o CEP e para que serve?** Bom Controle, 2019. Disponível em: <<https://bomcontrole.com.br/controle-estatistico-processo-cep/>>. Acesso em: 20 de agosto de 2020.

SELEME, R.; STADLER, H. **Controle da qualidade: as ferramentas essenciais**. 2. ed. Curitiba: Ed. IBPEX, 2012. Disponível em: <https://www.academia.edu/28648830/LIVRO_EM_PDF_CONTROLE_DA_QUALIDADE_DE_FERRAMENTAS_DA_QUALIDADE>. Acesso em: 28 de julho de 2020.

SILVA, W. L. V.; DUARTE, F. M.; OLIVEIRA, J. N. **Padronização: Um fator importante para a engenharia de métodos**. Revista Eletrônica Qualitas, Campina Grande, v.3 n.1, 2004. Disponível em: <<http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/viewFile/35/27>>. Acesso em: 14 de setembro de 2020.

RETORNO ELÁSTICO DO AÇO DE ALTA RESISTÊNCIA DP 600

Data de aceite: 01/03/2021

Christyane Oliveira Leão Almeida

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP -Guaratinguetá, SP, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8575686300501178>

Luís Henrique Lopes Lima

Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF - Juiz de Fora, MG, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/672898011718990>

Gilyane Oliveira Leão Almeida

Universidade Federal de Goiás, UFG - Goiânia, GO, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8188430954221504>

Marcelo dos Santos Pereira

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP -Guaratinguetá, SP, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6464565985923561>

RESUMO: As chapas de aço são amplamente usadas na conformação de veículos automotivos e nas suas estruturas, com espessuras cada vez menores, entretanto superam em resistência mecânica e absorção de energia ao impacto, sem perder a ductilidade ao se comparar com os aços convencionais. O objetivo é a diminuição do peso do veículo e, conseqüentemente, diminuição da emissão de gases poluentes. Este trabalho é um estudo do efeito retorno elástico em aço de alta resistência DP 600, o qual acontece

em processos de conformação mecânica. Para isso, realizou-se as etapas metalográficas conforme procedimentos padrões para avaliar a microestrutura do aço e correlacionar com as propriedades mecânica do aço em estudo e o ensaio de dobramento em U com auxílio de um inclinômetro digital variando alguns parâmetros da conformação. Conclui-se que todos os parâmetros (velocidade de punção, ângulo interno de dobra e o tempo de observação deste efeito) estudados neste trabalho alteram o retorno elástico.

PALAVRAS-CHAVE: DP 600 (aço bifásico), conformação mecânica, aços de alta resistência, retorno elástico.

SPRINGBACK OF HIGH STRENGTH STEEL DP 600

ABSTRACT: The search for sustainability is growing by companies and investors, due to government incentives, in addition to population awareness, which through climate change, pollution and deforestation, has sought sustainable alternatives. Steel sheets are widely used in the shaping of automotive vehicles and their structures, with ever smaller thicknesses, however they outperform in mechanical resistance and energy absorption at impact, without losing their ductility when compared to conventional steels. The objective is to decrease the vehicle weight and, consequently, to reduce the emission of polluting gases. This work is a study of the elastic return effect in high strength steel DP 600, which happens in mechanical forming processes. For this, metallographic steps were performed according to standard procedures to evaluate the

microstructure of the steel and correlate with the mechanical properties of the steel under study and the U-bending test with the aid of a digital inclinometer varying some machining parameters. It is concluded that all parameters (punching speed, internal bending angle and the observation time of this effect) studied in this work alter the elastic return. Correcting this problem that occurs in forming processes requires controlling these parameters.

KEYWORDS: DP 600 (Dual Phase), mechanical forming, High Strength Steel (HSS), Springback.

1 | INTRODUÇÃO

As indústrias automotivas estão muito competitivas, conseqüentemente os fabricantes de peças que usam tecnologia de conformação de metal têm um forte objetivo em gastar menos tempo para projetar e testar. Como resultado, é necessário um método de análise mais preciso para melhorar a qualidade das peças de moldagem e reduzir os defeitos de fabricação. Por outro lado, as chapas de aço de alta resistência têm sido desenvolvidas e cada vez mais empregadas nos componentes automotivos e estruturais. O comportamento mecânico dos aços de alta resistência é diretamente governado por suas microestruturas, que são geralmente compostas de matriz ferrítica macia embutida com outras fases duras como martensita e bainita. As fases duras fornecem resistência substancial, enquanto a fase de ferrita macia está associada a ductilidade (Liao J. et al, 2017; Srithananan P. et al, 2016; Panish S. et al, 2016).

Modelos atuais de carros apresentam soluções de construção mais leves, mais confortáveis e mais seguras, atendendo aos requisitos de rigidez, resistência a choques e absorção de energia. As chapas de aço cada vez mais finas são utilizadas nas estruturas dos veículos, apresentando-se também em menor massa específica e melhor absorção de impacto quando comparadas aos materiais convencionais (Ximenes Dias, E. et. al., 2014). O problema do springback é tratado por métodos de tentativa e erro que consomem tempo e custo. O efeito do retorno elástico está fortemente ligado a várias propriedades físicas e materiais (Cobo et al., 2009).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Todas as etapas metalográficas foram realizadas para caracterização da microestrutura do aço bifásico. Foram realizados também os ensaios de tração, onde foi obtido as propriedades mecânica do material, e dobramento, onde variou-se os parâmetros da conformação e analisou-se o efeito do retorno elástico.

2.1 Metalografia

Todas as etapas de metalografia foram baseadas na norma ASTM E3-10. As etapas foram realizadas na ordem seguinte: seccionamento, embutimento, identificação das amostras, lixamento, polimento e ataque químico. No final das etapas, a caracterização das fases presentes na microestrutura do aço foi realizado por meio da microscopia óptica.

Seccionamento. O seccionamento das amostras para a realização das etapas metalográficas foi realizada na máquina de corte serra fita vertical, modelo RMF 400-S, uma vez que o calor de atrito entre a serra fita e as amostras não alteram a microestrutura do aço em estudo. As amostras foram seccionadas na dimensão 10 x 10 mm. Os corpos de prova para o ensaio de dobramento foram seccionados por controle numérico computadorizado (CNC) com dimensões de 80 x 30 mm, baseado na Conferência Numisheet, 2002. O seccionamento dos corpos de prova para o ensaio de tração ocorreu também por meio da CNC, seccionados com as dimensões especificadas pela norma ASTM E8/E8M-13.

Embutimento. O embutimento foi realizado controlando a pressão próxima de 100 kgf/cm², temperatura máxima de 150° C e tempo fixo de 4 minutos para o resfriamento. A resina utilizada para o embutimento foi baquelite. Esta é uma resina sintética, quimicamente estável e resistente ao calor. O embutimento é um facilitador para manusear as amostras no lixamento e no polimento.

Identificação das amostras. Por se tratar de um grande número de amostras a identificação das amostras foi essencial e realizada por meio do gravador de 7200 ppm (pulsos por minuto), 220 V, da marca Dremel.

Lixamento e Polimento. O lixamento e o polimento foi automatizado empregando-se a máquina MetPrep 3™ grinding and polishing, do fabricante Allied High Tech Products, INC, com rotação de 300 RPM e força de 8 N em cada amostra, a qual é ideal para o lixamento e abaulamento nas amostras, melhorando a planificação, refletividade e espelhamento para análise no microscópio óptico. O fluido de polimento utilizado foi sílica coloidal da marca Allied e água destilada. As lixas d'água utilizadas na etapa de lixamento lixas d'água seguiu a

seqüência de 180, 220, 320, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1500 e 2000, respectivamente.

Ataque químico. O ataque químico (reagente Nital 2 %) foi realizado por imersão durante aproximadamente 15 segundos.

Microscopia óptica. As imagens foram fotografadas em campo claro, utilizando um microscópio óptico Nikon modelo Epiphot 200, acoplado a um PC e a uma câmera digital AXIO CAM 1CC3 ZEISS, usando-se o software AXIO VISIO – ZEISS, no laboratório de microscopia óptica da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, em Guaratinguetá, no estado de São Paulo. Foi utilizado também o microscópio óptico da marca OLYMPUS, modelo BX51M, acoplado a um PC, no laboratório de Metalografia, na Universidade Federal de Juiz de Fora, na cidade de Juiz de Fora, no estado de Minas Gerais. A quantificação do teor das fases presentes no aço em estudo foi por meio do software Image J, disponibilizado gratuitamente.

2.2 Ensaio de tração

A máquina de ensaio de tração utilizada é a marca Kratos, modelo 1KCL3-USB, disponibilizada pela Faculdade de Tecnologia FATEC, na cidade de Pindamonhangaba,

calibrada com pela norma NBR ISSO/IEC 17025. O ensaio foi baseado pela norma ASTM E8/E8M-13. Os resultados foram as propriedades mecânicas do material por meio das curvas de tensão (MPa) x deformação.

2.3 Ensaio de dobramento

O ensaio de dobramento foi realizado na mesma máquina onde foi realizado o ensaio de tração. A dimensão do raio de cutelo é 5 mm, o qual desceu verticalmente em uma velocidade de 4 ou 8 mm/min até que atingisse um ângulo interno de dobra pré determinado de 30 ou 90 graus. A distância adotada entre os apoios de 14 mm, onde o corpo de prova se apoiou, o cálculo foi baseada na norma da ASTM E290.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Metalografia

Na Figura 1, pode-se observar dois tipos de colorações, uma clara e a outra escura. A cor escura é representada pela martensita e a cor clara é a ferrita. A martensita é responsável pela dureza e a resitência do material e a ferrita é responsável pela ductilidade do aço bifásico. O software Image J, possibilitou quantificar o teor de ferrita com aproximadamente 71,03% e martensita de 28,97% com desvio padrão de 6. Após o ensaio de dobramento, os grãos apresentam-se alongados, aumentando a dureza e a resistência do material, devido ao encruamento.

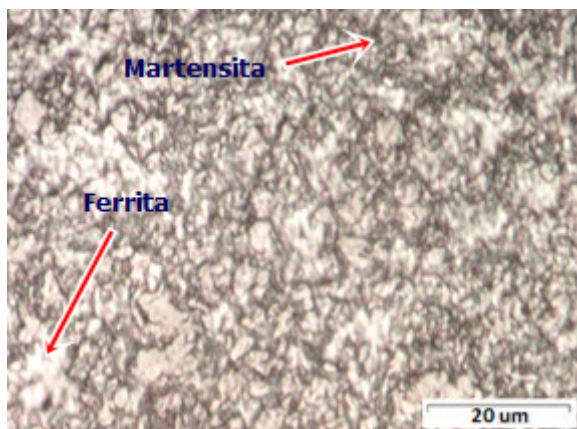


Figure 1- Microestrutura do aço de alta resistência DP 600.

3.2 Ensaio de tração

Após ensaio mecânico obteve-se as propriedades mecânica do aço bifásico DP 600. O seccionamento foi realizado no sentido de laminação, ou seja, essas propriedades foram

obtidas a zero graus em relação ao sentido de laminação. Pode-se observar que a tensão limite de escoamento é próxima a 400 MPa, assim como encontra-se na literatura para este tipo de aço. A resistência a tração é 662,55 MPa com desvio de 1 (Tabela 1).

Resistência a Tração (MPa)		Tensão limite de escoamento (MPa)		Deformação total (%)	
Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio
662,55	1,10	395,30	3,80	22,3	0,006

Tabela 1 - Propriedades mecânica do aço DP 600.

3.3 Ensaio de dobramento

Na Figura 2, torna-se perceptível que ao se comparar os ângulos internos de dobra escolhidos para avaliar os valores de springback (30 e 90 graus), o ângulo de 30 graus obteve maiores valores de retorno elástico (entre 7 e 8 graus), enquanto para o ângulo interno de dobra de 90 graus os valores são entre 3,75 e 5 graus. Pode-se observar também que a velocidade de puncionamento, ou ainda, a velocidade de descida vertical do cutelo para conformar o corpo de prova alterou os valores de retorno elástico, uma vez que ao se aumentar a velocidade de puncionamento de 4 mm/min para 8 mm/min, aumenta-se os valores de retorno elástico. No dia 1, antes de retirar o corpo de prova da máquina de ensaio de dobramento, ainda com o cutelo estável e o inclinômetro digital marcando o ângulo interno de dobra de 30 ou 90 graus, o valor de springback é 0 graus. O dia 2, representa os 20 segundos após retirar o corpo de prova da máquina, onde ocorre a maior variação de retorno elástico. A partir deste dia, continuando a observação do ângulo interno de dobra, observa-se um aumento significativo do retorno elástico, conforme a comprovação do teste de hipótese A NOVA e de Tukey, ferramentas estatísticas que comprovaram que existe diferença significativa entre os dias de observação dos valores de retorno elástico.

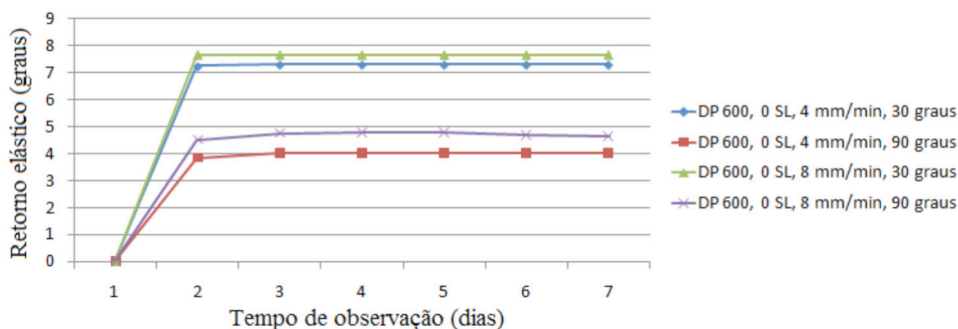


Figure 2 – Valores de *Springback* para o aço bifásico DP 600.

4 | CONCLUSÃO

Para correção desse problema, o retorno elástico, que ocorre em processos de conformação é preciso saber controlar os parâmetros da conformação de acordo com o material utilizado, conseqüentemente garantir a qualidade dimensional do produto. Assim, ao se comparar o valor de springback para ângulos interno de dobras diferentes (30 e 90 graus) para a mesma velocidade de puncionamento (4 mm/min), observa-se um aumento de 87,08 %, enquanto para a velocidade de 8 mm/min foi de 69,25 %. Para o ângulo interno de dobra de 30 graus, ao se comparar as velocidades de puncionamento de 4 mm/min para 8 mm/min, obteve-se um aumento de 5,67 %. Para o ângulo interno de dobra de 90 graus, ao se comparar as velocidades de puncionamento, observou-se um aumento de 16, 8%.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

Cobo, R. et. al., 2009. Analysis of the decrease of apparent Young modulus of advanced high strength steels, IDDRG 2009, Golden, Colorado, USA, 1-3.

Liao J, Sousa JA, Lopes AB, Xue X, Barlat F, Pereira AB. Mechanical, microstructural behaviour and modelling of dual phase steels under complex deformation paths. *Int J Plast* 2017;93:269-90.

Numsheet, 2002. Proceedings of the 5th International Conference on Numerical Simulations of 3-D sheet Metal Forming Processes, D-Y. Yang et al. (eds.), Jeju Island, Korea, 2002. Disponível em: <www.numsheet2002.org>.

Srithananan P, Kacwtatip P, Uthaisangsuk V. Micromechanics-based modeling of stress-strain and fracture behavior of heat-treated boron steels for hot stamping process. *Mater Sci Eng A* 2016;667:61-76.

Panish S, Suranuntchai S, Jirathcaranat S, Uthaisangsuk V. A hybrid method for prediction of damage initiation and fracture and its application to forming limit analysis of advanced high strength steel sheet. *Eng Fract Mech* 2016; 166:97-127.

Ximenes Dias, E.; Horimoto, L. Y. R.; Pereira, M. S., 2014. Análise metalográfica de um aço de fases complexas por microscopia óptica. *Revista Brasileira de Aplicações de Vácuo*, [s. l.], v. 33, n. 1–2, p. 7, 2014.

CAPÍTULO 16

PROPOSTA DE PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM EQUIPAMENTOS DO LABORATÓRIO DE FARMÁCIA – UFAM – ICET

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 05/01/2021

Laira Melo da Cunha

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Itacoatiara, Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/0365182135343017>

Midiane Stéfane Maquiné Matos

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Itacoatiara, Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/1652671624372947>

Keyciane Rebouças Carneiro

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Itacoatiara, Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/4682529016008405>

Jefferson da Silva Coelho

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Itacoatiara, Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/8153043119926295>

RESUMO: A manutenção significa manter o que se tem e não pode se limitar a apenas corrigir problemas cotidianos, mas deve perseguir sempre a melhoria constante, tendo como norte o máximo de aproveitamento dos instrumentos de produção. Muitos autores abordam os vários tipos de manutenção possíveis, que nada mais são do que as formas como são encaminhadas. Visto isso, este trabalho busca realizar uma proposta de um plano de manutenção, o qual é conhecido como um conjunto de informações necessárias para que haja a orientação perfeita da atividade

de manutenção onde são representadas na prática o detalhamento da estratégia de manutenção assumida por uma empresa ou setor. Para tanto, aplicou-se, como metodologia, uma pesquisa bibliográfica de caráter descritivo, coletando-se os dados, através da realização de uma entrevista semiestruturada, visitas in loco e observação direta. A partir dessas informações, foi possível apresentar o plano de manutenção preventiva para que a universidade possa utilizar os equipamentos para fins de ensino e pesquisa. **PALAVRAS-CHAVE:** Manutenção, Manutenção Preventiva, Plano de Manutenção.

PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN PROPOSAL FOR PHARMACY LABORATORY EQUIPMENT - UFAM – ICET

ABSTRACT: Maintenance means maintaining what one has and cannot be limited to just correcting everyday problems, but it must always pursue constant improvement, having as its north the maximum use of production instruments. Many authors address the various types of possible maintenance, which are nothing more than the ways in which they are routed. Given this, this work seeks to carry out a proposal for a maintenance plan, which is known as a set of information necessary for the perfect orientation of the maintenance activity where the detailing of the maintenance strategy assumed by a company or sector is represented in practice. For this, a descriptive bibliographic research was applied as a methodology, collecting the data, through a semi-structured interview, on-site visits and direct observation. From these information, it

was possible to present the preventive maintenance plan so that the university can use the equipment for teaching and research purposes.

KEYWORDS: Maintenance, Preventive Maintenance, Maintenance Plan.

1 | INTRODUÇÃO

A grande busca das empresas em obter elevados lucros reflete em técnicas de redução de custos e aumento de produção, de maneira que aumentem a competitividade no ramo e se mantenham em alta no mercado. Os meios para obter esses requisitos estão na qualidade e na produtividade do que está sendo produzido. Porém, não são tão fáceis de serem obtidas, pois, dependem de políticas de análise de sistemas de produção, avaliação de manutenção das máquinas, técnicas de organização, e estes são fatores que levam tempo para se enquadrar em um sistema eficiente. A manutenção revela ser essencial para que se tenha a garantia de que o que está sendo produzido tenha qualidade e uma boa produtividade. Considerando uma indústria que possui um grande maquinário que todos os dias realizam uma linha de produção intensa, e que não possui um planejamento de manutenção eficiente, quando se ocorre uma parada inesperada por um defeito que leva horas para ser reparado, isso acarreta em um prejuízo muito grande de custo. De acordo com Lima e Castilho (2006), há uma necessidade de racionalização das técnicas e procedimentos de manutenção para retardar o envelhecimento dos equipamentos nas universidades, uma vez que não basta investir e implantar um sistema produtivo científico ou tecnológico é necessário que o tempo e utilização sejam o maior possível ao longo da vida útil, vale ressaltar que para obter uma manutenção organizada é necessário além de investimento, esforço e a necessidade de atualização constante de pessoal técnico. Visto isso, este trabalho tem por objetivo realizar um plano de manutenção, o qual é conhecido como um conjunto de informações necessárias para que haja a orientação perfeita da atividade onde é representado na prática o detalhamento da estratégia de manutenção assumida por uma empresa ou setor. Para a elaboração do plano foi observado que é necessário inicialmente o desenvolvimento do tagging, que nas indústrias de transformação, representa a identificação da localização das áreas operacionais e seus equipamentos. Quando se tem um tagging estruturado, é possível planejar e programar a manutenção de uma forma mais rápida e racional, além de conseguir extrair informações estratificadas por Tag, como número de quebras, disponibilidade, custos e obsolescência (VIANA, 2006).

2 | MANUTENÇÃO

A manutenção surgiu junto aos meios tecnológicos durante a Revolução Industrial, seu surgimento teve grande influência o acontecimento dos grandes fluxos de trabalhos dentro dos setores. Com passar dos tempos, estratégias de manutenção foram sendo aprimoradas em decorrência as necessidades de reposição e aumento da vida útil dos

equipamentos, cujo principal propósito consiste em mantê-los sempre bem estruturado conforme foram projetados. Segundo a Norma NBR 5462 (1994), o termo manutenção tem grande importância para as empresas, pois nelas estão envolvidas as mais variadas ações técnicas e administrativas a serem desenvolvidas a fim de manter os itens/materiais sempre em bom estado para executar as suas mais variadas funções. A manutenção é considerada estratégica, pois ela garante a disponibilidade dos equipamentos e instalações com confiabilidade, segurança e dentro de custos adequados (XAVIER, 2005).

2.1 Tipos de manutenção

Conforme Viana (2006) existe vários tipos de manutenção, e essas são caracterizadas de acordo com a necessidade que os equipamentos estabelecem. Cada tipo tem suas mais diversas funções e manuseios, desempenhos que no decorrer do tempo desenvolvem diversos defeitos e falhas, no qual passam a estabelecer a manutenção ideal a ser realizada. Dentre os tipos básicos de estratégia de manutenção existente, temos: Corretiva (Não Planejada ou Planejada); Preventiva; Preditiva. Podemos acrescentar também a manutenção Detectiva e Engenharia de manutenção.

2.1.1 *Manutenção corretiva*

Segundo a Norma NBR 5462 (1994), consiste em ações depois das apresentações de falhas dos equipamentos ou sistema, onde serão feitos os possíveis reparos para então entrar com as ações que solucionam o problema. Tem como objetivo a restauração dos equipamentos no menor tempo possível. Está subdividida em dois tipos: Corretiva Não-Planejada e Corretiva Planejada.

Manutenção Corretiva Não-Planejada: Efetuado após as máquinas apresentarem alguma pane ou diagnóstico diferente ao qual não foram projetados. Implica em altos custos e baixa confiabilidade de produção, já que gera ociosidade e danos maiores aos equipamentos, muitas vezes irreversíveis (OTANI & MACHADO, 2008). Não há tempo para a preparação de componentes e nem de planejar o serviço, isto é, é a correção da falha de modo aleatório (WILLIANS, 1994 apud CASTELLA, 2001).

Manutenção Corretiva Planejada: define os parâmetros de preparação por parte dos envolvidos, há todo um planejamento para sua aplicação em casos de paradas de equipamentos, desta forma para que a mesma seja executada é necessário que os materiais e equipe estejam disponíveis para ações intensivas. É a correção do desempenho menor do que o esperado ou da falha, por decisão gerencial, isto é, atuação em função de acompanhamento preditivo ou decisão de operar até a quebra (KARDEC & NASCIF, 2009).

2.1.2 *Manutenção Preventiva*

De acordo com Norma NBR 5462 (apud OTANI & MACHADO, 2008), é uma técnica onde são realizadas intervenções em intervalos pré-determinados cujo objetivo é

a prevenção de possíveis falhas, permitindo a operação contínua dos equipamentos pelo maior tempo possível. Por meio desta podem-se adquirir diversas vantagens para um setor e todo neles envolvidos, para isso, é importante que a organização esteja atenta aos reparos que cada equipamento necessita para um bom funcionamento. As tarefas executadas como resultados de planos de inspeção e de monitoração de preditiva devem ser classificados como manutenção preventiva (FILHO, 2008).

2.1.3 *Manutenção Preditiva*

Através de sua ação pode-se estudar e analisar de forma técnica, através de mediações – monitoramento - ou por controles estatísticos que prenunciam ao momento em que irá ocorrer a falha. O objetivo é determinar o tempo correto da necessidade da intervenção mantenedora, com isso evitando desmontagens para inspeção, e utilizar o componente até o máximo de sua vida útil. A ideia é buscar reduzir ao mínimo as manutenções corretiva e preventiva. É também conhecida como manutenção condicionada, porque ela está relacionada com a ação quando for realmente necessária (MORENGHI, 2005).

2.1.4 *Manutenção Detectiva*

Quando se está de frente com uma linha de produção, sem ter um prévio conhecimento do tempo em que a máquina está operando, e se diante disso em algum momento já apresentou algum indício de falha, há a necessidade de detecta-las. De acordo com Kardec e Nascif (2009), a identificação destas falhas ditas “ocultas” é uma ação importante para garantir a confiabilidade do que se está sendo produzido. Em sistemas mais complexos estas ações necessitam de uma pessoa que saiba e entenda da área de manutenção, levando em conta que há a carência de treinamento para este efeito, sendo orientado pelo pessoal de operação. Para Souza (2008) a manutenção detectiva é uma política e pode ser definida como sendo uma intervenção em sistemas de proteção ou comando com o propósito de detectar falhas ocultas ou que não sejam percebidas junto à equipe de manutenção ou pessoal da operação.

2.1.5 *Engenharia de manutenção*

É definida como atividade que desenvolve conceitos, critérios e requisitos técnicos na fase conceitual e de aquisição a serem usadas e mantidas em uma condição atual durante a fase operacional para garantir suporte de manutenção eficaz ao equipamento (DHILLON, 2002). De acordo com kardec & Nascif (2009, p. 50) a Engenharia de Manutenção significa “perseguir *benchmarks*, aplicar técnicas modernas, estar nivelado com a manutenção do Primeiro Mundo”. Costa (2012) relata em seu trabalho que criar planos de manutenção, estruturas de correção e gestão de custos, são apenas alguns dos requisitos que abrangem esta atividade, visto que, não basta solucionar a falha de

imediatamente, mas é importante firmar estratégias eficientes, com o propósito de reduzir custos. Portanto, o principal motivo para estabelecer uma função de engenharia de manutenção é proporcionar foco na confiabilidade dos ativos, manutenção e custo do ciclo de vida de toda a instalação (MOBLEY, 2004).

3 | PLANO DE MANUTENÇÃO

Proporciona o controle sobre o funcionamento dos equipamentos, buscando também possibilitar uma série de atividades que podem ser executadas no mesmo, com o objetivo de trazer informações para auxiliar nos principais problemas/defeitos encontrados na planta onde está aplicado. Este procedimento é usado para orientar e buscar informações para evitar a quebra inesperada na produção, visto que, a quebra causa parada e como consequência pode causar fatores indesejados, como: aumento nos custos de manutenção, de produção, e as manutenções devidamente planejadas auxiliam a reduzir essas ocorrências (VIANA, 2006). Vale ressaltar que, para realização do plano é necessário utilizar as informações do manual do fabricante, recomendações, segurança, funções e os processos do equipamento (BEILKE, 2014).

4 | TAGUEAMENTO

O tagueamento (TAG) é a base da organização da manutenção, com ele é possível planejar e programar a manutenção de uma forma mais rápida, a tradução do inglês da palavra “tag” significa “etiqueta”. Deste modo, é utilizado para cadastrar máquinas e/ou equipamentos com a finalidade de organizar e registrar todos os elementos através de uma etiqueta, facilitando a realização do rastreamento dos ativos. Existe norma internacional para uso de tagueamento, a norma ISA 5.1 (*International Society for Measurement and control*), na qual estabelece uma padronização para designar os instrumentos e sistemas de instrumentação usados para medição e controle em equipamentos industriais. No entanto, em alguns casos como máquinas e equipamentos industriais cada empresa busca um padrão próprio que pode ser definido baseado em alguns critérios, podendo ser conforme seus padrões de qualidade, funcionalidade e porte principalmente. A criação da TAG proporciona o mapeamento dos equipamentos em suas respectivas localizações, visto que é necessário para organizar o setor e sua rastreabilidade. Após a elaboração define-se o fluxo de serviços estabelecendo regras eficientes que possam canalizar os serviços de manutenção (VIANA, 2006).

5 | METODOLOGIA

Conceitualmente o método a ser empregado baseia-se em pesquisa exploratória no que Severino (2007, p.122) refere-se apenas em levantar informações sobre um determinado

objeto, delimitando um campo de trabalho. Desta forma, foi realizada a seleção do local que seria utilizado para elaborar o plano de manutenção e que obtenha equipamentos que são necessários passar por processo de manutenção, visto isso foi definido para estudo o laboratório de farmácia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) campus Itacoatiara, delimitando assim o campo de trabalho. O estudo buscará a análise e interpretação de dados com base na fundamentação teórica com objetivo de entender e explicar sobre o assunto e aos métodos utilizados. Com relação aos procedimentos de coleta de dados foram realizadas entrevistas com as pessoas responsáveis pela realização das atividades de reparo e conservação do equipamento e também através de manuais.

6 I CARACTERIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Por possuir diversos equipamentos utilizados para estudo e pesquisa no laboratório, verificou-se que a manutenção é essencial para ajudar na conservação e durabilidade, uma vez que esses equipamentos tem um custo alto e são de extrema importância para a universidade. Assim, a coleta de dados foi elaborada de acordo com a disponibilidade do manual dos equipamentos e quais são mais utilizadas conforme informações dos técnicos. A partir do levantamento, foram contabilizados quatro equipamentos descritos a seguir.

6.1 Incubadora Shaker SP222/CF/135

Utilizada para amostras que necessitam de agitação orbital e temperatura controlada, como meios de cultura para crescimento de microrganismos e análises na área da bioquímica.

a) Especificação do equipamento e principais componentes.

As especificações e componentes são descritos nas Figuras 1 e 2.

ITEM	ESPECIFICAÇÃO
Tensão de alimentação	220 Volts/60 Hz
Potência consumida	100 W
Rotação	40 a 300 RPM (resolução 1 RPM)
Temperatura de trabalho	5° acima do ambiente a 60°C (resolução 0,1°C)
Dimensão Externa	L=480x P=600x A=800 mm
Peso	40 Kg

Figura 1 – Especificação da Incubadora *Shaker*

Fonte: O autor (2020)

ITEM	DESCRIÇÃO
01	Gabinete Externo - Construído em aço 1020
02	Garrafas em aço inox AISI 301
03	Painel controle de temperatura: Microprocessado digital PID
04	Sensor de temperatura PT-100
05	Sistema de refrigeração por compressor hermético
06	Motor: Indução trifásica de 1/6 HP
07	Painel controle de rotação por inversor de frequência
08	Porta basculante em acrílico
09	Plataforma universal de agitação
10	Correias
11	Polias

Figuras 2 – Componentes da Incubadora *Shaker*

Fonte: O autor (2020)

b) Manutenção do equipamento Incubadora *Shaker*.

De acordo com as instruções no manual do equipamento e as observações realizadas na entrevista com o responsável, é necessário que haja os respectivos tipos de manutenção: Manutenção Corretiva e Preventiva. Para todo tipo de manutenção, é recomenda assistência técnica do fabricante, para que terceiros sem qualificação técnica adequada não danifiquem ou mudem as características originais. Outros meios que podem ser adotados são: verificar se o aterramento continua eficaz, se a vedação da porta está adequada. Verificar a distância em relação à parede está aceitável. Limpar todas as vezes que derramar produto utilizando detergente neutro e depois álcool 70.

6.2 Centrífuga 80-2B

É um equipamento de fácil manuseio, ideal para experimentos em hospitais e laboratórios de bioquímica e análises clínicas para análises qualitativas de soros, ureia e plasma.

a) Especificação do equipamento e principais componentes; os principais componentes são descritos nas Figuras 3.

Item	Descrição
01	Tampa;
02	Luz Indicadora;
03	Rotor
04	Botão ajuste de tempo
05	Motor elétrico
06	Tacômetro analógico;
07	Botão ajuste de velocidade

Figura 3 – Características da Centrífuga

Fonte: O autor (2020)

b) Manutenção do equipamento

Centrífuga Através do manual e entrevista, foram observados que a manutenção necessária no equipamento é preventiva e preditiva. Os seguintes meios para a manutenção são: retirar ou substituir todo e qualquer tubo danificado, corroído ou rachado antes de utilizar à centrífuga. Sempre fazer o balanceamento dos tubos em forma de cruz antes de ligar à centrífuga. Caso tenha número ímpar de tubos, acrescente um tubo para fazer o balanceamento do rotor e sempre complete o tubo falso com a mesma quantidade de líquido que o tubo de amostra correspondente. Para Limpeza da Superfície externa, manter o ambiente de trabalho limpo e arejado e para a limpeza da superfície interna do instrumento deve ser usado um pano limpo e um produto de limpeza neutro. Não deixar que o equipamento entre em contato com solvente ou material corrosivo. Para troca do fusível é necessário desligar o equipamento, retirar o cabo de força e o compartimento onde fica o fusível, fazer a troca do fusível e recolocar no compartimento.

6.3 Cabines de Segurança Biológica: Bioseg 12 e Biosafe 09

As cabines de segurança biológica realizam sementeiras, transferências e procedimentos assépticos com microrganismos.

a) Características dos equipamentos e principais peças.

As especificações das cabines de segurança são descritas abaixo e seus principais componentes são mostrados na Figura 4.

- Corpo externo construído em chapa de aço com solda especial, tratamento anticorrosivo e pintado com tinta base de poliuretano (Norma NSF-49).
- Superfície interna construída em uma só peça, sendo as laterais em vidro temperado e pintura especial para evitar corrosão e facilitar a limpeza.

- Mesa de trabalho tripartida construída em chapa de aço inox, com acabamento escovado, de fácil remoção para limpeza e desinfecção.
- Insuflamento e Exaustão - Filtro HEPA, eficiência de 99,99% DOP. Este sistema permite acesso aos filtros de forma segura, melhor descontaminação, não interferência com dutos de exaustão.
- Possui Motoventilador equipado com proteção térmica, 220 V, monofásico.
- Iluminação da área de trabalho feita por lâmpadas fluorescentes.
- Janela Frontal basculante, confeccionada em vidro temperado, permitindo total abertura e facilitando a limpeza e desinfecção da área de trabalho.
- Área da superfície de trabalho com altura de 200 mm (Norma NSF49).

Item	Descrição
01	Corpo Externo (Chapas de alumínio)
02	Bandeja interna (aço inox)
03	Lâmpada fluorescente
04	Motorventilador monofásico
05	Ventilador tipo siroco
06	Lâmpada ultravioleta
07	Painel de controle
08	Filtro HEPA

Figura 4 – Componente das Cabines de Segurança Biológica

Fonte: O autor (2020)

b) Manutenção do equipamento Bioseg 12 e Biosafe 09

Em relação ao tipo de manutenção realizada, foi constatado através de observações e entrevistas com o responsável que o método adotado é a manutenção corretiva planejada no qual é realizado o seguinte procedimento: Teste de estabilidade da tensão antes da utilização, se a tensão é instável, deve usar o regulador de tensão, caso contrário, o painel de controle e o transformador podem ser facilmente danificados, e são realizados reparos para detectar falhas que interfiram no funcionamento do Motoventilador.

7 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com as observações e entrevistas realizadas com os técnicos, verificou-se que há uma falta de plano de manutenção dos equipamentos, o que causa certa ineficiência das atividades do laboratório e com isso realizou-se algumas proposições para a melhoria das atividades realizadas, como tagueamento e o plano de manutenção preventiva.

7.1 Tagueamento dos componentes

Após o levantamento de dados com a escolha dos equipamentos, estes foram identificados conforme a sua descrição e a sua localização, como podemos observar na Figura 5.

ABREVIÇÃO	EQUIPAMENTO
INC	INCUBADORA
CEN	CENTRÍFUGA
CAB09	CABINE DE SEGURANÇA BIOSEG 09
CAB12	CABINE DE SEGURANÇA BIOSAFE 12
D	BLOCO D
01T	TERREO
S106	SALA (N ^a)

Figura 5 – Identificação dos equipamentos e localização

Fonte: O autor (2020)

A partir das informações dos equipamentos, as seguintes tags criadas na Figura 6.

TAGUEAMENTO	EQUIPAMENTO
INC-D-01T-S106	INCUBADORA;
CEN-D-01T-S106	CENTRÍFUGA;
CAB09-D-01T-S106	CABINE DE SEGURANÇA BIOSEG09
CAB12-D-01T-S106	CABINE DE SEGURANÇA BIOSAFE12

Figura 6 - Tags utilizadas nos equipamentos.

Fonte: O autor (2020)

A criação das Tags dos equipamentos foi de grande importância para controle de ativos e planejamento e execução dos processos de manutenção, pois possibilitou uma

facilidade de rastreamento através de sua identidade e localização, podendo fazer um controle mais preciso das intervenções que serão feitas pelos técnicos do laboratório por máquinas e seus componentes.

7.2 Plano de manutenção

A partir de que foi analisado no manual e na entrevista com o responsável pelos equipamentos decidiu-se na periodicidade de aferição e avaliação que a frequência de manutenção será realizada mensalmente, para isso será necessário elaborar um relatório gerencial de serviço apresentando-o até o sétimo dia útil do mês seguinte ao da prestação do serviço, seguindo o sentido de correção e verificação dos procedimentos adotados pelas pessoas que utilizam os aparelhos para fins de pesquisa e estudo. A execução desses serviços será inspecionada diariamente para fiscalizar a qualidade do serviço, desta forma foi feito um plano diário, mensal, semestral e anual dos equipamentos mostrado na Figura 7.

PLANO DE MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS DO LABORATÓRIO DE FARMÁCIA - UFAM- ICET						
Equipamento	Componente	Manutenção preventiva a ser realizada	Período			
			D	M	S	A
INCUBADORA	Gabinete Externo	Limpeza somente com produtos específicos ou sabão neutro e água morna. Existência e eliminação de focos de corrosão.	X		X	
	Garrafas (Aço Inox)	Inspeção visual para verificação de danos; Limpeza somente com produtos específicos ou sabão neutro, água e depois álcool 70%. Existência e eliminação de focos de corrosão.	X		X	
	Controle de temperatura	Verificar ajuste e operação dos controles.		X		
	Sensor de Temperatura	Limpeza do sensor; Verificar cabos e a ponta do sensor, para que não haja danos. Verificar operação e calibração de sensores.		X		
	Sistem de Refrigeração	Inspeção geral na instalação do equipamento; Limpeza interna e externa.			X	
		Verificar e corrigir ruídos e vibrações anormais; Verificar e ajustar a carga de gás refrigerante; Verificar e corrigir fixação de terminais, cabos e conexões.			X	
	Motor de indução	Inspeção de ruídos e vibrações; Verificar qualquer desprendimento de fumaça; Inspeccionar sinais de superaquecimento. Verificar desgaste; Lubrificação.		X		
	Controle de rotação	Verificar ajuste e operação dos controles. Verificar a limpeza e a programação do inversor de frequência.		X		
	Porta Basculante	limpeza antes e após a utilização; Verificar a vedação da porta. lubrificação.	X			X
	Plataforma de Agitação	Inspeção visual sobre a plataforma; Limpeza somente com produtos específicos ou sabão neutro, água e depois álcool 70%. Verificação de operação.	X		X	
	Correias	Inspeção visual das bordas e a parte interna das correias. Qualquer sinal de desgaste indica que a correia precisa ser trocada; Verificar manualmente se as correias estão com tensionadas. Caso esteja muito esticada ou frouxa, realizar a regulagem.		X		
	Polias	Verificar desgaste nos canais; Verificar se as bordas estão trincadas, amassadas, oxidadas ou com porosidade; Deixar os canais livres de graxas, óleos ou tintas; Verificar e corrigir fixação e alinhamento das polias.		X		
CENTRIFUGA	Tampa	Limpeza da superfície externa com pano limpo e um produto de limpeza neutro.	X			
	Capazes de plástico	Verificar se não há presença de restos de materiais (tubos) danificados.	X			
	Luz Indicadora	Verificar o fusível quando a mesma não acender.	X			
	Rotor	Inspeção visual do rotor quanto a presença de contaminação ou ferrugem; Verificar ruído e vibrações no equipamento. Caso esteja, verificar o balanceamento do rotor; Utilizar escova de ponta não metálica para limpar os furos do rotor.		X		
	Botão Ajuste de Tempo	Verificar giro do botão. Caso esteja com giro em falso, verificar se o prafuso do botão está frouxo.	X			
	Motor Elétrico	Verificar rotação abaixo do normal. Caso esteja, providenciar a troca da escova de carvão; Inspeção de ruídos e vibrações; Verificar temperatura de operação.			X	
Tacômetro Analógico	Verificar se apresenta alguma anormalidade ou dano.	X				
Botão Ajuste de Velocidade	Verificar se está marcando corretamente. Verificar giro do botão. Caso esteja com giro em falso, verificar se o prafuso do botão está frouxo.	X			X	

CABINE BIOSAFE 09-12	Corpo (alumínio)	Inspeção visual para verificação de danos; Limpeza somente com produtos específicos ou água e sabão neutro. Existência e eliminação de focos de corrosão.	X			
	Bandejas (aço inox)	Inspeção visual para verificação de danos; Limpeza somente com produtos específicos ou água e sabão neutro. Existência e eliminação de focos de corrosão.	X		X	
	Lâmpada fluorescente	Verificar o estado dos terminais da lâmpada, verificar a oxidação do metal, observar se possui poeira, verificar a temperatura, verificar a presença de corrosão.				X
	Motorventilador	Verificar e eliminar sujeiras, danos e corrosão; Verificar a presença de ruído e vibrações; Verificar as condições de acoplamento motor – ventilador; Limpeza do motor; Verificar o sentido de rotação.		X		
	Ventilador siroco	Verificar e eliminar sujeiras, danos e corrosão; Verificar a presença de ruído e vibrações; Limpeza do motor; Lubrificação.		X		
	Lâmpada ultravioleta	Inspeccionar e Trocar a lâmpada				X
	Panel de controle	Verificar ajuste e operação dos controles.		X		
	Filtro HEPA	Verificar e eliminar acúmulos de sujeiras.		X		

Figura 7: Plano de manutenção de equipamentos do laboratório de farmácia

Legenda D - Diário ou antes do início de utilização; M - Mensal; S - Semanal; A - Anual

Fonte: O autor (2020)

Com o desenvolvimento do plano de manutenção proposto, podemos observar que parte dos componentes dos equipamentos a manutenção deve ser feita por pessoal especializado e em caso de troca de peças esta deverá ser adquirida através do fabricante. Deste modo, o gerenciamento deve ser feito para garantir uma melhoria na produtividade e redução no custo, por isso é essencial à utilização do mesmo para que se possa manter um procedimento de operação, rotinas de verificação e uma sistemática de controle a fim de obter informações e manter o planejamento.

8 I CONCLUSÃO

Esse artigo teve como finalidade criar uma proposta de plano de manutenção em equipamentos de um laboratório de farmácia de uma instituição de ensino superior, no qual foram selecionados os materiais que seriam relevantes para o embasamento do trabalho, diante do exposto, foi possível analisar a importância da manutenção nos equipamentos. Desta forma foi possível criar um plano de manutenção preventiva de maneira que auxiliasse aos usuários dos equipamentos selecionados, visto que toda peça e máquina necessitam de reparos frequentemente, desde sua limpeza mais simples aos cuidados mais específicos, que são desconhecidos pelos seus operantes na maioria dos casos. A manutenção preventiva quando realizada de maneira correta, desencadeia benefícios e proporciona maior tempo de vida dos equipamentos, portanto, com os dados coletados, e com o plano gerado os usuários e técnicos podem ter o conhecimento de como realizar devidamente a manutenção dos equipamentos através de um relatório gerencial de serviço. Desta forma, o estudo relatou a importância eficaz da manutenção nos equipamentos, no qual se podem evitar possíveis falhas, atrasos nos processos, custos desnecessários, entre outros, pois, manter os equipamentos preparados pra ocorrências é de suma importância, além de ser considerado como fator competitivo no mercado atual é primordial para qualquer empresa

que anseia pela perfeição no seu ambiente organizacional. Para universidade além de conservar os equipamentos de estudo e pesquisa analisada por um período maior, terá benefícios econômicos resultantes no aumento de tempo de utilização dos equipamentos e a redução dos prejuízos acadêmicos e científicos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462. **Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BEILKE, M. L. **Implementação de um plano de manutenção preventiva em uma empresa do ramo alimentício**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Faculdade Horizontina. Horizontina, 2014.

CASTELLA, M. C. **Análise crítica da área de manutenção em uma empresa brasileira de geração de energia elétrica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

COSTA, M. A. **Gestão Estratégica Da Manutenção: Uma oportunidade Para Melhorar o Resultado Operacional**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF, Juiz de Fora, 2013.

DHILLON, B. S. **Engineering maintenance: a modern approach**, CRC PRESS, 2002.

FILHO, R. A. **Introdução à Manutenção Centrada na Confiabilidade – MCC**. Programa de Atualização Técnica 2008 – Sistema FIRJAN - SESI/SENAI – Rio de Janeiro [Online]. Disponível:<<http://manutencao.net/v2/uploads/article/file/Artigo24AGO2008.pdf>> Acesso em 03/04/2020.

KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: função estratégica**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009.

LIMA, F.A.; CASTILHO, J. C. N. **Aspectos da Manutenção dos Equipamentos Científicos da Universidade de Brasília**. Dissertação de Especialização, Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação e Documentação, DF, 2006.

MOBLEY, R. K, **Maintenance Fundamentals (Second Edition)**, In Plant Engineering, Elsevier, ButterworthHeinemann, 2004.

MORENGHI, L. C. R. **Proposta de Um Sistema Integrado de Monitoramento para Manutenção**. São Carlos, 2005.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. **A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial**. Revista Gestão Industrial. Vol.4, n.2, 2008.

SOUZA, J. B.. **Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP): Uma abordagem Analítica**. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa, 2008.

VIANA, H. R. G., PCM: **Planejamento e Controle da Manutenção**. 1. ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2006.

XAVIER, J. N. **Manutenção: Tipos e Tendências**. Disponível em: <<http://www.engeman.com.br/site/ptb/artigostecnicos.asp/manutencaotiposetendencias.zip>>, 2005. Acesso em 06/04/2020.

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS PREVENCIÓNISTAS NA MELHORIA CONTINUA DO GERENCIAMENTO DE RISCOS

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 05/01/2021

Túlio Henrique Silva Costa

Instituto Luterano de Ensino Superior de
Itumbiara
Itumbiara-GO
<https://orcid.org/0000-0002-3821-8764>

Vinicius José Appolloni

Instituto Luterano De Ensino Superior De
Itumbiara
Itumbiara-GO
<https://orcid.org/0000-0002-5328-425X>

RESUMO: O trabalho teve como objetivo analisar a necessidade de se implantar um sistema de Gerenciamento de Riscos que possa ser efetivo na preservação da saúde dos colaboradores e na otimização dos processos produtivos, utilizando ferramentas e métodos que possibilitam tratativas preventivas que promovam a redução ou eliminação dos riscos. Foi realizada a pesquisa em doze artigos distintos que tem por incomum o foco de prevenir os impactos negativos causados devido à falta de preparo das empresas em relação aos riscos que os colaboradores e processos estão expostos. As pesquisas desenvolvidas foram baseadas em diversas empresas de seguimentos diferentes que apontam o quão é útil o Gerenciamento de Riscos independente do tipo de produção em que a empresa se envolve. Verificou-se, que com aplicação e desenvolvimento contínuo do

Gerenciamento de Riscos podemos aumentar a produtividade dentro de um posto de trabalho e prevenir a saúde física e mental do colaborador diminuindo o índice de absenteísmo na empresa.

PALAVRAS-CHAVE: Gerenciamento de Riscos, Prevenir, Produtividade.

ABSTRACT: The work aimed to analyze the need to implement a Risk Management system that can be effective in preserving the health of employees and in optimizing production processes, using tools and methods that enable preventive treatments that promote the reduction or elimination of risks . The research was carried out in twelve different articles that have as an unusual focus the prevention of negative impacts caused due to the lack of preparation of companies in relation to the risks that employees and processes are exposed to. The researches developed were based on several companies from different segments that show how useful Risk Management is, regardless of the type of production in which the company engages. It was found that, with the continuous application and development of Risk Management, we can increase productivity within a workplace and prevent the employee's physical and mental health by reducing the absenteeism rate in the company.

KEYWORDS: Risk Management, To prevent, Productivity.

1 | INTRODUÇÃO

Esse projeto de pesquisa irá estudar a influência de ferramentas preventivistas na melhoria contínua do gerenciamento de riscos, para tal se pautará em doze artigos que darão embasamento teórico para a efetivação do trabalho. O interesse em abordar esse assunto se faz por saber que a disponibilidade de ferramentas está relacionada diretamente à gestão de riscos, que tem por sua vez que se precaver para que não haja falhas na operação e que sempre se mantenha a integridade dos operadores.

A competitividade cada vez mais crescente dos mercados vem fazendo com que as organizações busquem cada vez mais possibilidades que ofereça sucesso ao seu negócio, buscando sempre soluções diferenciadas que possam garantir vantagem competitiva sobre a concorrência. Com esse intuito, o gerenciamento de riscos vem apresentando grande importância no contexto empresarial.

De acordo com o Guia PMBOK (2008), o gerenciamento de riscos do projeto inclui os processos de planejamento, identificação, análise, planejamento de respostas, monitoramento e controle de riscos de um projeto. Tem como objetivo aumentar a probabilidade e o impacto dos eventos positivos e reduzir a probabilidade e o impacto de eventos negativos na operação.

O gerenciamento de riscos pode ser definido como o processo de identificação, avaliação e priorização de riscos. Faz necessária a aplicação coordenada recursos para minimizar, monitorar e controlar o impacto de eventos indesejáveis (HUBBARD, 2009).

Basicamente, o gerenciamento de riscos se trata de um conjunto de técnicas com o intuito de reduzir ao mínimo possível os riscos existentes em qualquer tipo de atividade, enfocando o tratamento aos riscos que possam causar danos pessoais, ao meio ambiente e a imagem da empresa.

Com esse propósito surge uma dúvida. O que é necessário para que o gerenciamento de riscos obtenha sucesso?

Na hipótese de encontrar uma solução para essa pergunta foi feito uma análise crítica sobre os doze artigos pesquisados, podendo assim identificar metodologias e ferramentas utilizadas incomumente apesar de se tratarem de empresas distintas e processos diferentes. Os métodos e ferramentas utilizadas na exploração desses estudos de caso foram: Análise de Riscos, Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), Check List, Análise de Operabilidade de Perigos (HAZOP), Análise Preliminar de Riscos (APR), Gestão de Riscos, Análise dos Modos Falha e Efeitos (FMEA), RULA e GUT (Gravidade, Urgência e Tendência).

Tendo esse ponto de partida pode-se considerar que o fato do gerenciamento de risco ser abrangente em todas as atividades operacionais é indispensável o envolvimento e capacitação de pessoas que estão ligadas diretamente no ambiente de trabalho. Isso pode garantir o maior sucesso na implantação dessas ferramentas e métodos.

Com base na problemática apresentada o objetivo geral deste expõe a necessidade de se implantar um sistema efetivo de gerenciamento de risco podendo assim garantir a segurança dos colaboradores, podendo ter um maior aproveitamento produtivo de pessoas e processos, já que a otimização do processo é um fator fundamental para o sucesso da organização. De maneira a se atingir esse objetivo, é necessário efetuar a interligação das ferramentas para que sejam realizadas ações preventivas que promovam a redução ou eliminação dos riscos que podem ser identificados na operação.

Em tempos de globalização e aumenta da competitividade, o sucesso de um projeto torna-se cada vez mais crítico para o desempenho dos negócios e, mesmo assim, os projetos, em geral, ainda apresentam atrasos, ultrapassam o orçamento previsto e até fracassam. Contudo, as ferramentas e técnicas do gerenciamento de riscos não são muito usadas, apesar de sua grande utilidade. Ao mesmo tempo, nota-se que quando as praticas do gerenciamento de riscos são utilizadas no gerenciamento de projetos, as perspectivas de sucesso aumenta. Ainda, observa-se uma melhor união entre as metas de orçamento e prazo, na performance do produto e sua especificação. (RAZ; SHENHAR; DVIR, 2002).

A necessidade de gerenciar riscos ocorre principalmente da constatação de que a quantidade e a diversidade dos riscos de projeto excedem o montante de recursos alocados para neutralizar todos esses riscos durante a execução do projeto. É necessário que o gerenciamento se torne integrado ao nível estratégico e ao operacional.

Consequente, a justificativa deste projeto se dá pela identificação de aproveitamento de ferramentas distintas que podem ser trabalhadas juntas para o alcance do mesmo objetivo e assim, que possa ser destacado a importância da implantação destas ferramentas com o intuito de fornecer segurança como forma de aumentar as possibilidades de sucesso de uma operação.

O benefício que esse projeto expõe aos leitores é de possibilitar um melhor conhecimento na área de gerenciamento de riscos, podendo fazer a aplicação dessa metodologia em casos reais na busca de melhoria de segurança, diminuição de riscos e na otimização do processo.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gestão de Riscos

Com um cenário composto por constantes mudanças e com a economia interligada, onde um fato ocorrido em determinada parte do mundo pode impactar na empresa, a gestão de risco aparece com uma alternativa ao gestor para auxiliar na tomada de decisão. As informações fornecidas e utilizadas em uma gestão de risco permitem ao gestor tomar uma decisão fundamentada em dados extraídos do ambiente interno e externo o que possibilita

uma tomada de decisão mais correta.

O gerenciamento de riscos tem como objetivo aumentar a probabilidade e o impacto dos eventos positivos e reduzir a probabilidade e o impacto dos eventos negativos. Todo projeto contém um pouco de incerteza. O papel da Gestão do Risco é tratar desta incerteza, resolvê-la, compreendendo a sua influência no projeto. De acordo com o Guia PMBOK (2008), os objetivos do gerenciamento de riscos do projeto são aumentar a probabilidade e o impacto dos eventos positivos e diminuir a probabilidade e o impacto dos eventos adversos do projeto.

A gestão de riscos define uma forma de lidar com imprevistos que ocorrem em projetos, fazendo com que cenários futuros fiquem dentro de uma faixa aceitável de risco. Também cita algumas razões da importância de gerenciar os riscos, bem como (VENÂNCIO, 2010):

- a) Está presente em todos os níveis gerenciais;
- b) Dá visibilidade acerca das incertezas inerentes a um projeto;
- c) Justifica o projeto;
- d) Diminui a tendência de otimismo extremo;
- e) Todo projeto possui riscos;
- f) Gerencia de riscos é um investimento para o futuro;
- g) Conhecimento e percepção dos riscos permitem o foco nos pontos mais críticos;
- h) Melhora a previsão e o controle.

O risco de um projeto tem origem na incerteza. Os riscos conhecidos são os que foram identificados e analisados, possibilitando o planejamento de respostas no caso de ocorrência. Estas respostas refletem o equilíbrio da organização entre correr riscos e evitar riscos e podem refletir imediatamente no sucesso do projeto (PMBOK, 2010).

2.2 Análise de Riscos

A gestão da qualidade possui como aspectos generalistas, os princípios da melhoria contínua dos processos, produtos e serviços. E, para o processo de melhoria contínua, a análise do risco tem extrema relevância na mitigação e tratamento de problemas com foco no controle das probabilidades de ocorrência dos acontecimentos e mitigação dos efeitos que venham de algum modo prejudicar, caso ocorram, ao longo dos processos e serviços.

De acordo com Belasco (2011), para que se tenha êxito no gerenciamento de riscos, é necessário que antes se realize uma análise de riscos visando à prevenção de perdas e a redução de riscos. Para isso deve-se utilizar uma metodologia que se adapte às circunstâncias e aos resultados esperados. Os riscos mudam de acordo com o passar do tempo, por isso o processo para identificação dos riscos requer uma metodologia contínua.

2.3 Análise Preliminar de Riscos

Trata-se de uma análise onde se identificam eventos indesejáveis, suas causas, consequências, modos de detecção e salvaguardas. A análise é centrada na identificação dos riscos existentes para as pessoas, o meio ambiente, o patrimônio, a continuidade operacional e a imagem da empresa. Para isso são consideradas possíveis falhas de sistemas, equipamentos, operações e seus respectivos impactos. É uma ferramenta utilizada na fase inicial de concepção e desenvolvimento de atividades e na determinação dos riscos que possam existir.

Uma análise abrangente da APR deve ser capaz de eliminar ou controlar os riscos de processo Segundo Sherique (2011), a elaboração de uma APR passa por algumas etapas básicas

- a) Revisão de problemas conhecidos: a busca por analogias ou similaridades com outros sistemas;
- b) Revisão da missão a que se destina: atentar aos objetivos, exigências de desempenho, principais funções e procedimentos, estabelecer os limites de atuação e delimitar o sistema;
- c) Determinação dos riscos principais: apontar os riscos com potencialidade para causar lesões diretas imediatas, perda de função, danos a equipamentos e perda de materiais;
- d) Revisão dos meios de eliminação ou controle de riscos: investigar os meios possíveis de eliminação e controle de riscos, para estabelecer as melhores opções compatíveis com as exigências do sistema;
- e) Analisar os métodos de restrição de danos: encontrar métodos possíveis e eficientes para a limitação dos danos gerados pela perda de controle sobre os riscos;
- f) Indicação de quem levará a sério as ações corretivas e/ou preventivas: Indicar responsáveis pela execução de ações preventivas e/ou corretivas, designando também, para cada unidade, as atividades a desenvolver.

2.4 Análise dos Modos Falha e Efeito

A Análise dos Modos Falha e Efeito (FMEA) tem por objetivo identificar falhas potenciais em sistemas, projetos, processos ou serviços, bem como seus efeitos e causas e a partir disso, definir ações para reduzir ou eliminar o risco associado a essas falhas

A Análise de Modos de Falha e Efeitos é uma análise aprofundada que permite identificar e explorar os modos de falha individuais de equipamentos ou componentes de um sistema, ou seja, as maneiras pelas quais esses elementos podem falhar, além de propiciar um estudo das causas e os efeitos que poderão originar-se devido a tais falhas (MATOS, 2009).

Esta metodologia pode ser aplicada tanto no desenvolvimento do projeto do produto como do processo. As etapas e a maneira de realização da análise é a mesma, ambas diferenciando-se somente quanto ao objetivo. Assim as análises FMEA's são classificadas em dois tipos:

- **FMEA DE PRODUTO:** são consideradas as falhas que poderão ocorrer com o produto dentro das especificações do projeto. O objetivo desta análise é evitar falhas no produto ou no processo decorrentes da elaboração do projeto.
- **FMEA DE PROCESSO:** são consideradas as falhas no planejamento e execução do processo, ou seja, o objetivo desta análise é evitar falhas do processo, tendo como base as não conformidades do produto com as especificações do projeto.

A FMEA pode ainda ser vista como uma ferramenta que segue os princípios da gestão da qualidade total, que tem como objetivo avaliar e minimizar os riscos de um produto ou processo, recorrendo à análise das possíveis falhas e implementação de ações corretivas para melhorar a fiabilidade e qualidade do produto ou processo, procurando aumentar a satisfação e a fidelização dos clientes (Santos A. C., 2011).

O processo aponta os itens que podem vir a falhar. A avaliação desses itens é realizada por equipe capacitada, antes de iniciar a produção e ao longo da vida útil do produto. A equipe deve contar com um engenheiro responsável pelo projeto juntamente com colaboradores de setores diversos (materiais, montagem, manufatura, qualidade, manutenção, etc.).

2.5 Programa de prevenção de riscos ambientais (PPRA)

O programa trata da organização, planejamento e execução de atividades relacionadas aos riscos ambientais que possam causar danos à saúde e à integridade física dos trabalhadores. O objetivo do PPRA é preservar a saúde e a integridade dos trabalhadores através da antecipação, reconhecimento, avaliação e consequente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir nos locais de trabalho, levando-se em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais, conforme estabelece a NR – 09 (PPRA).

Na concepção de Boaventura (2009), os riscos ambientais podem ser separados em cinco grupos principais:

- **Riscos físicos:** gerados por equipamentos e condições físicas do local de trabalho.
- **Riscos químicos:** advindos das substâncias químicas encontradas nas formas líquida, sólida e gasosa, e que podem ser absorvidas pelo organismo humano.
- **Riscos biológicos:** causados por fungos, bactérias, bacilos e outros microrganismos invisíveis a olho nu.

- **Riscos ergonômicos:** originados pela disfunção entre o posto de trabalho, os equipamentos utilizados e o trabalhador.
- **Riscos de acidentes:** originados pelo processo produtivo e condições do ambiente de trabalho.

Todos os trabalhadores devem conhecer as suas tarefas e os riscos a elas inerentes para que trabalhem com segurança. Os treinamentos são condições básicas para o exercício de qualquer função.

2.6 Hazard and Operability Studies (HAZOP)

O HAZOP tem como característica essencial, de acordo com McKay et al. (2011), rever todos os desenhos e/ou procedimentos de processo em uma série de reuniões, durante as quais uma equipe multidisciplinar utiliza um protocolo definido para avaliar metodicamente o significado dos desvios da intenção de projeto e seja capaz de fornecer uma solução para o tratamento do risco.

O estudo tem o objetivo de identificar, através de uma revisão sistemática, se os desvios em relação aos objetivos de operação e de projeto podem ocasionar consequências indesejadas. Possui o intuito de identificar os perigos e, com as medidas propostas, minimizar ou eliminar completamente as potenciais fontes de risco.

O método HAZOP é melhor empregado na etapa de detalhamento de projeto, devido as deficiências e a possibilidade de tratamento de todas as formas de desvios já que o diagrama completo do processo pretendido ainda esta disponível, e é mais fácil de alterá-lo. É desenvolvido por uma equipe, composta de vários especialistas, com experiência no sistema em estudo. Geralmente nas reuniões participam representantes das áreas de processo, pesquisa e operação. A conclusão do método pode demorar dias, semanas ou meses, dependendo da complexidade e do número de circuitos ou nós do sistema em análise.

KLETZ (1984), afirma ainda que “é impossível eliminar qualquer perigo sem antes ter o conhecimento do mesmo, o que pode ser detectado pelo HAZOP”. As grandes vantagens desta técnica são sua forma estruturada e a utilização de trabalhos em equipe envolvendo os aspectos de motivação e criatividade.

2.7 Ovako Working Posture Analysing System (OWAS)

O método OWAS tem como principal objetivo analisar as posturas de trabalho que se apresentam inadequadas, identificar as posturas mais prejudiciais e ainda identificar as regiões que são mais atingidas. Este método possibilita o estudo e a avaliação da postura do colaborador durante o ciclo de trabalho, podendo ser uma ferramenta para o planejamento e desenvolvimento de um novo método ou posto de trabalho, para estudos ergonômicos e de saúde ocupacional.

No método OWAS, a atividade pode ser subdividida em várias fases e, posteriormente, categorizada para a análise das posturas no trabalho. Na análise das atividades, aquelas

que exigem levantamento manual de cargas são identificadas e categorizadas de acordo com o esforço imposto ao trabalhador. O método é um dos mais simples de observação da análise postural, pois requer pouco tempo para se realizar a observação.

Guimarães e Portich (2002) descrevem o método OWAS como uma ferramenta de amostra que possibilita catalogar as posturas combinadas entre costas, pernas, braços, considerando ainda as forças exercidas, determinando o efeito resultante sobre o sistema musculoesquelético, possibilitando o exame do tempo relativo gasto em uma postura específica para cada região corporal.

O OWAS demonstra benefícios no monitoramento de tarefas que impõem constrangimentos, possibilitando identificar as condições de trabalho inadequadas e ao mesmo tempo indicar as regiões anatômicas mais acometidas.

2.8 Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Segundo Stanton (2005) este procedimento foi desenvolvido de uma forma parecida com o método OWAS, porém para avaliar pessoas expostas a posturas que contribuam para distúrbios de membros superiores. O RULA usa observações adotadas pelos membros superiores, como pescoço, costas e braços, antebraços e punhos. Esse método avalia a postura, força e movimentos associados com tarefas sedentárias, como por exemplo, trabalho com computador. As quatro principais aplicações do RULA são:

- Medição de risco músculo-esquelético, usualmente como parte de uma ampla investigação ergonômica;
- Comparação do esforço músculo-esquelético entre design da estação de trabalho atual e modificada;
- Avaliar resultados como produtividade ou compatibilidade de equipamentos;
- Orientar trabalhadores sobre riscos músculo-esqueléticos criados por diferentes posturas de trabalho.

Devido à facilidade e confiabilidade dos resultados obtidos, esse método é bastante utilizado na análise ergonômica de posturas, atividades e postos de trabalho.

O método RULA é baseado em uma avaliação dos membros superiores e inferiores, para tanto o corpo foi dividido em dois grupos, A e B. O grupo A é constituído pelos membros superiores (braços, antebraços e punhos). Já o grupo B é representado pelo pescoço, tronco, pernas e pés. As posturas são enquadradas de acordo com as angulações entre os membros e o corpo, obtendo-se escores que definem o nível de ação a ser seguido.

O método RULA, portanto, propõe a determinação da necessidade de intervenção ou de investigações posteriores realizadas por peritos, relacionadas às posturas envolvendo o pescoço e membros superiores dos trabalhadores durante sua atividade e seus riscos observados (PAVANI, QUELHAS, 2006).

2.9 National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)

Este manual tinha como objetivo prevenir ou reduzir a ocorrência de dores causadas por levantamento manual de cargas e para isso foi desenvolvida uma equação (equação de NIOSH) para calcular o peso limite recomendável em tarefas repetitivas de levantamento de cargas.

Segundo Andrés, Palmer e Guarch (2008), esta equação estabelece os limites de cargas admissíveis em função dos tipos de tarefas, caracterizados pelas posições de partida e destino da carga, assim como pela frequência de levantamento da carga e a porcentagem de jornada de trabalho empregada nas tarefas de elevação de cargas. O método estabelece um limite de carga, correspondente à carga que praticamente qualquer trabalhador são pode levantar durante a jornada de 8 horas, sem que possa aumentar o risco de lesões da coluna vertebral.

Com a aplicação da NIOSH os analistas conseguem calcular a carga ideal para determinada função, prevenindo o trabalhador de possíveis lesões decorrentes de levantamento de cargas excessivas. Apresenta uma limitação que é a aplicação em cargas estáticas.

De acordo com esta última revisão, a equação do NIOSH para o levantamento de cargas determina o limite de peso recomendado (LPR), a partir do produto de sete fatores. Esta equação pode ser escrita da seguinte forma: $LPR = 23 \times CH \times CV \times CD \times CA \times CF \times CM$. Sendo: CH – coeficiente de distância horizontal; CV – coeficiente de altura; CD – coeficiente de deslocamento vertical; CA – coeficiente de assimetria; CF – coeficiente de frequência; CM – coeficiente de pega (manuseio).

2.10 Metodologia GUT - Gravidade, Urgência e Tendência

A ferramenta GUT é muito utilizada pelas empresas para priorizar os problemas que devem ser atacados pela gestão, bem como para analisar a prioridade que certas atividades devem ser realizadas e desenvolvidas (PERIARD, 2011).

Solução de problemas, estratégias, desenvolvimento de projetos, tomada de decisões, a matriz GUT é utilizada para todas essas questões. A grande vantagem em se utilizar a Matriz GUT é que a mesma auxilia o gestor a avaliar de forma quantitativa os problemas da empresa, tornando possível priorizar as ações corretivas e preventivas.

Esta metodologia pode ser classificada como:

- **Gravidade:** Diz quanto o peso da dificuldade analisada caso ela venha a ocorrer. Analisa-se diante certas características, tais: tarefas, pessoas, resultados, processos, organizações etc. estudando os resultados a médio e longo prazo, se antes não for solucionado;
- **Urgência:** A quantidade de tempo que se tem ou necessita para resolução da tarefa. Se grande a urgência, menor é o tempo disponível para sanar tal proble-

ma. Recomenda-se o questionamento: “A solução desta causa pode aguardar ou necessita ser feita de imediato?”;

- **Tendência:** Refere-se à possibilidade de aumento do problema, a circunstância da questão crescer ao decorrer do tempo. É recomendado questionar: “Caso não solucione tal problema logo, o mesmo piorará aos poucos ou bruscamente?”.

3 | METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste projeto utilizou-se artigos encontrados na internet de autores que aplicaram ferramentas precisas e eficazes para ter uma maior excelência no gerenciamento de riscos. No total foram pesquisados 12 artigos distintos buscando assim o respaldo teórico científico para a elaboração desta pesquisa. Os artigos têm por incomum o foco prevenir os impactos causados devido à falta de preparo das empresas em relação aos riscos que os colaboradores e processos estão expostos.

As pesquisas desenvolvidas foram baseadas em diversas empresas de seguimentos diferentes que apontam o quão é útil o gerenciamento de risco independente do tipo de produção em que a empresa se envolve. Percebe-se que a unificação de ferramentas e métodos diferentes pode agregar um grande valor para o alcance da melhoria continua.

Foi realizado um levantamento bibliográfico acerca do tema proposto, focalizando em leituras de artigos pertinentes ao curso de Engenharia de Produção. Para elaboração deste projeto interdisciplinar embasamos em uma instituição que é referencia em publicação de artigos, como por exemplo, ABEPRO (Associação Brasileira de Engenharia de Produção).

Para atingir o objetivo da pesquisa, buscou-se relacionar a efetividade do Gerenciamento de Riscos na prática como visto nos estudos de casos mencionados.

4 | RESULTADO E DISCUSSÃO

Verificou-se, que com aplicação e desenvolvimento contínuo do Gerenciamento de Riscos podemos aumentar a produtividade dentro de um posto de trabalho e prevenir a saúde física e mental do colaborador diminuindo o índice de absenteísmo na empresa.

As ferramentas e metodologias como: Análise Preliminar de Risco (APR), Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) e Check List, proporciona o levantamento de informações necessárias para identificar os principais gargalos e consequentemente mitiga-los aderindo ao um plano de ação.

Outros métodos como: HAZOP, OWAS, NIOSH, FMEA, RULA e GUT, buscam analisar e posteriormente identificar os riscos na prática das atividades. Além disso, eles podem ser usados de forma preventcionista podendo assim anular um risco antes que ele seja visto e vivido na prática.

Tendo esse ponto de partida a prevenção de risco é o melhor caminho para que não haja situações inesperadas podendo ocasionar um impacto negativo perante aos resultados da organização

Dentre os agravos ocasionados pela falta de prevenção de riscos a improdutividade de um posto de trabalho e a saúde dos colaboradores são os mais críticos. Os diagnósticos encontrados propõem em ações que podem ser seguidos para minimizar esses agravos, sendo elas: Utilização adequada de EPI's; Elaboração de instruções para determinadas atividades; Limpeza e conservação do local de trabalho; Adequação de máquinas, equipamentos e condições de trabalho; Treinamentos; Auditorias periódicas; Cumprimento de Normas Regulamentadoras; Descansos periódicos; Ginástica laboral.

5 | CONCLUSÕES

As metodologias e ferramentas analisadas, embora tenham algumas particularidades, acabam possuindo a mesma maneira de serem trabalhadas: a partir de um planejamento do gerenciamento dos riscos seguido da identificação dos riscos e de sua análise, elabora-se ações com o intuito de proteger o projeto destes problemas e, posteriormente, decide-se qual das metodologias/ferramentas será a melhor a ser utilizada para que se reduza ou extingue os riscos identificados.

O gerenciamento de riscos realizado de forma eficaz colaborará com uma maior probabilidade de sucesso do projeto, pois quanto mais identificados forem os riscos e ações que devem ser estabelecidas, mais segurança e credibilidade transmitirá a empresa.

REFERÊNCIAS

ANACLETO, Cristiane A.; PALADINI, Edson P. **MODELO PARA AVALIAÇÃO DE RISCOS FÍSICOS EM LOCAIS DE PRODUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO**. 2011. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STP_138_873_18804.pdf>. Acesso em: 01/09/2018.

BELASCO, Fábio Gledson. **Gerenciamento de Riscos, técnicas de análise de riscos**. Material de apoio – Notas de aula. PUCPR, 2011.

CAPELETTI, Ben Hur Giovanni M. *et al.* **APLICAÇÃO DO MÉTODO RULA NA INVESTIGAÇÃO DA POSTURA ADOTADA POR OPERADOR DE BALANCEADORA DE PNEUS EM UM CENTRO AUTOMOTIVO**. 2015. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_209_238_27505.pdf>. Acesso em: 06/09/2018.

CORDEIRO, Edineia C. de Freitas. *et al.* **ANÁLISE DE RISCO NA ATIVIDADE DE TESTE HIDROSTÁTICO EM TUBULAÇÃO ENTERRADA**. 2014. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_198_123_24540.pdf>. Acesso em: 06/09/2018.

DA SILVA, Ricardo L. Alves. **ANÁLISE DE RISCOS EM CALDEIRAS UTILIZANDO A TÉCNICA HAZOP**. 2014. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_198_123_25623.pdf>. Acesso em: 01/09/2018.

FERREIRA, Ivanilda A. *et al.* **ANÁLISE DE RISCO DO TRABALHO: UM ESTUDO DE CASO ENVOLVENDO UM OPERADOR DE TORNO CNC.** 2017. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_241_399_34802.pdf>. Acesso em: 06/09/2018.

FIGUEIREDO, Livia Cavalcanti; FIGUEIREDO, Moacyr A. Domingues; Lima, Gilson B. Alves. **GESTÃO DE RISCOS NA MOVIMENTAÇÃO MANUAL DE CARGA: UMA APLICAÇÃO DA NORMA ABNT NBR ISO 31000.** 2012. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_TN_STP_160_935_20404.pdf>. Acesso em: 01/09/2018.

HUBBARD, Douglas W. **The failure of risk management: Why it's broken and how to fix it.** 1 ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2009.

JUNIOR, Edson J. P. de Miranda; CUTRIM, Sergio Sampaio. **ANÁLISE DE RISCO APLICADA À SEGURANÇA DO TRABALHO NA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO E GÁS.** 2013. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STP_180_028_22911.pdf>. Acesso em: 01/09/2018.

KLEMB, Jesse. *et al.* **NÍVEIS DE RUÍDO E CONDIÇÕES ERGONÔMICAS EM POSTOS DE TRABALHO DE COLHEITA FLORESTAL.** 2011. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STP_138_876_18456.pdf>. Acesso em: 25/08/2018.

KULKAMP, Indianara C.; DA SILVA, Edson L. **SEGURANÇA NO TRABALHO EM ALTURA NA MONTAGEM DE ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS – ESTUDO DE CASO.** 2014. Disponível em: < <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/2961/1/INDIANARA%20C.%20KULKAMP%20-%20Prof%20Edson%20Luiz.pdf>>. Acesso em: 28/08/2018.

OLIVEIRA, Michel Marcos de. *et al.* **ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RISCOS DE UM SISTEMA DE CALDEIRA E VASO DE PRESSÃO - ESTUDO DE CASO.** 2011. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_138_877_18237.pdf>. Acesso em: 01/09/2018.

PMI. **A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide),** Project Management Institute, 4th ed., Newton Square, PA, 2008

RAZ, Tzvi; SHENHAR, Aaron J.; DVIR, Dov. **Risk management, Project success, and technological uncertainty.** R & D Management, v.32, n. 2, p 101-109, 2002.

SANTOS, Mary H. R. dos Santos. *et al.* **ANÁLISE DE POSTURA E CARGA ATRAVÉS DOS MÉTODOS OWAS E NIOSH EM UMA FÁBRICA DE SORVETES NO SUL DO BRASIL.** 2013. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_180_027_22719.pdf>. Acesso em: 01/09/2018.

SILVA, Robert Guimarães. *et al.* **IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS DO POSTO DE TRABALHO DO FORNEIRO EM UMA INDÚSTRIA CERÂMICA DE IMPERATRIZ / MA.** 2009. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STP_094_637_13229.pdf>. Acesso em: 25/08/2018.

CAPÍTULO 18

ANÁLISE DOS RISCOS FÍSICOS: RUÍDO E VIBRAÇÃO EM MOTOCOVEADOR MANUAL

Data de aceite: 01/03/2021

José Antonio Poletto Filho

Centro Universitário Eurípides de Marília –
UNIVEM

Joao Eduardo Guarnetti dos Santos

Universidade Estadual Paulista – UNESP

RESUMO: O presente estudo buscou descrever a atividade dos profissionais que utilizam motocoveador manual, considerando para este fim: a metodologia do trabalho, as alterações na legislação e a intensidade dos agentes físicos: ruído e vibração. Com este objetivo, surgiu a necessidade de responder ao seguinte problema de pesquisa: qual a efetividade das normas de segurança no trabalho na proteção do trabalhador ao manusearem equipamento que geram ruído e vibração? A pesquisa tem como justificativa o conhecimento e reconhecimento das lesões provocadas pelo agente analisado. Concluiu-se que os níveis dos agentes em foco estão acima dos limites preconizados pela legislação.

PALAVRAS-CHAVE: Segurança no trabalho, insalubridade, agentes físicos, perfurador de solo.

ANALYSIS OF PHYSICAL RISKS: NOISE AND VIBRATION IN MANUAL GROUND DRILLER

ABSTRACT: The present study sought to describe the activity of professionals using manual ground driller, considering for this purpose: work methodology, changes in legislation and intensity of physical agents: noise and vibration. To this end, the need to respond to the following research problem has arisen: what is the effectiveness of occupational safety standards in protecting workers when handling equipment that generates noise and vibration? The research has with justification the knowledge and recognition of the lesions provoked by the analyzed agent. It was concluded that the levels of agents in focus are above the limits recommended by the legislation.

KEYWORDS: Safety at work;, unhealthy by noise and vibration, physical agents, soil boring machine.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo Casagrande (2015) a legislação referente à Higiene, Segurança e Medicina no trabalho são matérias de ordenamento jurídico constitucional, direito social dos trabalhadores segundo os quais estes devem exercer suas funções em um ambiente seguro e salubre, sendo que o empregador deverá providenciar medidas necessárias para eliminar os riscos provenientes da atividade conforme inciso XXII do art. 7º da Constituição Federal que preconiza a redução dos riscos inerentes ao trabalho, por

meio de normas de saúde, higiene e segurança. Os artigos 196º a 200º da carta constitucional inferem que a saúde é um direito de todos e dever do Estado, ainda no seu artigo 6º garante o direito à saúde, trabalho, segurança e à previdência social, desta forma é dever do estado a regulamentação, fiscalização e controle, dos ambientes laborais. Já a Magna Carta também assegura o direito ao meio ambiente de trabalho equilibrado, por meio da utilização de técnicas, métodos e substâncias que não impliquem em risco para a vida dos que ali labutam. Já a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), nos seus artigos 154º a 201º, com redação da Lei 6.514/77 que trata das Normas Regulamentadoras relativas à Segurança e Medicina no Trabalho, impõem a responsabilidade pela fiscalização ao Poder Público, portanto não há discussão quanto à responsabilidade deste em fiscalizar e exigir o cumprimento das normas referentes à qualidade dos ambientes de trabalho, e a obrigação das empresas em se adequarem às Leis e Portarias publicadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego (GARCIA, 2010).

Recentemente a Lei nº13.467, aprovada em 13 de Junho de 2017, trouxe diversas alterações à CLT. Uma delas diz respeito ao adicional de insalubridade, um instrumento que integra o sistema geral de proteção ao trabalhador, e que segundo Porto (2017), está em desacordo com a Convenção 155 da OIT, que trata das medidas de proteção adequadas quanto aos agentes e as substâncias químicas, físicas e biológicas no ambiente de trabalho.

Vibração: as alterações introduzidas em Agosto de 2014 pela Portaria nº 1.297, que trata da nova legislação sobre a Vibração e altera a Norma Regulamentadora nº9 (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais) no Anexo n.º 8, pode não surtir o efeito previamente almejado. As alterações proposta pela referida portaria são: 1º - Inclusão do Anexo 1 (Vibração) no Programas de Prevenção de Riscos Ambientais; 2º - Alterado o Anexo 8 (Vibração) da Norma Regulamentadora n.º 15 – Atividades e Operações Insalubres; 3º - O item 2.3 do Anexo 1 – Vibração do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais somente será válido para ferramentas fabricadas um ano após a publicação deste anexo, sem prejuízo das obrigações já estabelecidas em outras normas oficiais vigentes.

Assim sendo, antes da publicação dessa portaria não havia parâmetros para determinar se uma atividade era insalubre ou não em decorrência das atividades com vibração, e com o surgimento deste novo enfoque a insalubridade por vibração passa a ser caracterizada da seguinte maneira: exposição ocupacional diária a Vibração de Mãos e Braços (VMB) correspondente a um valor de Aceleração Resultante de Exposição Normalizada (aren) de 5 m/s². As situações de exposição à Vibração de Mãos e Braços superiores aos limites de exposição ocupacional são caracterizadas como insalubres em grau médio.

RUÍDO: As máquinas agrícolas em geral expõem os trabalhadores a níveis de ruído acima do permitido pela legislação, conforme a Norma Regulamentadora nº 15 da portaria 3.214 DE 1978 (SANTOS, 2004).

De acordo com Delgado, (1991) os níveis de ruídos que estejam no intervalo de 65 a 85 dB (A), causa efeitos psíquico fisiológicos no trabalhador agindo no sistema nervoso, podendo causar aumento da pressão sanguínea e de batimentos cardíacos, interferindo com o sono, a pressão arterial, causando stress. De acordo com Mendes (2005) normalmente ruído é definido como um som indesejável, já a NIOSH (1998) define ruído como um som errático, intermitente ou com oscilação estaticamente aleatória. Segundo a NIOSH (1996) perda auditiva ocupacional é um dos problemas os mais importantes da atualidade, afetando trabalhadores na indústria, construção civil, transporte, agricultura, entre outras atividades.

No estudo em tela foi discutido o ordenamento jurídico referente à legislação trabalhista, especificamente quanto aos agentes físicos: ruído e vibração, e a efetiva proteção ao trabalhador refletindo na melhoria das condições de trabalho e a diminuição das doenças e lesões causadas por este.

2 | JUSTIFICATIVA

Segundo Saliba (2014) o agente físico: vibração, não é tão estudado quando comparado com os outros agentes, mas a sua ocorrência nos locais de trabalho é frequente e seus efeitos sobre o trabalhador considerável, sendo desta forma o seu conhecimento, avaliação e controle muito importante, já o ruído, apesar de ser um agente mais estudado e conhecido pode trazer severas consequências para o trabalhador exposto.

3 | OBJETIVO

A proposta deste trabalho foi analisar a exposição aos agentes físicos: ruído e vibração que estão expostos os trabalhadores que utilizam perfurador de solo motorizado ou também denominado de motocoveador manual, e a evolução da legislação referente aos limites de tolerância encontrados no ordenamento jurídico brasileiro referente à saúde e segurança no trabalho, especificamente na Norma Regulamentadora nº 15 – Atividades e Operações Insalubres, anexos: 1 e 8.

4 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As atividades profissionais que exponham os trabalhadores a níveis excessivos de vibração transmitida ao sistema mão-braço têm provocado consequências e efeitos funestas à saúde dos obreiros o que acaba por culminar em enfermidades denominadas por Síndrome de Reynolds (MENDES, 2005).

Considerando agora que a expansão da fronteira agrícola nacional foi acompanhada do aumento da mecanização no campo, forçada principalmente pela exigência de produtividade, neste sentido vários equipamentos tornaram-se presentes neste ambiente

de trabalho, aumentando desta forma a preocupação com os operadores destas máquinas agrícolas, sujeitos aos riscos inerentes da operação destes equipamentos (EUCLIDES, et al, 2012). Entre estes riscos tem-se o ruído e a vibração, foco deste trabalho.

Para Vendrame (2005) a vibração provoca vários efeitos no trabalhador, dos quais cita: perda de equilíbrio, alteração do sistema cardíaco, efeitos psicológicos, distúrbios visuais, efeitos no sistema gastrointestinal, comprometimento de alguns órgãos e degeneração gradativa do tecido muscular e nervoso.

Ainda segundo o mesmo autor (2009), a eliminação da vibração é praticamente impossível, haja vista que todos os equipamentos mecânicos sempre produzem vibração em alguma frequência, assim sendo é importante procurar meios de mitigar os efeitos oriundos deste agente.

Segundo OSHA (2005), a Agência Europeia para a Segurança e a Saúde no Trabalho, a exposição dos trabalhadores a níveis de ruído, acima dos limites de tolerância além da perda de audição pode agravar o estresse, causar problemas gástricos, insônia, impotência sexual, depressão, aumentando o risco de acidentes.

Desta forma, medidas protetivas para o controle do agente em questão devem ser adotadas na tentativa de se evitar o potencial de risco à saúde do trabalhador (SOEIRO, 2011). Ainda o mesmo autor comenta que as medidas adotadas podem ser de caráter construtivo, consideradas com proteção coletiva (projeto da máquina), caráter organizacional (reorganização do trabalho) e a o fornecimento de Equipamento de Proteção Individual.

Vibração: Os distúrbios vasculares observados em indivíduos expostos a vibrações de mãos e braços foram observados pela primeira vez por Reynaud (1969) em 1862 e foi descrito na obra intitulada *Local Asphyxia and Symmetrical Gangrene of the Extremities*. Pesquisadores italianos, em 1911 descreviam a síndrome da vibração nos trabalhadores que operavam marteleiros, correlacionando com o fenômeno de Reynaud (VENDRAME 2005).

Ainda segundo Vendrame (2005) um estudo realizado no ano de 1918 foi descrito em trabalhadores que utilizavam marteleiros na atividade de mineração uma anemia das mãos denominada de síndrome da vibração também associada à utilização de motosserras no trabalho florestal.

No Brasil a Portaria nº 1339 (1999), do Ministério da Saúde, considera as vibrações localizadas como agentes de risco de natureza ocupacional.

Conforme define Lida (2005), movimento que se repete em intervalos de tempo constantes podem ser denominados de vibração, isto é, o estudo do movimento de oscilação de um corpo em torno de uma posição de equilíbrio, bem como das forças ou momentos a ele associadas. Já para Mendes (2005) a vibração é uma grandeza vetorial e, portanto com magnitude, direção e sentido, desta forma além destas variáveis outras devem ser levadas em consideração quando se trata de vibração localizada: área de contato com a vibração, força de contato, postura do dedo, mão ou braço e temperatura.

A vibração é um fenômeno natural presente em todos os corpos existentes, desta forma o corpo humano também possui uma vibração natural e quando coincide com a frequência do equipamento utilizado pelo trabalhador, implica em amplificação do movimento oscilatório, sendo assim a energia vibratória é absorvida pelo organismo devido a atenuação promovida pelos tecidos e órgãos (VENDRAME, 2005).

Regazzi e Ximenes, (2005) comentam que a sensibilidade a vibrações é diferente, dependendo do eixo cartesiano adotado: vibrações longitudinais, ao longo do eixo z, da coluna vertebral é distinta da sensibilidade transversal, eixos x ou y, ao longo dos braços ou através do tórax, sendo que em cada direção, a sensibilidade varia com a frequência, assim, para determinada frequência, a aceleração tolerável é diferente daquela em outra frequência.

Segundo comenta Saliba (2014) as vibrações podem ser classificadas da seguinte forma: Vibração ocupacional de corpo inteiro - transmitidas ao corpo como um todo, geralmente por meio da superfície de suporte, tal como pé, costas, nádegas; Vibração ocupacional mão e braço ou localizada - atingem determinadas regiões do corpo do trabalhador, principalmente: mãos, braços.

A vibração pode causar desconforto intolerável, dependendo da atividade desenvolvida, desta forma os valores de conforto dependem de vários fatores, alguns até subjetivos. Desta forma a evolução da legislação referente ao agente físico em questão aconteceu a partir da Portaria MTE N° 1297 de 13/08/2014 (BRASIL, 2014). Cabe ressaltar que não havia até o ano de 2014, normatização nacional definida para o agente físico vibração, somente a partir desta data, com o advento da referida portaria a exposição ao agente pode ser definido com insalubre ou não (SALIBA, 2014).

A comprovação ou não da exposição toma por base os limites da norma: vibrações de mão e braço (FUNDACENTRO, 2013). Esta norma define e a direção do movimento, que é dada em três eixos espaciais: **x**(sagital), das costas para frente, **y** (transversal), da direita para esquerda e **z**(vertical), dos pés à cabeça (ROCHA, 2010).

A Tabela 1, retirada da Norma NHO 10, apresenta o critério de avaliação do nível de da Exposição Ocupacional a Vibrações em Mãos e Braços segundo considerações técnicas e a atuação recomendada em função da Aceleração Resultante de Exposição Normalizada (aren) encontrada na condição de exposição avaliada (FUNDACENTRO, 2013).

arem (m/s²)	Considerações	Atuação recomendada.
0 2,5	Aceitável	Nenhuma
2,5 3,5	Acima do nível de ação	Medidas preventivas.
3,55,0	Incerteza	Medidas corretivas, redução da exposição.
Acima 5,0	Acima limite de exposição	Medidas corretivas.

Tabela 1: Critério de julgamento
 Fonte: NHO 10, Fundacentro, 2013

Ainda de acordo com a norma NHO 10 (FUNDACENTRO, 2013), para determinação da vibração total transmitida ao sistema mão-braço (a_{hv}) durante a realização da atividade com o equipamento em análise é determinado de acordo com a equação I.

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2} \quad (I)$$

Onde: a_{hwx} ; a_{hwy} ; a_{hwz} são os valores das acelerações ponderadas em frequência para os eixos x , y e z , respectivamente.

Para determinação da exposição diária referente a 8 horas A(8) de trabalho utiliza-se a equação II.

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}} \quad (II)$$

Onde: T é a duração diária total da exposição às vibrações (horas ou minutos) e T_0 é duração de referência de oito horas (horas ou 480 minutos).

Ruído: Com relação ao agente físico ruído e de acordo com a norma NHO 01 da Fundacentro (2001) para fins de comparação com o limite de tolerância (Tabela 2) deve-se determinar o nível de exposição normatizado, por meio da equação III.

$$NEN = NE + 10 \log \frac{T_e}{480} \quad (III)$$

Onde: NEN é nível de exposição normatizado [dB]; NE, nível médio representativo da exposição da ocupação diária [dB]; T_e , jornada diária [min].

NEM [dB]	Tempo [min]
80	1.523,9
81	1.209,52
82	960,00
83	761,95
84	604,76
85	480,00
90	151,19
95	47,62
100	15,00
115	0,46

Tabela 2: Limite de exposição NHO 01

Fonte: NHO 01 – Fundacentro (2001)

Assim sendo a tabela acima indica resumidamente o tempo máximo diário de exposição permitida em função do nível de ruído.

Quando se considera o agente físico ruído tomando com referencia a Portaria 3.214/1978 (BRASIL, 78) especificamente a Norma Regulamentadora nº 15 no seu anexo 1: Limite de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente tem-se os níveis de exposição diária permitidos segundo a Tabela 3.

NEM [dB]	Tempo [min]
80	--
81	--
82	--
83	--
84	--
85	480
90	240
95	120
100	60
115	15

Tabela 3: Limite de exposição NR 15

Fonte: Portaria 3.214/1978, BRASIL, 1978.

Para determinação da dose (D) utiliza-se a equação IV, conforme a Norma regulamentadora n.º 15 (Brasil, 1978).

$$D = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \dots + \frac{C_N}{T_N} \quad (IV)$$

Quando o resultado exceder a unidade ($D > 1$) a exposição estará acima do limite de tolerância.

Já o Nível Médio Representativo de Exposição Diária (NE) segundo a Norma Regulamentadora nº 15 poderá ser determinado por meio da Equação V:

$$NE = 10 \log \left(\frac{480}{T_e} + \frac{D}{100} \right) + 85 \quad (V)$$

Onde: NE - Nível Médio Representativo de Exposição Diária [dB]; T_e - Tempo de Exposição do trabalhador ao ruído [min]; D – dose [%];

Ainda segundo a portaria 3.214/1978 (BRASIL, 1978) a determinação do Nível de Exposição Normalizado (NEN) é calculado por meio da equação (VI).

$$NEN = NE + 16,61 \log \left(\frac{T_e}{480} \right) \quad (VI)$$

Onde: NEN - Nível de Exposição Normalizado [dB]; NE - Nível Médio Representativo de Exposição Diária [dB]; T_e - Tempo de Exposição do trabalhador ao ruído [min].

A Portaria n.º 3.214/78 (BRASIL, 1978), na Norma Regulamentadora nº 15 define Limite de Tolerância como: “concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará dano à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral”.

5 | METODOLOGIA

Os procedimentos desta pesquisa foram submetidos ao comitê de Ética e um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi utilizado.

A crescente mecanização do setor agrícola, principalmente na pequena propriedade rural onde o agricultor que faz uso de equipamentos movidos a motor de combustão interna, vem proporcionando aumento de produtividade, eficiência e melhoria do desempenho dos serviços realizados, carrega a reboque prejuízos à saúde do operador gerados principalmente pelos riscos presentes na operação destas ferramentas. Entre estes riscos pode-se citar: ruído e vibração, risco químico proveniente dos gases de combustão e riscos ergonômicos.

O trabalho em tela não irá discutir as questões ergonômicas, nem tão pouco o risco químico, somente foi avaliando o agente físico vibração localizada, transmitida aos membros superiores dos trabalhadores e ruído na operação de motocoveador manual. Os valores encontrados foram comparados com os limites de tolerância preconizados na legislação atualmente em vigência e nas que as precederam.

Na atividade de coveamento semi-mecanizado o trabalhador deve levar o equipamento até o local de trabalho e lá se deslocar pelo terreno executando as perfurações, transportando uma massa de aproximadamente 20 kg, a situação é agravada quando considerada a elevada carga de trabalho físico, nível de ruído, exigência de posturas inadequadas, e ainda geração de ruído e vibração, estes dois últimos agentes são o foco deste trabalho.

Para realização dos ensaios foram utilizados três equipamentos motocoveadores de fabricantes diferentes com as características descritas a seguir (Tabela 4).

Equipamento	Potência (CV)	Cilindradas (cm³)	Diâmetro da broca (m)
1	2,0	52,0	0,15
2	2,0	53,0	0,20
3	2,2	51,7	0,20

Tabela 4: descrição dos equipamentos utilizados.

Fonte: Autor

O operador realizou três furos com profundidade aproximada de 0,8 m, com cada equipamento, isto é um total de nove furos, em terrenos com características semelhantes, sendo que cada perfuração teve duração de aproximadamente 120 s (2 minutos).

6 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Vibração: Para o levantamento quantitativo do agente vibração, foi realizada a medição nos três eixos ortogonais x, y e z, metodologia esta adotada pelas normas atuais para que se possa estabelecer a severidade global da vibração.

Assim sendo e considerando a importância do setor agrícola a saúde e segurança dos operadores deste tipo de equipamento, as medições foram realizadas com a utilização de um analisador de vibração com o sensor montado na empunhadura do equipamento (Figura 1).



Figura 1: montagem do sensor de vibração

Fonte: o autor

O ponto de referência das medições foi a palma da mão, área que entra em contato com a empunhadura do perfurador sendo realizada a medida da aceleração segundo os três eixos x, y e z. O equipamento utilizado para avaliar a vibração foi um acelerômetro de três eixos (X, Y & Z) HVM - 200 fabricado pela Larson Davis, que possibilita leituras simultâneas tri axial. O trabalhador procedeu a operação do equipamento com utilização de luvas e demais EPI's, e os procedimentos para o ensaio seguiram o preconizado pela norma da Fundacentro NHO 10 (2013).

Com aplicação da equação (I) determinou-se a aceleração ponderada transmitida ao sistema mão-braço (a_{hv}). Como em cada perfuração foi gerado 120 leituras, tabulou-se apenas as três mais representativas em cada eixo, apresentadas na Tabela 5. A vibração final para cada equipamento e em cada perfuração ($a_{hv}^{x,y}$), onde o índice “x” refere-se ao equipamento e o “y” à perfuração.

Equipamento 1	Primeira perfuração				Segunda perfuração				Terceira perfuração			
	a_{hwx}	a_{hwy}	$a_{h wz}$	a_{hv}	a_{hwx}	a_{hwy}	$a_{h wz}$	a_{hv}	a_{hwx}	a_{hwy}	$a_{h wz}$	a_{hv}
	13,48	5,11	4,89	15,22	10,33	4,72	10,02	27,00	11,92	7,34	16,54	16,54
	13,30	4,92	5,66	15,27	10,31	4,65	10,93	25,03	11,31	5,65	16,42	16,42
	12,57	4,80	5,70	14,62	9,61	4,80	12,23	21,92	8,65	8,90	16,74	16,74
	$a_{hv}^{1,1}$			14,99	$a_{hv}^{1,2}$			24,65	$a_{hv}^{1,3}$			16,56
Equipamento 2	Primeira perfuração				Segunda perfuração				Terceira perfuração			
	a_{hwx}	a_{hwy}	$a_{h wz}$	a_{hv}	a_{hwx}	a_{hwy}	$a_{h wz}$	a_{hv}	a_{hwx}	a_{hwy}	$a_{h wz}$	a_{hv}
	8,37	4,08	2,90	9,75	8,47	4,42	11,26	24,54	8,47	4,42	14,02	14,02
	8,01	3,86	2,75	9,31	7,27	3,35	8,057	16,81	7,70	2,30	12,72	12,72
	7,45	3,84	3,02	8,92	7,70	3,71	7,461	18,09	7,70	3,71	12,03	12,03
	$a_{hv}^{2,1}$			9,17	$a_{hv}^{2,2}$			19,44	$a_{hv}^{2,3}$			12,57
Equipamento 3	Primeira perfuração				Segunda perfuração				Terceira perfuração			
	a_{hwx}	a_{hwy}	$a_{h wz}$	a_{hv}	a_{hwx}	a_{hwy}	$a_{h wz}$	a_{hv}	a_{hwx}	a_{hwy}	$a_{h wz}$	a_{hv}
	7,17	3,46	2,60	8,37	6,57	3,55	12,87	17,76	6,57	3,55	14,88	14,88
	8,13	4,91	5,12	10,80	6,70	4,04	9,82	18,34	6,71	3,03	12,28	12,28
	8,24	5,52	4,67	10,96	6,37	3,68	10,78	16,82	7,37	4,65	13,06	15,70
	$a_{hv}^{3,1}$			10,04	$a_{hv}^{3,2}$			17,64	$a_{hv}^{3,3}$			14,28

Tabela 5: resultados tabulados segundo a equação (I)

Os valores de aceleração para cada equipamento foi determinada da mesma forma, isto é, a somatória dos valores de vibração de cada equipamento ($a_{hv}^{x,y}$) e dividindo-se Po e estão transcritas na Tabela 6.

	Equipamento 1	Equipamento 2	Equipamento 3
Vibração (m/s ²)	18,73	13,90	13,98

Tabela 6: Nível de vibração para cada equipamento

Fonte: o autor

Aplicando-se a equação (I) determinou-se a vibração total transmitida ao sistema mão-braço (a_{hv}) para equipamento e perfuração, sendo que a média das três perfurações para cada equipamento (a_{hv}^{x-y}) é: 207,19 m/s². Para determinação da exposição diária, referente às 8 horas (A(8)), utilizou-se a equação (II), considerando que o tempo efetivo de trabalho (T) foi de duas horas, os resultados estão apresentados na Tabela 7.

Equipamento	a_{hv} (m/s ²)	A(8) (m/s ²)
1	18,73	9,36
2	13,90	6,95
3	13,98	6,99

Tabela 7: resultados

Fonte: o autor

Após a aplicação das equações pertinentes, realizou-se a análise dos resultados obtidos considerando-se os valores permissíveis da vibração segundo a norma da Fundacentro NHO 10 que estipula os níveis de ação e limites de exposição para vibração total transmitida ao sistema mão-braço (a_{hv}) da exposição diária, referente a 8 horas A(8), de acordo com a Tabela 8.

Perfuração	a_{hv} (m/s ²)	a_{hv} máx.(m/s ²)	A(8) (m/s ²)
Primeira	18,73	15,27	9,36
Segunda	13,90	27,00	6,95
Terceira	13,98	16,74	6,99
Média		19,67	7,76

Tabela 8: resultado - agente físico vibração

Fonte: o autor

Foi observada variação da vibração captada pela mão do operador com pico máximo de 27,00 m/s² e exposição diária referente a 8 horas A(8) de 7,76 m/s², não atendendo ao que preconiza a norma da Fundacentro NHO 10. Considerando o nível máximo aceitável como 2,5 m/s² a utilização do motocoveador causando dano ao operador já a partir de 40 minutos de operação, superando o Limite de ação exigindo medidas preventivas.

Ruído: para as avaliações deste agente foi utilizado medidor integrador de fabricação Instrutherm (DOS - 600), sendo o microfone fixado próximo a orelha direita, conforme procedimentos propostos pela norma da Fundacentro NHO 01. Os ensaios de ruído e vibração foram realizados simultaneamente. Na Tabela 9 estão apresentados os níveis de pressão sonora projetadas para uma jornada de 8 horas, isto é, a dose de ruído (A(8)).

	Dose – A(8) %		
	Primeira perfuração	Segunda perfuração	Terceira perfuração
Equipamento 1	120,7	122,0	142,5
Equipamento 2	106,8	104,9	109,4
Equipamento 3	98,4	103,2	102,0

Tabela 9: dose de ruído

Fonte: o autor

Considerando que o limite de tolerância para o agente ruído, segundo a Norma Regulamentadora n.º 15 é 85 dB (A) para uma exposição de 8 horas, denota-se pelos dados da tabela acima que a dose diária foi suplantada em todos os ensaios o que poderá causar prejuízos à saúde do trabalhador.

71 CONCLUSÃO

As avaliações levadas a cabo e apresentadas neste artigo permitiram compreender o fenômeno da vibração e ruído em motocoveadores, onde foi possível identificar o elevado nível gerado pelo referido equipamento, indicando que o trabalhador não pode ser exposto a estes dispositivos por um período de tempo muito longo.

É importante que os fabricantes estejam atentos à norma NHO 10 da Fundacentro que estabelece os níveis de ação e limite exposição de acordo com a vibração que é transmitida ao sistema mão braço do operador, evitando prejuízo à saúde dos trabalhadores que utilizam estes equipamentos. Desta forma conclui-se que a evolução da legislação de saúde e segurança no trabalho, não é suficiente para proteger os operadores de máquinas e equipamentos, que como demonstrado, apresentam um alto nível de ruído e vibração, desta forma o tempo máximo de exposição ao agente deve ser corretamente estabelecido e obedecido para que não haja problemas com a saúde do operador. Não menos importante, são os trabalhadores que estão ao redor do operador da máquina, que devem merecer a mesma atenção, pois estão sujeitos aos mesmos agentes.

Sabe-se que o controle dos agentes estudados tem início no projeto da máquina em fatores como: facilidade de manejo, tamanho, design, massa, que devem ser estudados para mitigar os efeitos nocivos transmitidos aos operadores destes equipamentos. Do exposto no trabalho em foco conclui-se da necessidade de um processo de reengenharia do equipamento visando adequá-lo às normas de segurança e conforto. Os demais agentes e situações expostas e não abordadas no trabalho em tela devem ser consideradas para trabalhos futuros.

Finalizando deve-se considerar que os riscos da exposição a vibrações mecânicas e ruído ocupacional devem seguir o princípio da prevenção em Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho, isto é: eliminar o risco na fonte ou reduzi-lo ao mínimo.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Portaria 1339 GM de novembro de 1999, disponível em <http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/doencas_relacionadas_trabalho_2ed_p1.pdf>, acesso em junho 2017.

BRASIL, Portaria MTE nº 1297 de 13/08/2014, *Aprova o Anexo 1 - Vibração - da Norma Regulamentadora nº 9 - Programas de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), altera o Anexo 8 - Vibração - da Norma Regulamentadora nº 15 - Atividades e Operações Insalubres, e dá outras providências.*, acesso em janeiro 2018, disponível em <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=273605>>;

CASAGRANDE, R., 2015, O adicional de insalubridade: um direito constitucional trabalhista, disponível em <<https://www.direitonet.com.br/artigos/exibir/9195/O-adicional-de-insalubridade-um-direito-constitucional-trabalhista>>, acesso em janeiro/2018.

EUCLIDES Filho, K., FONTES, R. R., CONTINI, E., Campos, F. A. A., 2012, Revista Política Agrícola, Papel da ciência e da tecnologia na agricultura do futuro; disponível em <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/930906/1/Opapeldaciencia.pdf>>, acesso em janeiro 2018.

FUNDACENTRO 2013, Avaliação da Exposição Ocupacional a Vibrações em Mãos e Braços, NHO 10.

GARCIA, Gustavo Filipe Barbosa. Meio Ambiente do Trabalho e Direitos Fundamentais: Responsabilidade Civil do Empregador por Acidentes do Trabalho, Doenças Ocupacionais e Danos Ambientais. **Revista IOB Trabalhista e Previdenciária**, IOB, 2010.

IIDA, I., Ergonomia Projeto e Produção, Editora Edgard Blucher, 2005.

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO 5349) - Mechanical Vibration - Measurement and Evaluation of Human Exposure to Hand Transmitted Vibration. Part 1: General Requirements. Part 2: Practical Guidance for Measurement at the Workplace. Genebra, 2001.

MENDES, R., Patologia do Trabalho, Editora Atheneu, 2005

PORTO, Noemia, Associação Nacional dos Magistrados da Justiça do Trabalho, Direitos em Debate, Revista Cipa, n 455,

RAYNAUD, M., On Local Asphyxia And Summetrical Gangrene of The Extremities, 1969, disponível em <<http://archneur.ama-assn.org/>>, acesso em junho 2017.

REGAZZI, R. D., XIMENES, G. M., A Importância da Avaliação da Vibração no Corpo Humano, IMETRO, Rio de Janeiro, Brasil, 2005;

SALIBA, T., M., Manual Prático de Avaliação e Controle de Vibração, PPRA, 3ª Edição, Ed. LTr, 2014

Schutzer, V. M.; Santos, J. E. G.; Paschoarelli, L. C., Roçadeiras Costais Motorizadas: Análises Estatísticas Das Variáveis Ergonômicas Avaliadas, 2015, 15 °ErgoDesign

SOEIRO, N. S. Vibração e o Corpo Humano: uma avaliação ocupacional. In: 1o Workshop de vibração e acústica, 2011.

VENDRAME, A., C. Vibração Operacional. Revista Proteção. 2009.

VENDRAME, A., C., “Aposentadoria Especial: Como Elaborar O PPP E LTCAT – As novidades do Manual editado pela Resolução INSS nº 600/2017”, 2017

VENDRAME, A., C., Vibrações Ocupacionais, 2005, disponível em <http://www.higieneocupacional.com.br/download/vibracoes_vendrame.pdf>, acesso em Junho de 2017.

OSHA, 2005, O impacto do ruído no trabalho, disponível em <<https://osha.europa.eu/pt/tools-and-publications/publications/factsheets/57>>, acesso em janeiro 2019

TREINAMENTO PSICOFÍSICO LÚDICO COM ESTIMATIVA MANUAL DE PESO

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 05/12/2021

Adakrishna Sampaio Saraiva Bitencourte

Ergon R e A – Serviços de Ergonomia e
Fisioterapia Ltda
Petrópolis - RJ
<http://lattes.cnpq.br/0415697578100935>

Renata Lopes Pacheco

Ergon R e A – Serviços de Ergonomia e
Fisioterapia Ltda
Petrópolis – RJ
<http://lattes.cnpq.br/0772720309360802>

RESUMO: O critério psicofísico de avaliação do manuseio da cargas baseia-se na percepção dos trabalhadores da sua capacidade de levantamento de carga, que é uma medida aplicável a quase todas as tarefas de levantamento de carga, exceto os de alta frequência. O objetivo deste estudo foi reforçar a informação sobre a importância do conhecimento do peso das peças para o transporte manual de carga e perceber como os trabalhadores estimavam o peso manualmente. O estudo foi realizado em uma empresa de manutenção de motores aeronáuticos, em Petrópolis/RJ, em 2017, durante a Semana Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho – SIPAT. Foi realizado um treinamento prático e lúdico na sala de descanso do refeitório, onde foram colocadas 3 caixas com pesos diferentes, em uma bancada, um cartaz informativo e fichas de estimativa

de peso para preenchimento e participação do concurso. As caixas ficaram no refeitório durante 3 dias durante o primeiro turno da empresa e cada trabalhador pode participar com uma ficha. Os resultados foram apresentados na empresa no último dia da SIPAT e indicaram similaridade na superestimação – 47,8%, e subestimação dos pesos – 47,8%, além 4.5% de acerto do peso das caixas. O conhecimento do peso da carga e as instruções de manuseio ergonômico são fatores essenciais na prevenção de lesões.

PALAVRAS-CHAVE: Manutenção de aeronaves, Treinamento em ergonomia, Levantamento de carga.

PLAYFUL PSYCHOPHYSICAL TRAINING WITH MANUAL WEIGHT ESTIMATE

ABSTRACT: Psychophysical standard for assessing load handling is based on the workers' perception of their load-lifting ability, which is a measure applicable to almost all load-lifting tasks, except high-frequency ones. This study objective was to increase information about importance knowledge of weight parts for manual load transportation and understand how workers estimated weight manually. The study was carried out in an aircraft engine maintenance company, in Petrópolis / RJ, in 2017, during Internal Work Accident Prevention Week. Practical and playful training was carried out in cafeteria rest room, where 3 boxes with different weights were placed on a bench, besides an information poster and weight estimate forms for filling out and participating in the contest. These boxes still in cafeteria for 3 days during company first shift and each worker can participate with just one form.

The results were presented at company on the last day of Prevention Week and indicated similarity in overestimation - 47.8%, and underestimation of weights - 47.8%, in addition to 4.5% of correct weight of the boxes. Knowledge of the load weight and ergonomic handling instructions are essential factors in preventing injuries.

KEYWORDS: Aircraft maintenance, Ergonomic Training, Load lifting.

1 | INTRODUÇÃO

Dados do Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS), em 2017, informaram que os CID mais incidentes nas doenças do trabalho, foram lesões no ombro (M75), sinovite e tenossinovite (M65) e dorsalgia (M54), com 22,56(19,27)%, 11,39 (10,80)% e 6,44(6,09)%, do total. Nas doenças do trabalho, as partes do corpo mais incidentes foram o ombro, o dorso (inclusive músculos dorsais, coluna e medula espinhal) e sistema nervoso, com 19,52%, 12,45% e 9,68%, respectivamente (BRASIL, 2017).

O levantamento de carga sobrecarrega as estruturas musculoesqueléticas e os discos intervertebrais, sendo um dos riscos ergonômicos causadores de lesões. De acordo com o Manual da Ergonomia (2002), os critérios de carga são determinados por fatores biomecânicos, fisiológicos e psicofísicos. O fator psicofísico baseia-se na percepção que o trabalhador tem da sua própria capacidade, sendo aplicável a todo tipo de tarefa, exceto àquelas em que a frequência de levantamento é elevada (mais de seis levantamentos por minuto). Esse fator se baseia em dados sobre a resistência e a capacidade dos trabalhadores que manipulam cargas com diferentes frequências e durações (Prado, 2002).

O transporte manual de cargas é caracterizado como todo transporte no qual o peso da carga é suportado inteiramente por um só trabalhador, compreendendo o levantamento e a deposição da carga. A atividade pode ser realizada de maneira contínua ou descontínua (Brasil, 2018).

De forma abrangente, as atividades realizadas na empresa deste estudo, são de manutenção de motores aeronáuticos com desmontagem, limpeza, inspeção, reparos e montagem das peças de um motor, com uma diversidade de peças e gabaritos que podem ser manuseados manualmente ou com meios técnicos apropriados – carrinhos e diferentes sistemas de içamento.

A manutenção de aeronaves é um serviço bastante complexo, sendo necessário diversos profissionais com qualificações e conhecimentos diferentes. As práticas dessa atividade, estarão sempre atreladas ao fator humano, sendo em grande parte, responsável, direta ou indiretamente, pela qualidade dos componentes e sistemas que permitem voar (Kindermann e Monteiro, 2018). Atividades cotidianas, como os cuidados com saúde e segurança, podem passar despercebidos em uma rotina de complexidade e pressão.

A empresa analisada não possui uma frequência de levantamento de carga repetitiva devido à variabilidade de serviços e peças manuseadas. É preconizado o máximo de 20 kg para um trabalhador realizar o transporte manual das peças sozinho,

com uso de carrinhos e em situações ideais de altura e tamanho da peça, baseando-se na equação de levantamento do NIOSH. Nessas peças não há a informação do peso, sendo necessário a busca dessa informação no procedimento da atividade no sistema computacional da empresa - toda documentação e informação da empresa é digitalizada, sendo disponibilizado computadores para toda área produtiva. As peças acima de 20 kg podem ser movimentadas por 2 trabalhadores ou com içamento e as peças acima de 40 kg devem ser içadas.

A equação de levantamento do NIOSH recomenda o limite máximo de peso aceitável para levantamento manual, reduzindo assim as lesões na parte inferior das costas em atividades de levantamento manual. (Singh et al, 2016). Este método é baseado num modelo multiplicativo que fornece um peso expresso como coeficiente que serve para reduzir a constante de carga de seis variáveis padronizadas de uma determinada tarefa. Os coeficientes são estabelecidos a partir do valor de cada variável encontrada na tarefa específica, denominado de localização-padrão de levantamento. Na localização-padrão de levantamento, a distância vertical da pega da carga ao solo (V) deve medir 75 cm, já a distância horizontal da pega ao ponto médio entre os tornozelos (H) deve medir 25 cm e o deslocamento vertical da carga (D) deve medir 25 cm (Waters, 1993; NIOSH, 1994, apud Santos et al, 2017).

Ações de segurança e saúde direcionadas para prevenção de acidentes decorrentes do trabalho, implantadas pelos empregadores, devem ser prioridade na manutenção da qualidade de vida de seus trabalhadores, visando garantir o aumento da produtividade, comprometimento dos trabalhadores e satisfação.

peçoal em trabalhar em um ambiente seguro (Lima, V.F., Lima, L.E.M. 2017). A educação é um processo que possibilita o indivíduo tomar consciência de si e da realidade em que está inserido. Para que uma transformação da realidade se efetive é necessário o entendimento da qualificação para o trabalho mais abrangente, devendo procurar proporcionar espaços para que os indivíduos possam maximizar seu potencial (Marcellino, 2004).

A educação em segurança e saúde pode ser realizada de forma diferenciada, tratando os conteúdos técnicos com intervenções breves, interativas e lúdicas, com conteúdo que retratem a realidade dos trabalhadores. Retratar a realidade em que os trabalhadores estão inseridos e substituir as formas tradicionais de transmissão do conhecimento por estratégias interativas tornam o conhecimento transmitido significativo para o receptor (Lim et al, 2011 e Abrantes, 2004).

Dentre as ações do programa de Ergonomia da empresa deste estudo, como mapeamento ergonômico, treinamentos, análises das diversas demandas da empresa, as ações e informações para eliminar ou mitigar o risco ergonômico no transporte de carga é prioritária. A importância do conhecimento do peso das peças e gabaritos, formas de armazenamento e uso de meios apropriados são veiculadas para os trabalhadores nos

procedimentos da tarefa prescrita, em treinamentos admissionais e periódicos, comunicados ergonômicos, diálogos de segurança e portal de saúde e segurança com acesso para todos os trabalhadores.

Em algumas análises ergonômicas realizadas na empresa, foram observadas situações na qual os trabalhadores estimavam o peso das peças para decidir se realizariam o transporte manual sozinho, em dupla ou com içamento, sendo situações causadoras de lesões, dores ou desconfortos. Os trabalhadores citaram a quantidade e variabilidade de peças ou a busca de balança como uma dificuldade na busca desse conhecimento. Como ação para o reforço da informação sobre importância do conhecimento do peso das peças e para percepção de como os trabalhadores estimavam o peso, a equipe de Ergonomia idealizou um treinamento lúdico, orientado e autônomo durante a SIPAT sobre estimativa de peso no transporte manual de peças e gabaritos.

2 | METODOLOGIA

Este estudo transversal foi realizado em uma empresa de manutenção de motores aeronáuticos, localizada em Petrópolis/RJ, durante a Semana Interna de Prevenção de Acidentes – SIPAT, em 2017, pela equipe de Ergonomia da empresa.

Foi realizado um experimento através de uma ação ergonômica com um treinamento lúdico para percepção do peso da carga transportada manualmente peso com estimativa manual de peso, com objetivo de reforçar as informações já veiculadas no Programa de Ergonomia sobre a importância do conhecimento do peso das peças e para a percepção de como os trabalhadores lidam com o risco ergonômico de levantamento do peso.

O experimento foi realizado durante 3 dias da SIPAT, na sala de descanso do refeitório, no 1º turno da empresa, pois precisava ser montado e desmontado todos os dias pela equipe de Ergonomia que permanecia na empresa no 1º turno. A empresa tinha 2000 trabalhadores ao todo distribuídos em 3 plantas e em 3 turnos. O treinamento foi aplicado na maior planta e no turno com mais trabalhadores.

A divulgação dessa ação ergonômica - Fig. 1, na empresa foi feita pelos meios de comunicação internos – e-mail, quadro de avisos e TV do refeitório, junto com todas as atividades realizadas na SIPAT.



Figura 1. Cartaz de divulgação veiculado na empresa (próprio autor, 2020).

2.1 Descrição do experimento

O treinamento não teve instrutor e as orientações foram colocadas em um cartaz na bancada onde foram colocadas as caixas para a realização da estimativa do peso.

Foram colocadas 3 caixas com pesos diferentes na sala de descanso do refeitório, um cartaz informativo e as fichas de estimativa de peso com os seguintes campos para preenchimento: estimativa de peso de cada caixa, nome, matrícula e área do trabalhador, data e horário do preenchimento – Anexo I. Durante os 3 dias em que as caixas ficaram no refeitório cada trabalhador só poderia participar com uma ficha.

As caixas não tiveram peso elevado para não causarem lesão durante a atividade e o seu peso foi medido na balança do posto médico da empresa que é aferida anualmente pelo setor de calibragem de equipamentos da empresa. A caixa 1 pesava 6 kg, a caixa 2 pesava 11 kg e a caixa 3 pesava 14 kg. As caixas foram colocadas em uma bancada com altura de 100 cm – figura 2.

Os três primeiros trabalhadores que acertaram ou se aproximaram mais do peso real das 3 caixas ganharam um brinde da SIPAT.



Figura 2. Trabalhadora realizando a estimativa de peso de três caixas dispostas em uma bancada (próprio autor, 2020).

2.2 Sujeitos e critérios de inclusão e exclusão

Todos os trabalhadores do primeiro turno da empresa, diretos e indiretos, administrativos ou da área produtiva, puderam participar do estudo e foram consideradas válidas as fichas de estimativas de peso com todos os itens preenchidos. Foi informado na divulgação do experimento e no cartaz informativo que cada funcionário poderia participar somente com uma ficha de estimativa de peso. Foram excluídas as fichas que não tivessem todos os itens preenchidos.

2.3 Análise dos dados

Na manhã seguinte aos 3 dias do experimento, último dia da SIPAT, foi realizada a compilação e análise estatística dos dados, com os resultados do experimento – premiados e estatística do experimento, anunciados na palestra de fechamento da SIPAT e meios de comunicação da empresa durante uma semana após a SIPAT. As respostas foram separadas por caixa no programa Microsoft Excel para análise estatística descritiva dos dados numéricos que constou dos seguintes itens: número de participantes, quantidade e proporção de acertos e erros dos pesos de cada caixa, o desvio padrão como medida de dispersão para determinar o grau de variação dos pesos com relação à média.

3 | RESULTADOS

Participaram do experimento 493 trabalhadores, sendo excluídas 7 fichas por não terem o preenchimento do peso de todas as caixas. A quantidade de acertos e erros foi contabilizada por caixa, de acordo com a tabela 1 e o percentual de acertos e erros - superestimativas e subestimativas encontram-se no gráfico 1.

	caixa 1 – 6kg	caixa 2 – 11 kg	caixa 3 – 14 kg	Total
Acertos	31	24	10	65
Superestimativas	151	235	310	696
Subestimativas	304	227	166	697

Tabela 1. Quantidade de respostas com acertos e erros – superestimados e subestimados.

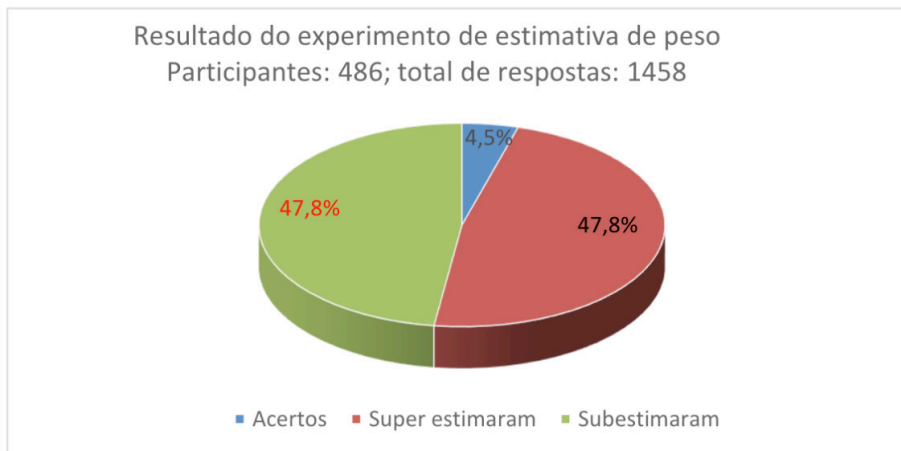


Gráfico 1. Percentual de acertos e erros

Apesar da média das estimativas de cada caixa ter indicado acerto e superestimação do peso com os valores de 6,19 kg, 12,97 kg e 18,34 kg para as caixas 1, 2 e 3, respectivamente, o desvio padrão foi de 5,72 kg, 9,11 kg e 11,21 kg para as caixas 1, 2 e 3 indicando uma heterogeneidade das respostas.

De acordo com os resultados obtidos houve igual percentual - 47,8%, para as estimativas de peso superestimadas e subestimada e somente 4,5% das respostas indicaram acerto dos pesos das caixas. Dessa forma, há indicação do risco no transporte manual de uma carga maior e mais pesada do que o determinado na empresa para os trabalhadores que subestimaram o peso das caixas.

A abordagem psicofísica é uma alternativa que permite relacionar ou confrontar as sensações humanas com outros critérios abordados nas análises ergonômicas como critérios biomecânicos, fisiológicos e posturais (Guimarães et al, 2001). Apesar dos resultados constatarem um maior número de respostas positivas em relação ao risco de transporte de carga – acertos e superestimação do peso, ainda há um valor alto de subestimação do peso indicando a necessidade de continuidade nas ações ergonômicas para eliminação ou mitigação do risco de transporte manual além das informações ergonômicas necessárias para o transporte de carga.

Ribeiro et al (2005) informam que os trabalhadores da construção civil subestimam os riscos existentes no ambiente de trabalho, fato esse que ocasiona uma necessidade de treinamento e conscientização quanto aos riscos existentes em cada situação de trabalho bem como a forma correta de prevenção de acidentes do trabalho.

Os resultados deste estudo também apontaram uma incidência importante de subestimação do peso, risco que pode causar lesões no trabalhador. As dificuldades apontadas pelos trabalhadores sobre a busca da informação do peso das peças, seja

nos manuais ou com uso de balança, estão relacionadas à quantidade e diversidade de tamanhos, pesos e formas das peças e gabaritos da empresa do estudo dificulta o conhecimento do peso das peças (Figura 3). Acredita-se que a continuidade e abordagens diferenciadas sobre esse risco ergonômico pode contribuir na priorização dessa preocupação ergonômica, além de estimular os trabalhadores na busca da informação ou maiores cuidados durante o transporte de carga.

Weintraub et al (2011) enfatizam que, para um aprendizado mais eficaz, é necessário mobilizar o indivíduo para o conhecimento, levando em conta a construção ativa deste e proporcionando a sua síntese. Recursos pedagógicos, tais como jogos, proporcionam a fixação de conceitos e o aprendizado dinâmico devido ao uso da animação e de imagens, o que atrai mais a atenção dos indivíduos. A retenção do conhecimento passa de 20% em uma exposição com uso de recursos multimídia para 75% em uma atividade voltada para a prática.

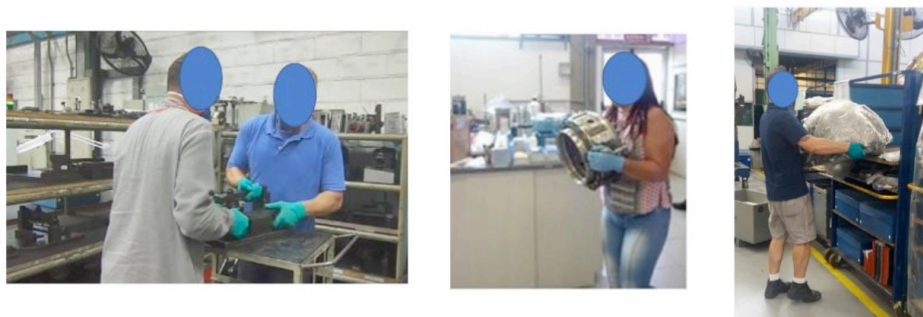


Figura 3. Exemplos de gabarito e peças transportadas manualmente com variedade de formas e pesos – 38 kg, 12 kg e 14 kg, respectivamente (próprio autor, 2020).

4 | CONCLUSÃO

A efetividade dos programas de Ergonomia está associada a presença de um ambiente de trabalho seguro e um público interno informado, capaz de aproveitar suas potencialidades e conhecer suas restrições. O processo educativo na identificação dos riscos e desenvolvimento de ações ergonômicas tem papel determinante na melhoria das condições de trabalho, pois além da empresa investir na melhoria das condições de trabalho, o trabalhador deve ser habilitado para lidar com as melhorias propostas.

Nas ações ergonômicas realizadas no Programa de Ergonomia da empresa deste estudo, foram observadas situações em que os trabalhadores estimavam o peso das peças e se colocavam em risco durante o transporte manual de peças e gabaritos. Os trabalhadores citaram a quantidade e variabilidade de peças ou a busca de balança como uma dificuldade na busca desse conhecimento.

Os resultados desta pesquisa demonstraram percentuais iguais de subestimação e a superestimação das caixas do experimento nos trabalhadores que participaram da pesquisa, indicando uma necessidade em realizar ações com abordagens diferenciadas para a prevenção de lesões decorrentes da exposição ao risco de levantamento e transporte manual de carga. Além disso, é importante que a empresa informe aos trabalhadores o peso das peças e cuidados que devem ser tomados durante o transporte manual de carga.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, A.F. **Atualidades em ergonomia: logística, movimentação de materiais, engenharia industrial, escritórios**. São Paulo: IMAM; 2004.

BRASIL, M.F. **Anuário Estatístico da Previdência Social/, Secretaria de Previdência**. Brasília: DF. 2017.

BRASIL. **Norma Regulamentadora 17**. Brasília: DF. 2018.

BRASIL. **Manual de aplicação da Norma Regulamentadora nº 17**. 2002.

GUIMARÃES et al. **Análise fisiológica e psicofísica da carga de trabalho em três centrais de produção em canteiro de obra**. Anais ABERGO, 2001

KINDERMANN, C.A., MONTEIRO, P.F. **A influência de fatores humanos na manutenção de aeronaves**. Riuni repositório institucional. 2018. Disponível em: <https://www.riuni.unisul.br/handle/12345/6131>

LIM, H.J., BLACK, T.R., SHAH, S.M., SARKER, S., METCALFE, J. **Evaluating repeated patient handling injuries following the implementation of a multi-factor ergonomic intervention program among health care workers**. J Safety Res.;42(3):185-91. 2011

LIMA, V.F., LIMA, L.E.M. **Gestão de segurança do trabalho na indústria de papel: diagnóstico de cultura de segurança por meio de Pesquisa de Identificação do Nível de Segurança – PINS**. Congresso Internacional de administração. 2017.

MARCELLINO. I. V. **Da informação à educação em saúde: a CIPA e sua atividade educativa em uma empresa de Ribeirão Preto**. Tese de Doutorado, USP, Faculdade de Psicologia, Ribeirão Preto.2004.

PRADO, R.R.2002. **A Psicofísica como instrumento para Design de Produtos**. UNOPAR Cient., Ciênc. Exatas Technol., Londrina, v. 1, n. 1, p. 13-16.2002.

RIBEIRO, S.B., SOUTO, M.M., JÚNIOR, I.C.A. **Análise dos riscos ergonômicos da atividade do gesso em um canteiro de obras na cidade de João Pessoa/PB através do software winowas**. Revista Gestão Industrial. v. 01, n. 04: pp. 110-117. 2005.

SANTOS et al. **Investigação de fatores de riscos de lombalgias associadas à movimentação manual de bagagens despachadas no aeroporto de Aracaju**. Revista Ação Ergonômica. Vol 12, número 1. 2017.

SINGH, A. et al. **A review on NIOSH lifting equation applicability**. IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC), Agra, pp. 1-5, 2016. Doi: 10.1109/R10-HTC.2016.7906825.

WEINTRAUB, M., HAWLITSCHKEK, P., JOÃO, S.M.A. **Jogo educacional sobre avaliação em fisioterapia: uma nova abordagem acadêmica**. Fisioter Pesq. 18(3):280-6. 2011

OTIMIZAÇÃO DA DOSE DE RUÍDO OCUPACIONAL UTILIZANDO O PROBLEMA DE ROTEAMENTO DE VEÍCULOS

Data de aceite: 01/03/2021

Déborah Aparecida Souza dos Reis

<http://lattes.cnpq.br/5733104695614392>

Jorge von Atzingen dos Reis

<http://lattes.cnpq.br/0410013913891248>

Marcus Antonio Viana Duarte

<http://lattes.cnpq.br/9030389274220180>

RESUMO: Este trabalho faz parte de uma linha de pesquisa, cujo objetivo é desenvolver soluções para minimizar a exposição ao ruído ocupacional. Dessa forma, aplica-se o PRV (Problema de Roteamento de Veículos) à otimização para roteamento de funcionários, de forma a minimizar o tempo de exposição ao ruído ocupacional. Como estudo de caso, utilizou-se os dados de uma unidade industrial de geração e distribuição de vapor, cuja função principal é a geração de energia, acionando turbos geradores e/ou alimentação de turbo bombas e turbo compressores e preaquecimento de produtos. A motivação desta pesquisa é que a exposição contínua a níveis de ruído elevados pode ocasionar problemas de saúde, como por exemplo, hipertensão arterial, estresse, aumento da tensão muscular, incapacidade de concentração, distúrbios auditivos temporários ou permanentes. Dessa forma, uma identificação deste tipo de ocorrência de forma prévia, pode evitar a PAIRO (Perda Auditiva Induzida pelo Ruído Ocupacional). Obteve-se como resultado

duas rotas para a modelagem com o uso de recurso de dois funcionários em um total de 198 iterações e tempo de processamento de 0.05 s. A rota para o funcionário 0 obtida foi 1 -> 5 -> 4 -> 3 -> 2 -> 7 -> 1 e para o funcionário 1 foi 1 -> 6 -> 9 -> 8 -> 10 -> 1. As doses de exposição foram 0,112814 e 0,041065, respectivamente, para os funcionários 0 e 1. Observa-se que o roteamento obtido foi eficiente, pois as doses para ambos os funcionários não ultrapassaram o valor 1.

PALAVRAS-CHAVE: Otimização, modelagem, roteamento de veículos, ruído ocupacional.

ABSTRACT: This work is part of a line of research, whose objective is to develop solutions to minimize exposure to occupational noise. Thus, the PRV (Vehicle Routing Problem) is applied to the optimization for routing employees, in order to minimize the time of exposure to occupational noise. As a case study, we used data from an industrial steam generation and distribution unit, whose main function is the generation of energy, activating generator turbos and / or supplying turbo pumps and turbo compressors and preheating products. The motivation for this research is that continuous exposure to high noise levels can cause health problems, such as, high blood pressure, stress, increased muscle tension, inability to concentrate, temporary or permanent hearing disorders. In this way, a previous identification of this type of occurrence, can prevent PAIRO (Hearing Loss Induced by Occupational Noise). As a result, two routes for modeling were obtained using two employees in a total of 198 iterations and a processing time of 0.05 s. The route for employee 0 obtained was 1

-> 5 -> 4 -> 3 -> 2 -> 7 -> 1 and for employee 1 it was 1 -> 6 -> 9 -> 8 -> 10 -> 1. The exposure doses were 0.112814 and 0, 041065, respectively, for employees 0 and 1. It is observed that the routing obtained was efficient, since the doses for both employees did not exceed the value 1.

KEYWORDS: Optimization, modeling, vehicle routing, occupational noise.

1 | INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é desenvolver soluções para minimizar a exposição ao ruído ocupacional. Dessa forma, aplica-se o PRV (Problema de Roteamento de Veículos) à otimização para o roteamento de funcionários, de forma a minimizar o tempo de exposição ao ruído ocupacional. Utilizou-se os dados de uma unidade industrial de geração e distribuição de vapor, cuja função principal é a geração de energia, acionando turbos geradores e/ou alimentação de turbo bombas e turbo compressores e preaquecimento de produtos.

O roteamento pode ser definido como um sequenciamento para solucionar um problema de distribuição. Segundo Gerges (2000), o Nível de Exposição Sonora, NES pode ser definido como o Leq normalizado para um segundo tempo de integração. O Leq é o nível sonoro médio integrado durante uma faixa de tempo especificada conforme Equação 1.1.

$$Leq = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \frac{P^2(t)}{P_0^2} dt \quad (1.1)$$

Na Equação 1.1 T representa o tempo de integração, $P(t)$ a pressão acústica instantânea, P_0 pressão acústica de referência ($2 \cdot 10^{-5}$ N/m²) e o Leq constitui o nível contínuo (estacionário) equivalente em dB(A), que possui o mesmo potencial de lesão auditiva que o nível variado considerado.

Para Arenales et al. (2007), a pesquisa operacional pode ser definida como a aplicação de métodos científicos a problemas complexos com o objetivo de auxiliar o processo de tomada de decisão, seja para projetar, planejar ou operar sistemas em situações, nas quais requer-se o uso eficiente de recursos do processo. Para tal, utiliza-se modelos matemáticos determinísticos ou probabilísticos de métodos de solução e algoritmos para melhor compreensão, análise e solução de problemas de decisão. Dessa forma, pode-se citar técnicas como a otimização linear (programação linear), otimização discreta (programação linear inteira), otimização em redes (fluxos), programação dinâmica (determinística e estocástica) e teoria das filas.

No caso deste trabalho, optou-se pela otimização linear, ou seja, a programação linear, devido às condições do problema mecânico acústico para se resolver, que são a necessidade de se obter uma solução ótima, a necessidade de obtenção de uma solução de forma rápida e uma solução matemática exata. Para Hillier e Lieberman (2006), o

objetivo da programação linear é obter uma alocação eficiente dos recursos às atividades conforme a Equação 1.2.

$$\text{Maximizar } Z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n \quad (1.2)$$

Para um problema generalizado tem-se m recursos a serem alocados a n atividades, onde o nível da atividade j para x_j , sendo $j = 1, \dots, n$ e a medida do desempenho global Z conforme a Equação 1.1. Dessa forma, o modelo objetiva obter os valores ser alocados para x_1, x_2, \dots, x_n de forma a maximizar o desempenho global Z . A função a ser maximizada ou minimizada é denominada função objetivo ou função de avaliação. As limitações para o problema são denominadas restrições e podem ser observadas nas Equações 1.3 à 1.8. As restrições 1.3, 1.4 e 1.5 são conhecidas como restrições funcionais ou estruturais, pois apresentam uma função com todas as variáveis do lado esquerdo da equação. Já as 1.6, 1.7 e 1.8 são conhecidas como restrições de não-negatividade ou condições não-negativas da forma x_j não-negativo, para $j = 1, 2, \dots, n$.

$$a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + a_{1n} x_n \leq b_1 \quad (1.3)$$

$$a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + a_{2n} x_n \leq b_2 \quad (1.4)$$

$$a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + a_{mn} x_n \leq b_m \quad (1.5)$$

$$x_1 \geq 0 \quad (1.6)$$

$$x_2 \geq 0 \quad (1.7)$$

$$x_n \geq 0 \quad (1.8)$$

Outras formas legítimas para modelos de programação linear são por exemplo, minimizar em vez de maximizar, algumas restrições funcionais com uma desigualdade do tipo maior do que ou igual a e algumas restrições funcionais na forma de equação. Além destas variedades, pode ocorrer a eliminação das restrições não-negativas para algumas das variáveis de decisão.

Para Hillier e Lieberman (2006), uma solução é qualquer especificação de valores para as variáveis de decisão (x_1, x_2, \dots, x_n) independente de a solução encontrada ser desejável ou factível ao problema a ser solucionado. Dessa forma, existem diferentes tipos de soluções. Uma solução factível ou uma solução viável é encontrada quando todas as restrições são atendidas. Ao passo que uma solução inviável ou uma solução não factível

constitui em uma solução encontrada para a qual ocorre a violação de uma ou mais restrições. O conjunto de todas as soluções viáveis é denominado espaço de soluções viáveis ou espaço de soluções factíveis.

O espaço de soluções viáveis é um hiperplano com n dimensões (onde n é o número de variáveis de decisões) compreendido entre as retas formadas pelas equações das restrições do problema delimitando a região na qual as soluções viáveis estão compreendidas. A solução ótima, quando existir, sempre estará contida em um dos vértices do espaço de soluções viáveis. O vértice que contém a solução ótima é o vértice que é tangenciado pela equação formada pela reta da função de avaliação na direção do crescimento de seu gradiente.

Segundo Miyazawa (2019), de forma geral, problemas de otimização possuem o objetivo de maximizar ou minimizar uma função definida em um certo domínio. A teoria clássica de otimização aborda os problemas nos quais o domínio é infinito. Por outro lado, existem os problemas de otimização combinatória, para os quais o domínio é tipicamente finito e pode-se enumerar os seus elementos e também testar se um dado elemento pertence a esse domínio. O problema abordado neste trabalho é combinatorial não polinomial.

Para Lenstra e Rinnooy (1981), o problema estudado é caracterizado como um problema do tipo NP-hard ou NP-difícil (Não Polinomial difícil) devido à sua complexidade computacional que cresce de forma não polinomial em relação aos dados de entrada. Dessa forma, a utilização de métodos exatos para resolver problemas NP-hard é computacionalmente inviável devido ao elevado número de combinações e consequentemente o elevado tempo de processamento computacional necessário para se obter uma solução matemática exata. Para tal, faz-se o uso de meta-heurísticas conforme Sosa et al. (2007).

A dosimetria é um ramo da ciência acústica que objetiva identificar e qualificar a magnitude do risco físico ruído como potencial causa de doença ocupacional. Dessa forma, utiliza-se os valores de cada ponto que faz parte da rota de trabalho do funcionário para o cálculo da dose. A dose é uma ponderação entre o tempo de exposição e o tempo permitido de exposição para aquele nível de ruído sem ocasionar danos à saúde ocupacional conforme Multee (2019). A fórmula para o cálculo da dose encontra-se disponível na Equação 1.9.

$$D = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \dots + \frac{C_m}{T_m} \quad (1.9)$$

Conforme Gerges (2000), o som pode ser definido como flutuações de pressão em um meio compressível. Porém, não são todas as flutuações de pressão que são audíveis ao ouvido humano. Dessa forma, somente ocorrerá a sensação de som quando a amplitude destas flutuações e a frequência com que elas se repetem estiver dentro da faixa de 20

Hz a 20 kHz. As ondas que se encontram acima e abaixo desta faixa são denominadas, respectivamente, ondas ultrassônicas e ondas infrassônicas.

O som é parte da vida cotidiana das pessoas. No entanto, existem sons que são desagradáveis e indesejáveis. Estes sons são definidos como ruído. O efeito do ruído no indivíduo depende da amplitude, frequência, duração e também da atitude do indivíduo perante ele. Segundo Rao (2011), a amplitude de vibração é o deslocamento máximo de um corpo vibrante de sua posição de equilíbrio.

A Figura 1 ilustra o conceito de amplitude de vibração de uma onda, no caso denotado pela letra A. A frequência é o número de ciclos por unidade de tempo. A duração é o tempo no qual ocorre as flutuações de pressão em um meio compressível e caso, estejam na faixa de 20 Hz a 20 kHz serão audíveis pelo ouvido humano.

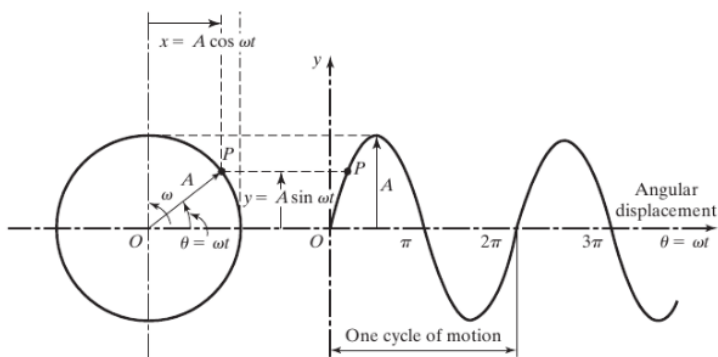


Figura 1 - Movimento harmônico

Fonte: Adaptado de Rao (2011).

2 | PROBLEMA DE ROTEAMENTO DE VEÍCULOS

Para Lima et al. (2015), a solução para o problema de roteamento de veículos (PRV) deve conter um conjunto de rotas a serem utilizadas por uma frota de veículos homogêneos, no caso deste trabalho, funcionários para atendimento de um conjunto de clientes, equipamentos. Dessa forma, busca-se minimizar o custo da operação, o ruído. O PRV é baseado em algumas premissas. Primeiro, as rotas devem iniciar e terminar no mesmo ponto da operação, ou seja, no biombo de operação no caso deste trabalho. A segunda premissa consiste em cada equipamento deve ser inspecionado uma única vez e solucionado integralmente por um único funcionário. A soma das demandas de uma rota não pode exceder a capacidade de atendimento de cada funcionário. Sabe-se da literatura que problemas desta magnitude são classificados como NP-hard, pois a ordem de complexidade é não polinomial.

Laporte (1992) aponta que no PRV a demanda dos clientes (equipamentos) deve ser previamente definida e que deve ser atendida de forma completa por um único veículo (funcionário). A capacidade dos veículos é homogênea e deve ser definida de forma prévia também e os veículos partem de um mesmo ponto (biombo de operação). Há a restrição de capacidade do veículo a qual determina que a soma das demandas dos equipamentos da rota não pode, de forma alguma, exceder a capacidade do funcionário.

Na modelagem realizada para a planta industrial de geração de energia, utilizou-se dois funcionários, sendo a capacidade de cada funcionário foi definida como 5 equipamentos. No total, devem ser inspecionados 10 equipamentos da planta industrial. A Equação 1.10 representa a função objetivo a ser minimizada, na qual d_{ij} são os valores da dose aos quais o funcionário ficará exposto ao se deslocar entre o equipamento i e o equipamento j , e x_{ij} é uma variável de decisão binária que recebe o valor 1 caso o funcionário se desloque entre o equipamento i e o equipamento j ou 0 caso contrário. O ato do funcionário se deslocar entre os diversos equipamentos será considerado a rota a ser percorrida. Para facilitar o entendimento das fórmulas utilizou-se a abreviatura “equip” para representar o conjunto dos equipamentos disponíveis.

$$\text{minimizar } \sum_{i \in \text{equip}} \sum_{j \in \text{equip}} d_{ij} x_{ij} \quad (1.10)$$

A restrição presente na Equação 1.11 impõe que um único funcionário deixe somente uma vez o equipamento i em cada rota.

$$\sum_{j \in \text{equip}} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in \text{equip} | i \neq 1 \quad (1.11)$$

A restrição imposta pela Equação 1.12 garante que um único funcionário vá ao equipamento j somente uma vez em cada rota percorrida.

$$\sum_{i \in \text{equip}} x_{ij} = 1 \quad \forall j \in \text{equip} | j \neq 1 \quad (1.12)$$

As restrições das Equações 1.13 e 1.14 funcionam em conjunto para evitar a formação de subrotas. Uma subrota seria uma rota na qual um funcionário não inspeciona todos os equipamentos da fábrica designados a ele antes de retornar ao ponto inicial. A variável de decisão f_{ij} representa o fluxo entre os equipamentos i e j , o fluxo entra em um nó j (equipamento j) deve ser uma unidade maior do que o fluxo que sai do mesmo nó j .

Desta forma, um funcionário deve deixar uma unidade de fluxo em cada equipamento visitado permitindo que o modelo matemático diferencie os equipamentos inspecionados dos não inspecionados. O fluxo máximo é limitado ao número máximo de nós para evitar

que o funcionário possa percorrer alguma subrota utilizando o fluxo excedente. A demanda representa a necessidade do equipamento de ser inspecionado em tempo, ou seja, uma demanda igual a 6 significa que uma máquina necessita de 6 minutos para ser inspecionada. Nesta simulação, utilizou-se o tempo igual a 1 unidade adimensional.

$$\sum_{i \in \text{equip}} f_{ij} - \sum_{i \in \text{equip}} f_{ji} = \text{demanda}_j \quad \forall j \in \text{equip} | j \neq 1 \quad (1.13)$$

$$f_{ij} \leq x_{ij} \text{ capacidade} \quad \forall i, j \in \text{equip} \quad (1.14)$$

O termo capacidade que aparece na Equação 1.14 representa o tempo disponível para inspecionar todas as máquinas.

Na Equação 1.15, observa-se que a quantidade de funcionário que sai deve ser igual ao que entra no posto para inspecionar o equipamento, ou seja, saem 6 funcionários, voltam 6 funcionários, o que sai é igual ao que entra, $i = 1$ e $j = 1$.

$$\sum_{j \in \text{equip}} x_{1j} = \sum_{j \in \text{equip}} x_{j1} \quad (1.15)$$

Além disso, x_{ij} é uma variável de decisão binária que recebe o valor 1 caso o funcionário se desloque entre o equipamento i e o equipamento j ou 0 caso contrário e o fluxo é inteiro não negativo conforme Equação 1.16.

$$\begin{array}{l} x_{ij} \in 0,1 \quad \forall i, j \in \text{equip} \\ f_{ij} \geq 0 \quad \forall i, j \in \text{equip} \end{array} \quad (1.16)$$

3 I ESTUDO DE CASO

Como estudo de caso, utilizou-se os dados de uma unidade industrial de geração e distribuição de vapor, cuja função principal é a geração de energia, acionando turbos geradores e/ou alimentação de turbo bombas e turbo compressores e preaquecimento de produtos conforme Oliveira Filho (2011). Uma caldeira de grande porte com três plataformas de acesso composta pelas seguintes fontes de ruído: seis queimadores, dois pirômetros, um turbo ventilador de tiragem forçada para admissão de ar, três compressores e o corpo da caldeira. Além destes equipamentos, há na planta industrial outras fontes de ruído, como um desaerador com duas descargas para a atmosfera, uma torre de resfriamento de água composta por duas quedas de água e cinco motos bombas.

Há também um edifício com três pavimentos composto pelos seguintes equipamentos, um turbo gerador, um turbo expensor, duas moto bombas de condensado, um exaustor para o tanque de óleo, dois exaustores de vapor de selagem e tubulações e um parque

constituído por três turbo bombas e duas moto bombas. Existe na planta industrial uma área coberta, na qual estão alocados três moto compressores e um edifício de dois pavimentos composto por painéis elétricos e sala de operações. É possível observar na Figura 2 um esquema acústico simplificado da unidade industrial. As cruzes em vermelho indicam as fontes de ruído descritas.

Para simulação computacional, utilizou-se um computador no sistema operacional Ubuntu 18.04 LTS 64 bits, memória RAM de 4 GB, processador Intel® Core i3-8130U CPU @ 2.20 GHz x 4. Assim, desenvolveu-se um modelo computacional em C++ para a otimização de roteamento de funcionário por meio do PRV (Problema de Roteamento de Veículos) no ambiente GUROBI®.

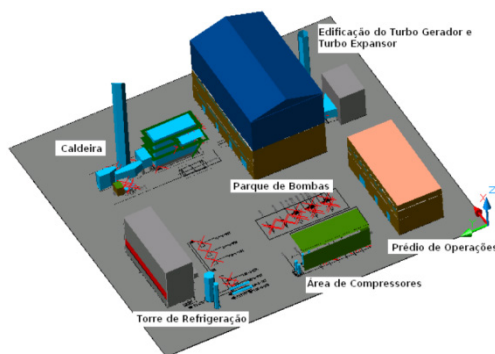


Figura 2 - Esquema acústico simplificado na planta industrial

Fonte: Adaptado de Oliveira Filho (2011).

É possível observar na Figura 3 o modelo de layout da área estudada. Neste modelo, os círculos correspondem ao campo de ação do funcionário ao realizar manobras e manutenção de máquinas, as linhas vermelhas são os caminhos normalmente utilizados passando por todas as máquinas e a linha azul o caminho de retorno ao biombo de operação, cruzando a planta industrial. A área da malha da Figura 3 é de 1x1 metro quadrado.

Dessa forma, esta estava composta por um biombo de operação (60 dB(A) de exposição máxima ao ruído), 6 moto bombas (90 dB(A) a 1 m de distância), 3 moto compressores (95 dB(A) a 1 m de distância) e 1 turbo expansor (110 dB(A) a 1 m de distância).

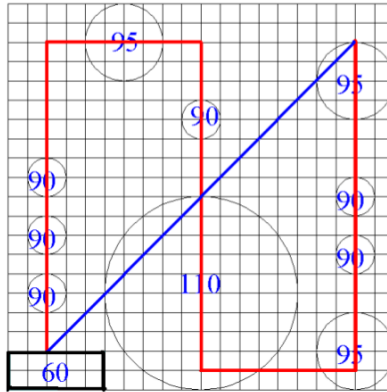


Figura 3 - Modelo de layout da área estudada
 Fonte: Adaptado de Oliveira Filho (2011).

A motivação desta pesquisa é que a exposição contínua a níveis de ruído elevados pode ocasionar problemas de saúde, como por exemplo, hipertensão arterial, estresse, aumento da tensão muscular, incapacidade de concentração, distúrbios auditivos temporários ou permanentes. Dessa forma, uma identificação deste tipo de ocorrência de forma prévia, pode evitar a PAIRO, Perda Auditiva Induzida pelo Ruído Ocupacional.

A Consolidação das Leis do Trabalho no Brasil, Portaria 3.214, NR-15 apresenta os limites de exposição ao ruído para trabalhadores brasileiros com o objetivo de protegê-los de danos auditivos. Na NR-15, as causas da PAIRO são descritas como exposição prolongada a ruídos acima de 85 dB por um período de 8 horas por dia. Os sintomas apresentados pelos funcionários são as dificuldades de audição. Como medida para prevenção, a Portaria prevê o uso de proteção auditiva coletiva e, ou individual, redução da jornada de trabalho, criação de pausas regulares, mudança de função e uso de equipamentos menos ruidosos. A NR-15 dispõe os conceitos de ruído contínuo ou intermitente (85 dB) e o ruído de impacto (120 dB). No caso de ocorrência destes, a lei prevê um adicional de insalubridade de 20% do salário-mínimo a ser pago ao funcionário, pois, esta insalubridade é caracterizada como de grau médio. A NR-7 da mesma portaria estabelece os exames obrigatórios audiométricos admissionais, periódicos e demissionais.

A Norma de Higiene Ocupacional, NH01 de 2.001 da FUNDACENTRO, consiste de procedimentos para avaliação da exposição ocupacional ao ruído. A FUNDACENTRO é um instituto de pesquisa que realiza estudos sobre segurança, higiene e medicina do trabalho, vinculado ao Ministério do Trabalho. Nesta norma, é apresentado o conceito de nível de exposição, com o objetivo de quantificar e caracterizar a exposição ocupacional, denominada dose, ao ruído contínuo ou intermitente. Além disso, existe a alternativa de uso de medidores integradores e de leituras instantâneas.

As normas que regulamentam a exposição ocupacional ao ruído permitem uma avaliação do grau de exposição e posterior correção das condições de trabalho. No entanto, observa-se que é necessária a exposição para uma posterior avaliação e correção. Dessa forma, esta pesquisa se propõe a simular condições da exposição ocupacional ao ruído por meio de modelos matemáticos implementados em C++ utilizando o pacote de otimização linear GUROBI®, de forma a evitar a ocorrência da PAIRO.

4 | RESULTADOS E CONCLUSÕES

Procedeu-se o cálculo da dosimetria entre os postos de vistoria da planta industrial e também considerou-se a exposição devido à permanência em cada nó ou ponto de vistoria. Para tal utilizou-se os níveis de pressão sonora no ambiente de trabalho e o tempo despendido pelo trabalhador em cada uma das atividades realizadas durante a jornada de trabalho. Na Tabela 1 é possível observar os resultados obtidos para a modelagem do problema como um PRV com a condição de 2 funcionários para a realização da jornada de trabalho.

Item	Quantidade
Quantidade de iterações	198
Rota funcionário 0	1 -> 5 -> 4 -> 3 -> 2 -> 7 -> 1
Rota funcionário 1	1 -> 6 -> 9 -> 8 -> 10 -> 1
FO Dose	0,153879
Dose funcionário 0	0,112814
Dose funcionário 1	0,041065
Tempo de processamento	0,05 s
Tolerância	1,00e-04

Tabela 1 - Resultados Modelo PRV Dosimetria

Fonte: Autoria Própria

As rotas obtidas para os funcionários 0 e 1 foram, respectivamente, 1 -> 5 -> 4 -> 3 -> 2 -> 7 -> 1 e 1 -> 6 -> 9 -> 8 -> 10 -> 1. A função objetivo otimizada foi de 0,153879, que corresponde à soma das doses de exposição dos funcionários 0 e 1 somadas. Foi necessário um tempo de processamento de 0,05 s em um computador no sistema operacional Ubuntu 18.04 LTS 64 bits, memória RAM de 4 GB, processador Intel® Core i3-8130U CPU @ 2.20 GHz x 4. Para esta simulação adotou-se uma tolerância de 1,00e-04.

Pode-se concluir pela análise da Tabela 1 que a modelagem do problema de ruído ocupacional estudado como um PRV obteve bons resultados, pois as doses obtidas pelos funcionários 0 e 1 foram 0,112814 e 0,041065, respectivamente. Conforme Gerges

(2000), a dose inferior a 1 unidade indica que não há uma exposição prejudicial à saúde do funcionário.

Como continuidade deste trabalho, propõe a aplicação do modelo desenvolvido em C++ nesta pesquisa em uma empresa real para verificar a eficiência deste sistema em condições reais de operação.

AGRADECIMENTOS

A CAPES, ao CNPq, à UFU e à FEMEC.

REFERÊNCIAS

ARENALES, M.; ARMENTANO, V.; MORABITO, R.; YANASSE, H. Pesquisa Operacional. Rio de Janeiro: Elsevier. 2007.

BRASIL. **Ministério do Trabalho. Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978.** Aprova as normas regulamentadoras – NR – do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, jun. 1978.

GERGES, S. N. Y. **Ruído Fundamentos e Controle.** NR: Florianópolis, 2000.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à Pesquisa Operacional.** São Paulo: Mc Graw Hill. 2006.

LAPORTE, G. **The Vehicle Routing Problem: an overview of exact and approximate algorithms.** European Journal of Operational Research, v. 59, n. 3., p. 345-358. 1992.

LENSTRA, J.; RINNOOY, K. A. **Complexity of vehicle routing and scheduling problems.** Networks. Vol. 11. p. 221-227. 1981.

LIMA, S. J. A.; SANTOS, R. A. R.; ARAUJO, S. A. **Otimização do Problema de Roteamento de Veículos Capacitado Usando Algoritmos Genéticos e as Heurísticas de Gillet e Miller e Descida de Encosta.** XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2015.

MIYAZAWA, F. K. **Otimização Combinatória.** Universidade Estadual de Campinas. Unicamp. Disponível em: <<https://www.ic.unicamp.br/~fkm/problems/combopt.html>>. Acesso em: Fev. 2019.

MULTEE, P. **Dosimetria de Ruído.** 2019. Disponível em: <<http://www.multee.com.br/servicos-de-engenharia/seguranca-do-trabalho/agentes-fisicos/dosimetria-de-ruído/>>. Acesso em 06 Mar. 2019.

NH01. **Norma de Higiene Ocupacional da Fundacentro.** 2001. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/normas-de-higiene-ocupacional/publicacao/detalhe/2012/9/nho-01-procedimento-tecnico-avaliacao-da-exposicao-ocupacional-ao-ruído>>. Acesso em 04 Mar. 2019.

OLIVEIRA FILHO, R. H. **Uma Metodologia para a Avaliação Virtual da Dose de Exposição ao Ruído no Ambiente de Trabalho.** Uberlândia – MG, Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Mecânica, 2011, 186 p. Tese de Doutorado.

RAO, S. S. **Mechanical Vibrations**. Miami: Prentice Hall. 2011. 1105 p. Fifth edition.

SOSA, N. G. M.; GALVÃO, R. D.; GANDELMAN, D. A. **Algoritmo de busca dispersa aplicado ao problema clássico de roteamento de veículos**. *Pesqui. Oper.* vol. 27. no. 2. Rio de Janeiro. May/Aug. 2007. Print version ISSN 0101-7438 On-line.

SOBRE O ORGANIZADOR

ELÓI MARTINS SENHORAS - Professor associado e pesquisador do Departamento de Relações Internacionais (DRI), do Programa de Especialização em Segurança Pública e Cidadania (MJ/UFRR), do Programa de MBA em Gestão de Cooperativas (OCB-RR/UFRR), do Programa de Mestrado em Geografia (PPG-GEO), do Programa de Mestrado em Sociedade e Fronteiras (PPG-SOF), do Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional da Amazônia (PPG-DRA) e do Programa de Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT) da Universidade Federal de Roraima (UFRR). Graduado em Economia. Graduado em Política. Especialista pós-graduado em Administração - Gestão e Estratégia de Empresas. Especialista pós-graduado em Gestão Pública. Mestre em Relações Internacionais. Mestre em Geografia - Geoeconomia e Geopolítica. Doutor em Ciências. *Post-Doc* em Ciências Jurídicas. *Visiting scholar* na Escola Nacional de Administração Pública (ENAP), no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), na University of Texas at Austin, na Universidad de Buenos Aires, na Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, México e na National Defense University. *Visiting researcher* na Escola de Administração Fazendária (ESAF), na Universidad de Belgrano (UB), na University of British Columbia e na University of California, Los Angeles. Professor do quadro de Elaboradores e Revisores do Banco Nacional de Itens (BNI) do Exame Nacional de Desempenho (ENADE) e avaliador do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (BASIS) do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC). Professor orientador do Programa Agentes Locais de Inovação (ALI) do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE/RR) e pesquisador do Centro de Estudos em Geopolítica e Relações Internacionais (CENEGRI). Organizador das coleções de livros Relações Internacionais e Comunicação & Políticas Públicas pela Editora da Universidade Federal de Roraima (UFRR), bem como colunista do Jornal Roraima em Foco. Membro do conselho editorial da Atena Editora.

ÍNDICE REMISSIVO

A

ABC 11, 121, 122, 123, 124, 125

AHP 88, 89, 90, 91, 92, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102

Alunos 8, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 25, 37, 39, 40, 41, 42, 45, 106, 107, 109, 110, 111, 113

ANEEL 63, 64, 69, 70, 72, 75, 79

APR 178, 181, 186

Aprendizagem Ativa 1, 2, 3, 4, 9, 10

B

Brasil 25, 26, 27, 28, 33, 35, 36, 37, 38, 41, 45, 46, 87, 90, 100, 103, 104, 116, 120, 132, 133, 141, 145, 157, 162, 188, 192, 193, 195, 196, 201, 204, 211, 221, 223

C

CEP 143, 145, 149, 156

Cerveja 115, 116, 117, 119, 120

CFD-DEM 82, 84, 85, 86, 87

Custeio 121, 122, 123, 124, 125

Custo 50, 86, 103, 104, 105, 110, 113, 114, 115, 119, 123, 124, 127, 144, 158, 164, 167, 168, 174, 217

CVL 103, 104, 105, 106, 107, 113, 114

D

Demanda 13, 14, 16, 24, 33, 54, 60, 61, 62, 91, 99, 137, 138, 146, 218, 219

E

Educação 1, 10, 12, 13, 14, 22, 35, 36, 37, 38, 46, 47, 105, 114, 115, 205, 211, 225

Empreendedorismo 14, 22, 25

Empresa 45, 50, 53, 55, 56, 103, 104, 105, 106, 111, 112, 113, 114, 122, 123, 125, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 135, 138, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 156, 163, 164, 167, 174, 175, 177, 178, 179, 181, 185, 186, 187, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 223

Engenharia 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 57, 59, 60, 82, 85, 100, 103, 115, 120, 121, 141, 156, 165, 166, 167, 175, 186, 211, 223

Engenheiros 12, 14, 15, 22, 24, 32, 37, 39

Ensino 1, 2, 4, 9, 10, 13, 14, 15, 21, 22, 23, 26, 35, 36, 37, 38, 39, 44, 45, 46, 57, 60, 103, 104, 114, 121, 163, 174, 177

Ergonomia 201, 203, 204, 205, 206, 210, 211

Escala Verbal 88, 91, 93, 94, 98

Escola 36, 88, 91, 103, 104, 106, 107, 111, 113, 114, 141, 225

Estrangeiros 28, 126, 132

F

FMEA 178, 181, 182, 186

Fome 35, 36, 37, 38, 39, 44, 45

Formação 3, 6, 12, 13, 14, 20, 22, 23, 24, 36, 37, 38, 104, 114, 117, 218

G

Gerenciamento 49, 53, 131, 174, 177, 178, 179, 180, 186, 187, 188

Gestão 6, 23, 26, 33, 42, 46, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 99, 103, 104, 107, 110, 112, 114, 121, 124, 128, 129, 130, 131, 139, 142, 156, 166, 175, 178, 179, 180, 182, 185, 188, 211, 225

Goiás 60, 157

GUT 126, 130, 131, 134, 135, 142, 178, 185, 186

H

Habilidades 7, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 36, 39, 44, 54

I

Indústria 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 33, 47, 48, 49, 50, 51, 57, 90, 120, 143, 146, 164, 188, 191, 211

L

Legalização 126

M

Mapas Mentais 1, 3, 4, 5, 6, 10

Modelos 45, 47, 48, 52, 54, 55, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 100, 129, 140, 158, 214, 215, 222

Monitoramento 23, 25, 32, 33, 49, 53, 56, 166, 175, 178, 184

O

ONS 63, 64, 65, 69, 70, 80

Otimização 53, 54, 55, 145, 177, 179, 213, 214, 216, 220, 222, 223

P

Pará 103

Pós-Venda 126, 127, 128, 129, 131, 132, 133, 134, 136, 140, 141

Processo 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 13, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 36, 38, 39, 46, 47, 49, 50, 53, 54, 55, 83, 85, 89, 90, 94, 98, 99, 104, 105, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 123, 124, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 143, 145, 146, 155, 156, 168, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 200, 205, 210, 214

Procurement 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59

Produção 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 22, 23, 24, 30, 32, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 43, 46, 48, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 82, 83, 99, 103, 104, 105, 106, 115, 116, 117, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 149, 163, 164, 165, 166, 167, 175, 177, 182, 186, 187, 201, 211, 223

Programas de Computador 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33

Prospecção Tecnológica 23, 25, 26, 29, 32, 33, 34

Q

Qualidade 7, 35, 36, 39, 54, 89, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 147, 156, 158, 162, 164, 167, 173, 180, 182, 190, 204, 205

R

Retorno 113, 141, 157, 158, 161, 162, 220

Riscos 52, 53, 57, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 186, 187, 188, 189, 190, 192, 196, 200, 201, 204, 209, 210, 211

Roteamento 213, 214, 217, 220, 223, 224

Ruído 188, 189, 190, 191, 192, 194, 195, 196, 199, 200, 202, 213, 214, 216, 217, 219, 220, 221, 222, 223

S

Segurança do Trabalho 188, 211

Séries Temporais 60

Simulação 6, 82, 83, 96, 98, 99, 219, 220, 222

Soja 43, 60, 61

Sucos 143, 145, 146, 147, 148

T

Tecnologia 24, 26, 27, 32, 33, 47, 48, 50, 54, 56, 83, 115, 158, 159, 201, 225

TFM 82, 84, 85, 86, 87

U

UEP 121, 122, 123, 124, 125

V

Vibração 189, 190, 191, 192, 193, 194, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 217

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Além dos Produtos e Sistemas Produtivos


Ano 2021

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Além dos Produtos e Sistemas Produtivos


Ano 2021