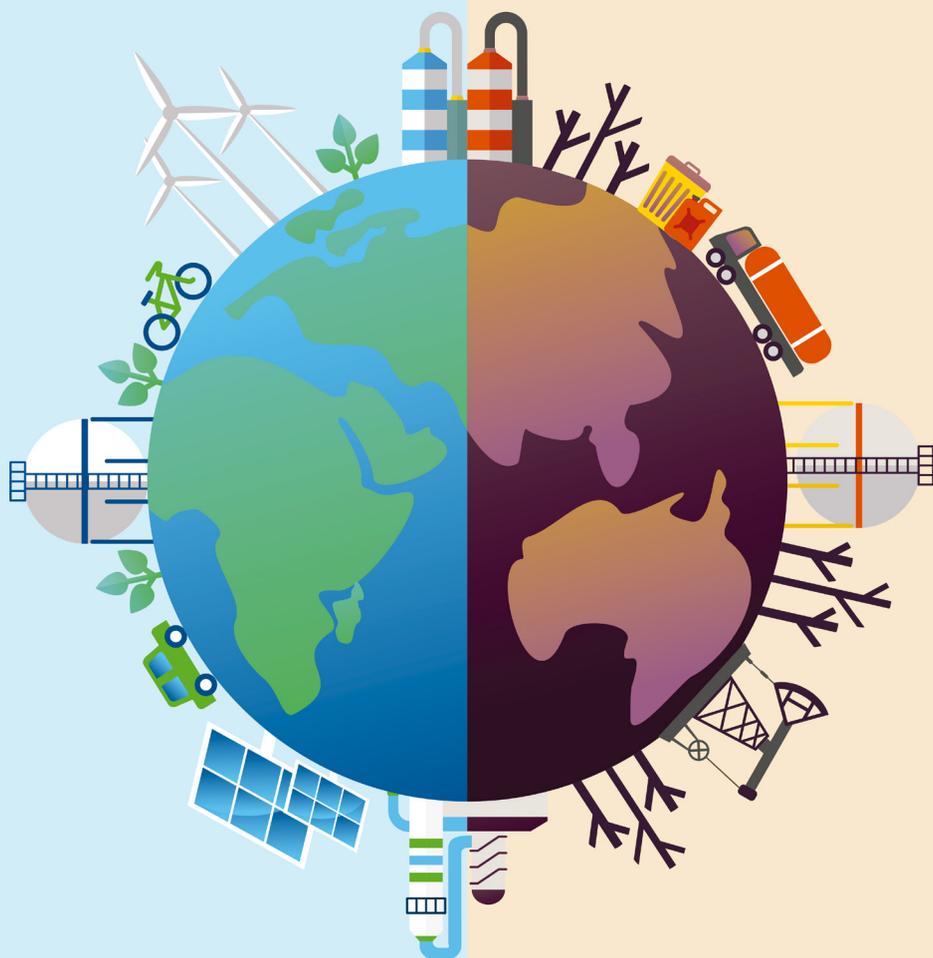


CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO:

A Nova Produção do Conhecimento



Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2021

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO:

A Nova Produção do Conhecimento



Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior
(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 Alfenas

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
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. 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
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. 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

Ciência, tecnologia e inovação: a nova produção do conhecimento

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciência, tecnologia e inovação: a nova produção do conhecimento / Organizador Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-849-6

DOI 10.22533/at.ed.496210903

1. Conhecimento. I. Almeida Junior, Edson Ribeiro de Britto de (Organizador). II. Título.

CDD 001

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 coleção “Ciência, Tecnologia e Inovação: A Nova Produção do Conhecimento” é uma obra que tem como foco principal a discussão científica por intermédio dos trabalhos que compõem seus capítulos. O volume abordará, de forma categorizada e interdisciplinar, resultados de pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que transitam no pluralismo conceitual e epistemológico da Ciência, da Tecnologia e da Inovação.

O objetivo central do livro é apresentar, de forma categorizada e clara, estudos desenvolvidos em diversas instituições de ensino e pesquisa do Brasil e de outros países sul-americanos. Partindo do pressuposto que a Tecnologia não se limita ao uso de equipamentos digais, todos os trabalhos manifestam a Tecnologia como uma forma de conhecimento que emerge da atividade humana em busca do desenvolvimento e da melhoria de sua qualidade de vida. Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres, doutores e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela inovação do conhecimento por meio do conhecimento científico e tecnológico.

Na obra, contamos com trabalhos que discutem desde a trajetória da linguagem fundamentada pela filosofia contemporânea até o conceito de Inteligência Artificial. A importância da inovação também é ressaltada por meio de trabalhos que discutem os impactos da tecnologia na segurança pública, na contabilidade ambiental, na caracterização de mercados e até mesmo em empresas construtoras. Há trabalhos que apresentam os benefícios emergentes do aprimoramento de novas técnicas para o desenvolvimento de pasta geopolimérica e para o reaproveitamento de Rejeito e Estéril. Outros capítulos discutem os benefícios provenientes das inovações, como a conservação de recursos hídricos e outras conscientizações ambientais. Em relação à conceitos vinculados à Ciência e Tecnologia de Alimentos, há capítulos que discutem a imobilização de lipases, que são enzimas que catalisam a quebra de gorduras, e o estudo da utilização de Plantas Alimentícias Não Convencionais. Os demais capítulos debatem a respeito das potencialidades, das tecnologias computacionais, para o desenvolvimento de novos exames médicos, de novos combustíveis para aviação e também para o georrefenciamento de doenças em épocas pandêmicas.

Deste modo, essa leitura proporcionará um repertório de trabalhos bem fundamentados e com resultados práticos, obtidos por diversos professores e acadêmicos que arduamente desenvolveram seus trabalhos que aqui serão apresentados de maneira concisa e didática. Sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores exporem e divulguem seus resultados.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
INTELIGÊNCIA DIGITAL: ESTRUTURAÇÃO DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NAS EMPRESAS, LITERACIA EM TECNOLOGIAS E ADAPTAÇÃO INDIVIDUAL DO SER HUMANO	
Vitor Lellis Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.4962109031	
CAPÍTULO 2	7
A TRAJETÓRIA DO SER E DA LINGUAGEM EM <i>TERRA SONÂMBULA</i> DE MIA COUTO COM BASE EM MARTIN HEIDEGGER	
Angélica Maria Alves Vasconcelos	
DOI 10.22533/at.ed.4962109032	
CAPÍTULO 3	21
SEGURANÇA PÚBLICA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA: UMA ANÁLISE DOS GASTOS NO ESTADO DE SÃO PAULO	
Francisco Teixeira Pereira	
Isabel Cristina dos Santos	
Cristiane Santana Teles Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.4962109033	
CAPÍTULO 4	37
A CONTABILIDADE AMBIENTAL COMO FATOR DE PROTEÇÃO AO ECOSISTEMA E GERAÇÃO DE VALOR AGREGADO	
Mayrla Cristhina Freire Moraes	
Wilson Maciel Corrêa Filho	
Iara Sônia Marchioretto	
DOI 10.22533/at.ed.4962109034	
CAPÍTULO 5	57
CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO DO AEROPORTO MÁRIO DE ALMEIDA FRANCO - UBERABA, MINAS GERAIS	
Caroline Gobbo Almeida	
Ailton Cícero dos Santos Junior	
Viviane Adriano Falcão	
DOI 10.22533/at.ed.4962109035	
CAPÍTULO 6	69
INCIDENCIA DE LA INNOVACIÓN Y LA GESTIÓN TECNOLÓGICA EN LA COMPETITIVIDAD DE LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS	
Giordano Rendina	
DOI 10.22533/at.ed.4962109036	
CAPÍTULO 7	95
AVALIAÇÃO DA INSERÇÃO DE FIBRAS DE SISAL CURTAS NA OTIMIZAÇÃO DA	

PRODUÇÃO DE PASTA GEOPOLIMÉRICA

Lorayne Cristina da Silva Alves
Rondinele Alberto dos Reis Ferreira
Leila Aparecida de Castro Motta

DOI 10.22533/at.ed.4962109037

CAPÍTULO 8107

SOBRE A TEMÁTICA DO REAPROVEITAMENTO DE REJEITOS E ESTÉRIL

Rafaela Baldi Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.4962109038

CAPÍTULO 9112

ADEQUABILIDADE DAS TERRAS DO RIBEIRÃO DAS AGULHAS – BOTUCATU (SP), VISANDO A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Ana Paola Salas Gomes Duarte Di Toro

Sérgio Campos

Marcelo Campos

Thyellenn Lopes de Souza

Edéria Pereira Gomes Azevedo

DOI 10.22533/at.ed.4962109039

CAPÍTULO 10120

BREVES CONCEITOS E DEFINIÇÕES DE BIOPROSPECÇÃO NA AMAZONIA LEGAL

Leonardo Marcelo dos Reis Braule Pinto

Michele Lins Aracaty e Silva

Therezinha de Jesus Pinto Fraxe

DOI 10.22533/at.ed.49621090310

CAPÍTULO 11130

AGENDA AMBIENTAL DA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA (A3P): CAPACITAÇÃO E GERENCIAMENTO PARA AÇÕES RESPONSIVAS NA REDE FEDERAL DE EDUCAÇÃO DO SUL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Sílvia Cristina de Souza Trajano

DOI 10.22533/at.ed.49621090311

CAPÍTULO 12138

IMOBILIZAÇÃO DE LIPASES: UMA VISÃO GERAL DOS MÉTODOS DE IMOBILIZAÇÃO E APLICAÇÕES

Marta Maria Oliveira dos Santos Gomes

Márcia Soares Gonçalves

Marise Silva de Carvalho

Polyany Cabral Oliveira

Luiz Henrique Sales de Menezes

Adriana Bispo Pimentel

Ozana Almeida Lessa

Iasnaia Maria de Carvalho Tavares

Julietta Rangel de Oliveira

Adriano Aguiar Mendes

Marcelo Franco

DOI 10.22533/at.ed.49621090312

CAPÍTULO 13149

PANC COM POTENCIAL GASTRONÔMICO: EXPERIÊNCIA DO CENTRO DE REFERÊNCIA EM AGROECOLOGIA DO IFAM-CMZL

Andrea Paula Menezes de Almeida

Ana de Souza Lima

Marluce Silva dos Santos

Nailson Celso da Silva Nina

Rosana Antunes Palheta

DOI 10.22533/at.ed.49621090313

CAPÍTULO 14170

PARALELIZAÇÃO DO PROBLEMA DE ORDENAÇÃO COM O USO DE OPENCL

Heleno Pontes Bezerra Neto

DOI 10.22533/at.ed.49621090314

CAPÍTULO 15183

GERAÇÃO DE DOMÍNIO E MALHA PARA O ESTUDO FLUIDODINÂMICO COMPUTACIONAL DE VASOS SEPARADORES HORIZONTAIS TRIFÁSICOS

Vittor Jorge Santos Marcelo

Jéssica Barbosa da Silva do Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.49621090315

CAPÍTULO 16199

SELEÇÃO DE *SOFTWARES* PARA O ENSINO DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

Marcelo Salvador Celestino

Vânia Cristina Pires Nogueira Valente

DOI 10.22533/at.ed.49621090316

CAPÍTULO 17218

EQUIPAMENTO DE FOTOBIMODULAÇÃO PARA APLICABILIDADE EM ODONTOLOGIA COM PARÂMETROS ASSOCIADOS: PATENTE

Luis Gustavo Franco Lessa

Hideo Suzuki

Aguinaldo Silva Garcez Segundo

DOI 10.22533/at.ed.49621090317

CAPÍTULO 18238

ESTUDO COMPARATIVO DE DIFERENTES BIOMASSAS UTILIZADAS NA PRODUÇÃO DE BIOQUEROSENE DE AVIAÇÃO

Carolina Silva e Silva

Caroline de Souza Costa

Natasha Gouveia de Moraes

Luciene Santos de Carvalho

Leila Maria Aguilera Campos

DOI 10.22533/at.ed.49621090318

CAPÍTULO 19	256
PREJUÍZO NAS FUNÇÕES EXECUTIVAS RELACIONADAS AO USO ABUSIVO DE	
ÁLCOOL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA	
João Paulo Moreira Di Vellasco	
Rejane Soares Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.49621090319	
CAPÍTULO 20	277
MANUSEIO DE FERRAMENTA <i>ONLINE</i> PARA PROCESSO DE GEORREFENCIAMENTO	
DOS CASOS DE DENGUE EM MEIO A PANDEMIA DA COVID-19	
Vitória Alves de Moura	
Antonia Elizangela Alves Moreira	
Maurício Lima da Silva	
Helvis Eduardo Oliveira da Silva	
Fernanda Guedzya Correia Saturnino	
Renata Torres Pessoa	
Pedro Carlos Silva de Aquino	
Sandra Nyedja de Lacerda Matos	
Hudday Mendes da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.49621090320	
CAPÍTULO 21	285
AS TECNOLOGIAS <i>mHEALTH</i> COMO ESTRATÉGIA DE COMUNICAÇÃO ENTRE	
ENFERMEIROS E LACTANTES	
Claudia Cristina Dias Granito Marques	
Alice Damasceno Abreu	
Laion Luiz Fachini Manfroi	
DOI 10.22533/at.ed.49621090321	
CAPÍTULO 22	325
AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL E FATORES RELACIONADOS EM	
CRIANÇAS COM ALERGIA À PROTEÍNA DO LEITE DE VACA (APLv) NO MUNICÍPIO	
DE IGUATU - CE	
Nielly Coelho Alexandre	
Cicero Jordan Rodrigues Sobreira da Silva	
Yasmim Mota de Moraes Pontes	
Luana Bezerra Mangueira	
Francisco Wellington de Sousa Junior	
Camila Venancia Guerra Andrade	
Thayná Bezerra de Luna	
Maria Iris Lara Saraiva de Figueirêdo	
Roberta Larissa Rolim Fidelis	
Antônia Jaíne Gomes Barboza	
Juliana Alves de Moraes	
Cicero Jonas Rodrigues Benjamim	
DOI 10.22533/at.ed.49621090322	
SOBRE O ORGANIZADOR	335
ÍNDICE REMISSIVO	336

CAPÍTULO 1

INTELIGÊNCIA DIGITAL: ESTRUTURAÇÃO DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NAS EMPRESAS, LITERACIA EM TECNOLOGIAS E ADAPTAÇÃO INDIVIDUAL DO SER HUMANO

Data de aceite: 26/02/2021

Vítor Lellis Oliveira
Tupi Paulista, São Paulo

RESUMO: A transformação digital virou pauta de atenção no mercado, especialmente em face das mudanças velozes de comportamento social com a deflagração da pandemia da Covid-19. Não somente os hábitos de consumo sofreram uma aceleração na migração para plataformas digitais. As interações sociais, o estilo de trabalho, o lazer, o entretenimento, e todos os aspectos que tangem a rotina dos envolvidos na cadeia produtiva foram minimamente impactados ou abruptamente fagocitados pela tecnologia digital.

PALAVRAS-CHAVE: Transformação digital, Gestão Estratégica, Cultura Organizacional.

ABSTRACT: Digital transformation has become an agenda of attention in the market, especially in the face of rapid changes in social behavior with the outbreak of the Covid-19 pandemic. Not only have consumption habits accelerated in the migration to digital platforms. Social interactions, work style, leisure, entertainment, and all aspects that concern the routine of those involved in the production chain were minimally impacted or abruptly phagocytosed by digital technology.

KEYWORDS: Digital Transformation, Strategic Management, Organizational Culture.

INTRODUÇÃO

O presente excerto tem, como finalidade, analisar nuances técnicas e não técnicas demandadas em direção a uma mudança estratégica de cultura nas organizações. Segundo o *Future of Jobs Report 2018* do Fórum Econômico Mundial, três das seis habilidades mais demandadas no ambiente corporativo em 2020 estão diretamente associadas a gestão de pessoas, relacionamento interpessoal e inteligência emocional. O relatório traz também uma projeção das habilidades em maior expansão para 2022: Pensamento analítico e inovação; Aprendizado ativo e estratégias de aprendizado; e Criatividade, originalidade e iniciativa.

Em primeiro momento, o artigo tem como objetivo desmistificar a normatização equivocada da dinâmica tecnológica e analisar a adaptabilidade dos variados tipos de sistemas – desde externos e relacionais, como sistemas hierárquicos de gestão e controle, até internos e individuais, como sistemas biológicos e neuropsíquicos – à cultura digital. Nessa fase, é suscitada uma abordagem granular de análise em 4 fases: O organismo individual, e seus estímulos neuropsíquicos; a organização - como reprodução pluricelular das atividades interdependentes do organismo; os sistemas - como replicação de comportamentos de organizações semelhantes; e, finalmente, os

ecossistemas - como a diversificação axiomática dos estímulos. O ecossistema é, portanto, a escala maior, na cadeia de negócios, da reprodução de comportamento individual, replicado e estimulado pelos participantes, particularmente as lideranças.

A tomada de decisão estratégica é examinada com maior profundidade nesse íterim, não somente em nível ferramental – incorporação incremental de ferramentas digitais – como nos níveis social e neuropsíquico. O artigo perpassa pelos estímulos corporais intrínsecos que baseiam a tomada de decisão, ativados a partir de uma determinada ação, reação, interpretação ou compreensão de um evento, e desmistifica a digitalização unidirecional das companhias, através de recursos tecnológicos somente. A instrumentalização forçada requer uma curva de aprendizado que não necessariamente é atingida através de treinamentos ou prática.

O estudo parametriza como o sucesso das organizações inovadoras, o alcance do modelo de gestão digitalmente maduro – que é imbuído não somente de recursos tecnológicos, mas também de recursos humanos de gestão -, a inteligência emocional e o autoconhecimento corporal devem ser desenvolvidos de maneira equânime e aberta. Cada agente desempenha funções fisiológicas, neuropsíquicas, hormonais, imunológicas, entre tantas outras micro interações, que, em conjunto, impactam diretamente nos objetivos estratégicos, táticos e operacionais da companhia. Por fim, o conceito de neuroplasticidade é utilizado para referenciar adaptabilidade, flexibilidade e resiliência à estratégia organizacional da instituição.

A NORMATIZAÇÃO FALHA DA DINÂMICA TECNOLÓGICA

O impacto do digital foi sentido impreterivelmente por todos os setores sociais, econômicos, políticos e culturais, em larga escala, em uma abordagem coletiva, cuja consequência está sendo a reconfiguração do tecido social a nível global. Posições, tarefas e atribuições tradicionalmente consolidadas estão sendo substituídas por máquinas ou inteligência artificial, tecnologias estão emergindo e, aceleradamente, tornando-se obsoletas, e a literacia ou letramento em determinadas habilidades estão se dissolvendo na diversificação de soluções, exemplificado no livro *Cauda Longa*, de Chris Anderson.

Esta aceleração do espectro de transformação coletiva gera claro desgaste não só em nível de comunidade, mas em nível individual, como adaptação fisiológica à rotina do home office, processo de aceitação psicológica e compreensão da nova forma de relacionamento com o mundo, que está sendo amplamente difundido como “novo normal”. Abordagem simplista em demasia para a complexidade e amplitude das dinâmicas de relacionamento que foram suscitadas a partir da quarentena e das políticas de prevenção e adequação sanitária, como o isolamento e o distanciamento social, durante a pandemia.

Etimologicamente, o adjetivo novo é uma atribuição relativa a um referencial. É tudo o que não é velho, ou o que existe a menos tempo sob “nenhuma garantia de que seja

adequado, útil ou conveniente”, nas palavras de Clóvis de Barros Filho. Já o normal vem de uma atribuição lógica de norma, ou aquilo que lhe é imposto segundo uma convenção, ou determinação social ou coletiva. Semanticamente poderíamos entender “novo normal” como um imperativo inaugural, incipiente, vanguardista ou primitivo. Convenhamos que não há nada de novo no nosso processo de adaptação fisiológica e psicológica à mudança e no nosso anseio de tentar parametrizar, regulamentar e “normalizar” aspectos intangíveis à nossa essência como seres humanos. O sistema educacional é um exemplo claro da tentativa de normatização e uni direcionamento do indivíduo desde a sua formação básica em uma estrutura rígida de controle, cujo processo é alinhado à linha de produção fabril. O objetivo do sistema educacional é fabricar produtos indistinguíveis com matérias-primas diversamente plurais.

ADAPTABILIDADE DOS SISTEMAS

Uma vez provocado o debate do nosso processo de adaptação imperativa individual, frequentemente esquecemo-nos de que é um processo natural de todo organismo vivo: Compreensão do cenário externo, entendimento das capacidades internas e incorporação de hábitos, ações e pensamentos, aos quais nosso sistema pluricelular se reorganiza e se reconfigura, em busca de padrões que permitam-no trabalhar em toda sua potencial eficiência. Este processo de adaptação, seja mental, corporal ou fisiológica, não é nada díspar dos processos de adaptação das organizações, que semanticamente, nada mais são que uma pluralidade de organismos.

A transição para o digital passa pela reestruturação da organização, reorganização de processos internos e adaptação ao cenário externo. Até mesmo os organogramas das organizações de maneira geral, e não apenas de companhias privadas, estão sendo amplamente adaptados com a incorporação de líderes de inovação e de transformação digital, ou ao menos alguém que lidere esta transição cultural empiricamente.

ECOSSISTEMAS, SISTEMAS, ORGANIZAÇÕES E ORGANISMOS

Portanto, o ponto de partida para a transformação digital não é pura e simplesmente o entendimento do modelo de negócio, da segmentação de mercado ou do planejamento estratégico da empresa. Tampouco o entendimento do cenário externo, do mapeamento competitivo ou do seu posicionamento de marca. Nada disso é, por si só, suficiente se os líderes da organização não tiverem conhecimento pleno de seu próprio organismo. Organizações são sistemas pluricelulares de atividades interdependentes em um cenário de múltiplos e distintos sistemas que as compõem, tão complexos e únicos quanto aquelas.

Da pluralidade axiomática dos sistemas surgem os ecossistemas, em cuja disposição equilibra-se a manutenção de papéis e as funções em nível coletivo. Não existe independência e a cadeia produtiva já não é mais finita, mas cíclica. Os papéis

se modelam à medida que as necessidades se alteram. A transformação digital provoca essa flexibilidade inestimável e, por vezes, intempestiva na reconfiguração de funções e na reconexão de seus axiomas. Portanto, o ecossistema é, por si só, um organismo vivo, que é granulado em escala em: sistemas, organizações e organismos subsequentemente.

Estímulos que baseiam as tomadas de decisão não são ferramentais, mas orgânicos. O benchmark é uma prática muito elucidativa e potencialmente próspera para as organizações. Entretanto, a partir do entendimento de que não há organizações congêneres ou equânimes, a percepção de sucesso de uma empresa é vista como perfeitamente replicável a outras, o que acaba por produzir um efeito manada em direção àquele processo, àquele plano, àquela estratégia. Observe, pois, nossos estímulos psicológicos, intrínsecos ao organismo, manifestando novamente a nossa decisão corporativa! Portanto, é evidente para o processo de melhoria contínua e evolutiva da organização, o entendimento não somente da mentalidade coletiva, como do organismo individual. Esta prática reflete em quais são os estímulos corporais ativados a partir de uma determinada ação, reação, interpretação ou compreensão de um evento.

A digitalização é estigmatizada em um nível conceitual básico em referência à incorporação incremental de ferramentas digitais, as quais por si só não produzem grandes transformações na evolução e desempenho das organizações. A instrumentalização forçada requer uma curva de aprendizado que não necessariamente é atingida através de treinamentos ou prática. Uma vez que as ferramentas sejam meramente instrumentos inanimados, sem o poder ou habilidade de decisão assertiva, acabam por se tornar mais um desafio para a organização, pois o processo de adaptação coletiva e integração produtiva não é perfeitamente fluido.

MODELO DE GESTÃO DIGITALMENTE MADURO, PORÉM IMATURAMENTE HUMANIZADO

O aspecto de maior dedicação e canalização de energia e esforços em incorporações digitalmente maduras é a transformação cultural. Este seria um nível conceitual mais aprofundado, ao qual são introjetados princípios de *digital first*, *mobile first*, *data-driven*, metodologias ágeis e *design thinking* em todas as tarefas diárias. São habitualmente empregados de uma maneira uniforme, com a perfeita compreensão coletiva e alinhamento de objetivos entre as áreas de interface direta ou transversal com TI, mas idealmente são almejados a todos os setores na companhia. A mudança de entendimento sobre aprendizagem ágil e a introjeção de uma mentalidade cultural orientada ao digital é amplamente desenvolvida e difundida nas companhias referência em inovação.

O funcionamento das organizações inovadoras no modelo de gestão digitalmente maduro é um grande avanço na orientação a um cenário global crescentemente mais volátil. Porém, é preciso lembrar que organizações são feitas de pessoas não parametrizáveis

ou lineares, ou seja, de organismos, que trabalham para essas pessoas trabalharem para as organizações. Desempenham funções fisiológicas, neuropsíquicas, hormonais, imunológicas, entre tantas outras micro interações que provocam nossas expectativas, ansiedades e dúvidas, além de interferirem em nossa produtividade e desempenho. A compreensão do ciclo menstrual pela empresa e sua adequação ao ritmo hormonal natural, por exemplo, pode ser um fator determinante de potencialização de desempenho e qualidade de vida no trabalho.

RELACIONAMENTOS COMO FONTE DE ADAPTAÇÃO

Segundo Daniel Goleman, o cérebro é o órgão social do corpo. A socialização é intermediada por determinados circuitos cerebrais que consentem separadamente a vida mental (interna) e o mundo físico (externo). Segundo uma projeção de adaptabilidade, um dos fenômenos mais característicos do homo sapiens é a neuroplasticidade, que por definição é a capacidade do cérebro de se moldar fisicamente a situações provocadas por elementos externos, através de estímulos químicos e reconfigurações neuronais.

A neuroplasticidade é o que nos diferencia como seres sociais e emocionais, capazes de adaptar o mundo físico à nossa atividade mental. Um atributo bastante explorado mas muito pouco entendido da neuroplasticidade é a inteligência emocional. Goleman cita como componentes básicos da inteligência emocional: o autoconhecimento; a autorregulação interna; o conhecimento social, que pode ser entendido como empatia e mapeamento de como organismos diferentes percebem o mundo; e a habilidade social, que é responsável por operar interações e relacionamentos.

Uma vez mapeados nossa relação corporal intrínseca, que desencadeia emoções, e nossos estímulos neuropsíquicos, que desencadeiam reações, podemos, finalmente, entender o nosso relacionamento com outros indivíduos, ou organismos, bem como com sistemas e organizações. Relacionamentos que nada mais são que intersecções entre a nossa autorregulação corporal e emocional, e a dos outros.

REFERÊNCIAS

<http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf> Acesso em: 30/08/2020

Andersen, Chris. 'The Long Tail', Wired 10.12 (October 2008), <http://www.wired.com/wired/archive/12.10/tail.html>.

<http://www.abmtrab.com.br/_arquivos/Direito_do_Trabalho_na_Crise_da_Covid19.pdf#page=221> Acesso em: 28/09/2020

<<https://ojs3x.gets.science/index.php/get/article/view/55/58>> Acesso em: 29/10/2020

< https://www.ted.com/talks/sir_ken_robinson_do_schools_kill_creativity> Acesso em: 30/10/2020

Duhigg, Charles. *The Power of Habit : Why We Do What We Do in Life and Business*. New York, N.Y. :Random House : Books on Tape, 2012.

Keeley, L., Pikkell, R., Quinn, B., Walters, H. (2016). *Dez Tipos de Inovação*. DVS Editora. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=-3CwDQAAQBAJ>> Acesso em: 30/10/2020

CHRISTENSEN, C. M. (1997). *The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail*. Boston: Harvard Business School Press.

BIRKINSHAW, Julian (2010). *Reinventing Management: Smarter Choices for Getting Work Done*. John Wiley & Sons

Goleman, Daniel. (1995). *Emotional Intelligence*. New York: Bantam Books, 1995. Print.

CAPÍTULO 2

A TRAJETÓRIA DO SER E DA LINGUAGEM EM *TERRA SONÂMBULA* DE MIA COUTO COM BASE EM MARTIN HEIDEGGER

Data de aceite: 26/02/2021

Data de submissão: 16/12/2020

Angélica Maria Alves Vasconcelos

Goiania

<http://lattes.cnpq.br/0152450922313825>

RESUMO: O objetivo deste artigo é fazer uma análise, por meio de uma abordagem hermenêutica fenomenológica, da obra *Terra Sonâmbula*, de Mia Couto, na perspectiva da teoria da linguagem como fenômeno estético e como processo de “essencialização” do ser, sob os conceitos, principalmente, de Martin Heidegger que definiu: “*A linguagem é a morada do ser*”. Visa compreender a dinâmica da escrita-escritura da obra, dividida em dois núcleos metonímicos que se dialogam e se intercomunicam na dinâmica do processo artístico: o macrocosmo e o microcosmo. O primeiro, parte da linguagem ficcional relativa ao universo humano; o segundo se refere ao ficcional em si, à linguagem enquanto produto artístico.

PALAVRAS-CHAVE: Fenômeno Estético, Linguagem, Essencialização, Crítica Literária.

THE TRAJECTORY OF BEING AND LANGUAGE ON *SLEEPWALKING LAND* OF MIA COUTO BASED ON MARTIN HEIDEGGER

ABSTRACT: The purpose of this article is to analyze, through a phenomenological hermeneutic

approach, of literary work *Sleepwalking Land* of Mia Couto, from the perspective of language as an aesthetic phenomenon and as a process of “essentialization”, under the theoretical concepts of the being, especially based on Martin Heidegger who defined: “language is the home of the being”. It aims to understand the dynamics of the work writing and literary writing, divided into two metonymic cores that dialogue and intercommunicate in the dynamics of the artistic process: the macrocosm and the microcosm. The first part of the fictional language on the human universe; the second refers to the fictional itself, language as an artistic product.

KEYWORDS: Aesthetic Phenomenon Language, Essentialisation, Literature criticism.

1 | A TRAJETÓRIA DO SER E DA LINGUAGEM NO DISCURSO LITERÁRIO

O homem se mostra como um ente que é no discurso. Isso não significa que a possibilidade de articulação sonora seja apenas própria do homem, e sim que o homem se realiza no modo de descoberta do mundo e da própria presença.

MARTIN HEIDEGGER

O estudo da obra literária pressupõe não perder de vista que a “realidade” que nela é sugerida está contida na própria obra, até porque nenhuma obra de arte busca representar o mundo real em que vivemos, mas o “real” artístico.

Dentro dessa linha, nosso objetivo é desvendar a trajetória dos personagens no universo do romance, como seres *da* e *na* linguagem, tratando-os como reais esteticamente e analisando os fenômenos que podem esclarecer sua existência.

Criando uma terminologia própria, Heidegger denominou o “modo de ser” do ser humano, nossa existência, com a palavra DASEIN, cujo sentido é ser-aí, estar-aí. Analisando a vida humana, o filósofo descreveu três etapas que marcam a existência inautêntica do ser:

1 - Fato da existência – o ser humano é lançado ao mundo, sem saber por quê. Ao despertar para a consciência da vida, já está aí, sem ter pedido para nascer;

2 - Desenvolvimento da existência - o ser humano estabelece relações com mundo. Para existir, projeta sua vida e procura agir no campo de suas possibilidades. Move uma busca permanente para realizar aquilo que ainda não é.

3 - Destruição do eu - tentando realizar seu projeto, o ser humano sofre a interferência de uma série de fatores adversos que o desviam de seu caminho existencial. O seu eu dissolve-se na cotidianidade. Em vez de se tornar si-mesmo, torna-se o que os outros são.

A partir desse estado de angústia, abre-se para o homem, segundo Heidegger uma alternativa: fugir de novo para o esquecimento de sua dimensão profunda, isto é, esquecer-se do ser e retornar ao cotidiano, ou superar a própria angústia, manifestando seu poder de transcendência sobre o mundo e sobre si mesmo. Surge, aí, um dos temas-chave de Heidegger: o homem pode transcender, o que significa dizer que ele está capacitado a atribuir um sentido ao ser.

Na pre-sença, a angústia revela o ser para o poder-ser mais próprio, ou seja, o ser *livre para* a liberdade de assumir e escolher a si mesmo. A angústia arrasta a pre-sença para o *ser-livre para* ...(propensio in...), para a propriedade de seu ser enquanto possibilidade de ser aquilo que já sempre é. A pre-sença como ser-no-mundo entrega-se, ao mesmo tempo, à responsabilidade desse ser. (HEIDEGGER, 1997, p. 252).

Os personagens em *Terra Sonâmbula* subsistem, estão sempre em contato com sofrimento, o temor, os mitos, os medos, a miséria, a fome e a morte. Preocupam-se com a sobrevivência, em como se manter vivos. Tudo isso sugere que são seres desessencializados, ou seja, seres que não moram na linguagem.

A pre-sença sempre se compreende a si mesma a partir de sua existência, de uma possibilidade própria de ser ou não ser ela mesma. Essas possibilidades são ou escolhidas pela própria pre-sença ou um meio em que ela caiu ou já sempre nasceu e cresceu. (HEIDEGGER, 1997, p. 39).

A filosofia de Heidegger procura pensar não o homem social e a ciência, mas o homem entregue a si mesmo, entregue à sua individualidade, aos seus conflitos existenciais, que tem uma relação com a fenomenologia, ou seja, que segue o fenômeno tal qual o homem

se põe em sua existência no mundo. Sua essência é a própria existência (o homem não é, ele existe), marcada por um conjunto de possibilidades de vir a ser.

1.1 Ser e Linguagem são Um Só

A literatura é feita de palavras e o homem é o ser da palavra, nesse sentido, compreender um é, ao mesmo tempo, compreender o outro. A criação ficcional passa a ser a linguagem da linguagem do mundo, do homem e do próprio fazer artístico. Por isso, ela é criação literária e filosófica.

MARIA APARECIDA RODRIGUES

Num primeiro momento, cabe salientar que a linguagem é fundamental para a vida. É através da linguagem que é possível ao homem conhecer o mundo e a si mesmo, demonstrar seu pensamento, ter ciência de sua condição e da sua finitude. A linguagem é o fim para se chegar a certo conhecimento do homem, enquanto sujeito, e do mundo, enquanto fenômeno.

O ente alienado envolve-se em seu dia a dia, sempre “pre-ocupado” com outros entes, ao invés de ter um compromisso com a questão do ser. Esse personagem que vive na existência inautêntica tem uma possibilidade de chegar à existência autêntica, quando o ele assume que sua existência é um nada, no sentido do que ele “é”, naquele momento. Logo, é necessário escutar no interior do seu “ser” o apelo para poder ser.

Em seu início, *Terra Sonâmbula* deixa transparecer que os personagens estão na condição de ser-aí, um estado existencial, em sua realidade finita e entregue ao destino, ainda sem a linguagem que lhes permita entender o que são e como se relacionar com o mundo.

Assim, na abertura da compreensão à dinâmica da existência humana, os sentidos permitem que os entes signifiquem o que são e sendo compreendidos enquanto entes. O ser no mundo, com seus utensílios, permite que os entes compartilhem e signifiquem algo para que este algo possa aparecer. O homem que permanece sempre só com a natureza, isto é, com o mediato, jamais encontra imediatamente o “próprio ser”. Mas o indivíduo sabe que o ser dá a todo ente a “garantia de ser”. Sem ela, todo o ente permaneceria no nada, na privação absoluta do ser.

A pre-sença sempre se compreende a si mesma a partir de sua existência, de uma possibilidade própria de ser ou não ser ela mesma. Essas possibilidades são ou escolhidas pela própria pre-sença ou um meio em que ela caiu ou já sempre nasceu e cresceu. No modo de assumir-se ou perder-se, a existência só se decide a partir de cada pre-sença em si mesma. A questão da existência sempre só poderá ser esclarecida pelo próprio existir. (HEIDEGGER, 1997, p. 39).

Ao tomar contato com os cadernos de Kindzu, Muidinga descobre que sabe ler, balbuciando as palavras, juntando com dificuldades os pedaços de letras, assim como faz

com sua própria existência, reconstituindo-a, pouco a pouco, conforme parece se tornar consciente pelas revelações da vida de outro. Começa assim a busca para se descobrir, conforme denota o trecho a seguir:

O jovem passa a mão pelo caderno, como se palpasse as letras. Ainda agora ele se admira: afinal, sabia ler? Que outras habilidades poderia fazer e que ainda desconhecia?

-Tuahir, não se zanga se lhe chamar de tio...

- Que queres, diga lá?

- Me conte sobre a minha vida. Quem eu era antes do senhor me apanhar?
(COUTO, 2007, p. 34).

A trajetória de Muidinga, ao longo da história, mostra como este personagem vai construindo uma consciência. Sua interação com o outro - Tuahir, fisicamente, e Kindzu, através dos cadernos - lhe possibilita uma leitura de mundo, de si mesmo e do outro, que pode resultar em sua essencialização, sua transformação, uma possibilidade de vir a ser

Tuahir é um contador de histórias, que não sabe ler, que se baseia na tradição oral e em suas experiências cotidianas e espontâneas. Ele ajuda Muidinga com seus ensinamentos de vida e possibilita a recuperação de sua memória antes perdida. Metonimicamente, o narrador apresenta este personagem como analogia à sociedade primitiva, sem acesso a escrita, restrito aos conhecimentos práticos recebidos das gerações anteriores e do colonizador.

Kindzu, personagem-narrador, será o objeto de nossa análise, em que tentaremos mostrar a dicotomia existente em seu ser. Já de início, percebe-se, pela linguagem, que este personagem pode ser um “sonâmbulo” conforme retratado em vários de seus sonhos. Numa análise simplista pode-se perceber uma diferença entre o sonhador e o sonâmbulo: este realiza tudo nos sonhos, enquanto aquele pode realizar seus sonhos em sua existência.

Neste aspecto, a linguagem do personagem Kindzu mostra que ele apenas se relaciona com outros entes, ou seja, todos os personagens que aparecem em seus diários são despersonalizados, desessencializados ou zoomorfizados. Seus objetivos de vida apenas aparecem nos seus sonhos, só neles os realiza, embora, através de seus diários, possa contribuir para a essencialização de Muidinga. Como ele mesmo se define.

Tuahir, por seu lado, também acaba recebendo influência dos escritos de Kindzu que vão sendo lidos por Muidinga, em voz alta.

No capítulo intitulado A Lição de Siqueleto apresenta-se o seguinte:

O velho e o menino, ainda prisioneiros de Siqueleto, “fumam com o gosto de serem eles mesmos o incenso, fumam como se em seus dedos esfumasse o tempo, como se não houvesse rede os aprisionando” (COUTO, 2007, p. 68). Tem-se, neste trecho, uma clara

referência à essencialização do homem. A rede “prende” o ente. A consciência liberta o ser. O narrador usa esta ambiguidade no texto (prisão-liberdade), provavelmente para mostrar a dicotomia existencial, ou seja, o indivíduo pode estar fisicamente preso e, mesmo assim, ser livre, por atingir a consciência do seu ser.

Quando por um buraco da rede Muidinga consegue retirar um braço, apanha um pau e escreve no chão a palavra “SIQUELETO”.

Que desenhos são esses? Pergunta Siqueleto.

-É o teu nome, responde Tuahir

-Esse é o meu nome?

O velho desdentado se levanta e roda em volta da palavra. Está arregalado. Joelha-se, limpa em volta dos rabiscos. Ficou ali por tempos, gatinhoso, sorrindo para o chão com sua boca desprovida de brancos. (COUTO, 2007, p. 69).

Pode-se dizer que a compreensão de Siqueleto se dá mais pelo sentimento, pela linguagem original de que fala Heidegger, do que pela palavra escrita. Sente, por assim dizer, seu lugar no mundo, uma razão para sua existência. Como não tinha para quem passar suas origens e histórias (era o último habitante da aldeia), Siqueleto consegue enxergar a possibilidade de não ser esquecido.

Linguagem e comunicação são manifestações do falar. Enquanto a linguagem é vista por Heidegger como a extensão do falar, a comunicação é apresentada como o sentido acumulado pela própria experiência do falar. Na cotidianidade de compreensão, o Dasein não tem, necessariamente, consciência de que está compreendendo. Ele se projeta em direção de suas possibilidades sem, a todo momento, saber-se projetando dessa maneira. Porém, algumas vezes ele adquire essa consciência. (ROCHA, 2005, p. 60)

Imediatamente Siqueleto busca uma faca e corta a rede libertando os prisioneiros e estes o acompanham. Neste momento, o personagem parece compreender, pela linguagem e pela reflexão, seu lugar no mundo e, pretende, de alguma forma, indicar que toma consciência de seu papel no mundo e que se tornou importante para ele a relação com o outro e consigo mesmo.

Solta Tuahir e Muidinga das redes. São conduzidos pelo mato, para lá do longe. Então, frente a uma grande árvore, Siqueleto ordena algo que o jovem não entende.

- Está mandar que escrevas o nome dele.

Passa-lhe o punhal. No tronco Muidinga grava letra por letra o nome do velho.

Ele queria aquela árvore para parteira de outros Siqueletos, em fecundação de si. Embevecido, o velho passava os dedos pela casca da árvore. E ele diz:

- Agora podem-se ir embora. A aldeia vai continuar, já meu nome está no sangue da árvore. (COUTO, 2007, p. 69).

1.2 A (Des)Essencialização do Ser

Eram cores sujas, tão sujas que tinham perdido toda a leveza, esquecidas da ousadia de levantar asas pelo azul. Aqui, o céu se tornara impossível. E os vivos se acostumaram ao chão, em resignada aprendizagem da morte.

A estrada que agora se abre a nossos olhos não se entrecruza com outra nenhuma. Está mais deitada que os séculos, suportando sozinha toda a distância.

MIA COUTO

O narrador parece querer sugerir que a maioria dos personagens está presa à sua vida material, está desessencializada. A mãe de Kindzu, da qual não se sabe nem o nome, é um exemplo desse estado de despersonalização e desessencialização dos personagens. Repetindo um trecho já citado antes: “Minha mãe abanava a cabeça. Ela nos ensinava a sermos sombras, sem nenhuma outra esperança senão seguirmos do corpo para a terra. Era lição sem palavra, só ela sentada, pernas dobradas, um joelho sobre o outro joelho.” (COUTO, 2007, p.17).

Farida tenta ajudar sua mãe, enterrada em um buraco cheio de água, mas esta se recusa, dizendo que devia pagar sua dívida com o mundo. Fugindo da aldeia é acolhida por um casal de portugueses, aprende a ler e escrever e tem na mulher, D. Virginia, uma nova mãe, mas acaba violentada pelo marido de D. Virginia, Romão Pinto. Dessa relação, nasce Gaspar, entregue por ela a uma missão católica. A personagem apresenta-se com uma personagem desessencializada. Seu discurso é totalmente dissonante, pois o ódio e a culpa caminham juntos pelas veredas de seu eu, perdida na escuridão que ela mesma desencadeou. Filha das tradições de seu povo, gerando o filho do colonizador, da miscigenação (Gaspar-Muidinga), abandonando-o em seguida. Isola-se em um navio abandonado, olhando para uma ilha que só ela via, onde havia um farol apagado.

Apontou no escuro e disse: Vês aquelas sombras lá?. É uma pequenita ilha. Nessa ilhinha está um farol. Já não trabalha, se cansou. Quando este farol voltar a iluminar a noite, os donos deste barco vão poder encontrar o caminho de volta. A luz desse farol é a minha esperança, apagando e acendendo, tal qual a minha vontade de viver.[...]

[...] Escuta, Kindzu: sabes quem te guiou até aqui? Não acreditas nos xipocos? Pois eu sou da família dos xipocos. Me ensinaram a apagar esta

parte de mim, crenças que alimentaram nossas antigas raças. (COUTO, 2007, p. 83).

Deduz-se pela linguagem de Farida que ela está presa entre dois mundos – da ancestralidade e da colonização – não se adequando a nenhum deles. Por outro lado, também não busca seu ser, espera por um farol que um dia irá clarear seu mundo interior.

A esse respeito Heidegger afirma:

Ser-com os outros pertence ao ser da pre-sença que sendo, está em jogo seu próprio ser. Enquanto ser-com, a pre-sença “é”, essencialmente, em função dos outros. Isso deve ser entendido, em sua essência, como uma proposição existencial. Mesmo quando cada presença de fato *não* se volta para os outros, quando acredita não precisar deles ou quando os dispensa, ela ainda é no modo de ser com. (HEIDEGGER, 1997, p. 175).

Kindzu parece conceber um projeto: ser ele também um naparama. E os naparamas, realmente existiam? O próprio Kindzu não tem certeza disso, pois os idosos duvidavam: “Eu queria juntar-me aos naparamas? Esses combatentes que eu sonhava, com certeza não existiam em realidade. Os velhos punham desconfiança: os tais guerreiros não eram naturais da nossa terra”. (COUTO, 2007, p. 30-31). Em outro trecho Kindzu questiona Assane sobre a existência desses guerreiros Mas, em suas próprias palavras, não consegue perseguir qualquer objetivo futuro, visto que não consegue se livrar do passado, além de “assumir” para si a responsabilidade de outros: “Se um dia me arriscar num outro lugar, hei-de levar comigo a estrada que não me deixa sair de mim.” (COUTO, 2007, p. 23).

O impessoal tira o *encargo* de cada pre-sença em sua cotidianidade. E não apenas isso; com esse desencargo, o impessoal vem ao encontro da pre-sença na tendência de superficialidade e facilitação. Uma vez que sempre vem ao encontro de cada pre-sença dispensando-a do ser, o impessoal conserva e solidifica seu domínio caturro. (HEIDEGGER, 1997, p. 180).

Este relato, pela boca do próprio personagem KINDZU, sugere que o seu ser está perdido, um ente dividido entre tantos entes: seu pai, sua terra, seus amigos, seus objetivos e, no final, sua paixão. Inclusive, com relação à parte sentimental, verifica-se que ele está também dividido. Relaciona-se com Carolinda, a própria irmã de Farida, e, no campo de refugiados, também com outra mulher, Jotinha.

Segue, assim, como as folhas movidas pelo vento, levado pelos seus instintos, ao sabor dos acontecimentos, não tomando as rédeas de sua existência.

Conforme se vê no trecho abaixo:

O que queria mesmo era ir mar adentro, como Assma, empurrado num barquinho sem destino. Ou fazer como minha mãe me ensinou: ser a mais delicada sombra. É isso que desejo: me apagar, perder voz, desexistir. Ainda bem que escrevi, passo por passo, essa minha viagem. Assim escritas essas lembranças ficam presas no papel, bem longe de mim. (COUTO, 2007, p. 200).

Pela sua linguagem, o que pode se apreender do interior do personagem é de que é regido pelas crenças e mitos ancestrais, e que, mesmo tendo conhecimento razoável do mundo das letras, optou por falar ao invés de “ouvir”, não conseguindo descobrir o seu verdadeiro ser. Citando Heidegger:

Escutando, o pensamento fala. A escuta é a dimensão mais profunda e o modo mais simples de falar. O barulho do silêncio constitui a forma originária de dizer. No silêncio, o sentido do ser chega a um dizer, sem discurso nem fala, sem origem nem termo, sem espessura nem gravidade, mas que sempre se faz sentir, tanto na presença como na ausência de qualquer realização ou coisa. (HEIDEGGER, 1997, P.15).

A linguagem de Kindzu, em seu sonho final, parece sugerir uma mudança: talvez uma compreensão de que seus diários contribuiriam para que alguém (Muidinga) pudesse ter uma compreensão mais abrangente do mundo e do seu próprio ser. Mas, mesmo em seu último sonho, uma sugestão de sua morte, não consegue se libertar do passado.

A trajetória de Muidinga, ao longo da história, mostra como este personagem vai construindo uma consciência. Sua interação com o outro - Tuahir, fisicamente, e Kindzu, através dos cadernos - lhe possibilita uma leitura de mundo, de si mesmo e do outro, que pode resultar em sua essencialização, sua transformação, uma possibilidade de vir a ser.

Muidinga repara que a paisagem, em redor, está mudando suas feições. A terra continua seca mas já existem nos ralos capins sobras de cacimbo. Aquelas gotinhas são, para Muidinga, um quase prenúncio de verde. Era como se a terra esperasse por aldeias, habitações para abrigar futuros e felicidades. (COUTO, 2007, p. 49).

O narrador deixa transparecer, com esta metáfora, a personalização de Muidinga, “um quase prenúncio de verde”, uma esperança.

De facto, a única coisa que acontece, é a consecutiva mudança da paisagem. Mas só Muidinga vê essas mudanças. Tuahir diz que são miragens, fruto do desejo de seu companheiro. Quem sabe essas visões eram resultado de tanto se confinarem ao mesmo refúgio. (COUTO, 2007, p. 63).

Assim, ao longo da narrativa, a “paisagem” de Muidinga vai se modificando, conforme ele vai se encontrando consigo, conforme seu ser vai se constituindo e se construindo, mostrando seus diversos estágios, seu crescimento como humano. Observa-se que até aqui, Tuahir ainda não percebe “a paisagem que se altera”, ainda está em um outro estágio de sua essencialização. Diz que o que Muidinga vê são miragens. Contudo, com a convivência com Muidinga, ao ouvir os relatos dos cadernos de Kindzu, seu ser vai se mostrando, sua essência vai surgindo, inclusive sentindo-se novamente um “pai” para o garoto.

Mais adiante, segue um miúdo, com passo lento. Nas suas mãos estão papéis que me parecem familiares. Me aproximo e, com sobressalto, confirmo: são

os meus cadernos. Então, com o peito sufocado, chamo: Gaspar! E o menino estremece como se nascesse por uma segunda vez. De sua mão tombam os cadernos. Movidas por um vento que nascia não do ar mas do próprio chão, as folhas se espalham pela estrada. Então, as letras, uma por uma, se vão convertendo em grãos de areia e, aos poucos, todos meus escritos se vão transformando em páginas da terra. (COUTO, 2007, p. 204).

1.3 Descoberta pela linguagem – livro-leitura

A desreificação do ser em Terra Sonâmbula inicia-se com leitura dos cadernos de Kindzu. Ela desperta Muidinga e Tuahir, pelos vários episódios e personagens introduzidos por seus diários, para uma nova perspectiva de suas vidas e suas ações.

O ser está ligado à sua capacidade de ser agente do discurso e da história, tanto a sua quanto a da humanidade: a linguagem é recurso fundamental da vida. É através da linguagem que é possível ao homem conhecer o mundo e a si mesmo, representar seu pensamento, ter ciência de sua condição e da sua finitude. Ela é o único meio disponível para se chegar a certo conhecimento do homem, enquanto sujeito, e do mundo, enquanto fenômeno. Sem ela todo o acesso ao mundo estaria fadado à incomunicabilidade do universo fechado e desconhecido.

As palavras falam porque as coisas nos falam, e é no mesmo movimento que elas nos falam e que elas se nomeiam. Originalmente, quando a coisa faz ' signo, o signo que a nomeia é motivado. Não é o homem falante, para o qual a linguagem sempre já está aí, quem cria o signo. (DUFRENNE, 1972, p. 147).

É ela que permite ao homem a ordenação e a representação do pensamento. É impossível falar do homem sem falar antes da linguagem, pois a linguagem antecede o homem.

Para Hanna Arendt (1987, p.192) “no discurso, os homens mostram quem são, revelam ativamente suas identidades pessoais e singulares e assim apresentam-se ao mundo humano, enquanto suas identidades físicas são reveladas, sem qualquer atividade própria, na conformação singular do corpo e no som singular na voz. Esta revelação de “quem” em contraposição a “o que” alguém é, está implícita em tudo o que se diz ou faz

Thuair, pelo contato que tem com os diários de Kindzu, através das leituras que lhe faz Muidinga, também parece aos poucos se transformar. Enquanto ensina Muidinga pela prática, também aprende com os diários.

Mantendo a sua tradição, Tuahir aos poucos vai se transformando, tanto pelo contato com Muidinga quanto pelo que recebe das leituras dos cadernos de Kindzu. Na verdade, o “rio” em construção por Nhamataca pode ser entendido como um caminho mais curto para alcançar um objetivo, abreviar a viagem rumo ao entendimento, ao encontro da consciência.

O mundo é linguagem e o próprio mundo e o homem vão se tornando sujeitos, por meio e a partir dela, numa profunda metamorfose do ser.

Dessa forma Muidinga se põe a questionar quem seria o autor dos escritos? “O homem de camisa sanguentada, estendido ao lado da mala, seria o tal Kindzu”? (COUTO, 2007, p.34). Ele começa a preencher os vazios em seu interior. Emerge a sensibilidade capaz de captar e registrar algo que estava adormecido, e que, aos poucos, se revela no silêncio da linguagem de Kindzu.

Enquanto Kindzu relata sua saga para se refugiar em um lugar tranquilo e parte de sua aldeia como um homem de viagem, de acordo com a definição do feiticeiro, Muidinga se serve dos cadernos para fazer indagações sobre si mesmo, uma viagem ao seu interior. A narrativa de Kindzu sobre Gaspar acende em Muidinga a “luz”, o conhecimento de seu passado, do tempo anterior à perda de memória. É um processo de transformação, fazendo com que Muidinga assuma novas maneiras de comportamento, como na passagem em que o menino vê o velho Tuahir como pai.

Muidinga receia que o tio deseje quebrar aquele fingimento, cansado da ilusão. Mas não, o velho prossegue a brincadeira. E começa a palhaçar, cambalhotando, para lhe fazer soltar gargalhadas. Cada riso do sobrinho lhe dá o gozo de se sentir pai. Cada disparate de Tuahir traz a Muidinga a doçura de ser filho. (COUTO, 2007, p. 156).

1.4 Libertação – O Despertar

Todo questionamento é uma procura. Toda procura retira do procurado sua direção prévia. Questionar é procurar cientemente o ente naquilo que ele é e como ele é. A procura ciente pode transformar-se em “investigação” se o que se questiona for determinado de maneira libertadora.

MARTIN HEIDEGGER

Cabe aqui uma constatação: pode-se procurar de duas formas, fora ou dentro de nós mesmos. Ou ainda, procurar fora e olhar para dentro, estabelecer uma relação comparativa entre estar no mundo e ser no mundo. O questionamento deve ser feito ao seu próprio interior, onde se forma o entendimento do ser.

Pertence à pre-sença, no entanto, de modo essencial, o fato de, com a abertura de seu mundo, ela estar aberta para si mesma, de tal modo que ela sempre já se compreende. O clamor alcança a pre-sença nesse movimento de sempre já se ter compreendido na cotidianidade mediana das ocupações. O próprio-impessoal do ser-com os outros nas ocupações é também alcançado pelo clamor. (HEIDEGGER, 1997, Parte II, pag. 58).

Este clamor (da consciência) faz o indivíduo voltar-se para si próprio, sair do “impessoal e do falatório” citados por Heidegger, buscar compreender-se, não pelo falar, mas pelo “ouvir o silêncio”, abrir-se para si próprio, questionar-se, abrindo possibilidades para sua transcendência.

Fica claro que Kindzu não toma iniciativa por si mesmo, está sempre seguindo

conselhos e opiniões de outros, seu discurso é um e seus atos são outros. Ele não consegue acessar sua verdadeira linguagem. Já Muidinga, como um “renascido”, está aberto aos questionamentos e quer aprender sobre o mundo e sobre si. Ele tem a possibilidade de vir-a-ser

Então ele com um pequeno pau rabisca na poeira do chão: “Azul”. Fica a olhar o desenho com a cabeça inclinada sobre o ombro. Afinal, ele também sabia escrever? Averiguou as mãos quase com medo. Que pessoa estava em si e lhe ia chegando com o tempo? Esse outro gostaria dele? Chamar-se-ia Muidinga? Ou teria outro nome, desses assimilados, de usar em documento? [...]

[...] Lhe vem uma outra palavra, sem cuidar na escolha: “Luz”. Dá um passo atrás e examina a obra.[...]

[...] De súbito, lhe chegam sons distantes no tempo, semelhando gritos de meninagem em recreio. O menino estremece: aquela era uma primeira lembrança. (COUTO, 2007, p. 37).

Fica a olhar o desenho com a cabeça inclinada como sinal de reverência, como se algo o despertasse para a vida. Ele continua plasmado como se olhasse para uma tela que projetasse uma grande cena de um filme, do qual ele era o protagonista. Ele percebe que tem um grande diferencial em relação à grande maioria.

É possível fazer uma analogia com a Fênix mitológica: renasceu fisicamente, salvo por Tuahir, e como ser da linguagem, pelos diários de Kindzu. Dirige-se agora para a estrada interna de seu ser, que se abre aos seus olhos, que se entrecruza com seus desejos e sonhos, resultando em um questionar, buscar, assimilar e, acima de tudo se realizar interagindo com o seu eu profundo.

Por isso a silenciosidade é o modo de articulação do discurso que pertence ao querer-ter-consciência. Caracterizou-se o silêncio como possibilidade essencial do discurso. Aquele que, silenciando, quer dar a compreender, deve “ter algo a dizer”. Na aclamação a pre-sença dá a compreender o seu poder- ser mais próprio. Por isso, o clamor é um silêncio. O discurso da consciência nunca chega a articular-se. A consciência só clama em silêncio, ou seja, o clamor provém da mudez, da estranheza e reclama a pre-sença conclamada para aquietar-se na quietude de si mesma. (HEIDEGGER, 1997, parte II, pag. 86).

Segundo Heidegger (1997, p. 16): “O homem é o ser que fala mesmo quando não fala e cala, recolhendo-se no silêncio do sentido” [...].

Baudelaire diz: “Na escuridão surge uma rosa. A obscuridade deriva do fato de resguardar-se do mundo exterior. Fecho os olhos e vejo a luz e o mundo interior se abre, livre do caráter mortal da vida. Transforma a escuridão, a ausência do real, em luz e se converte no nascimento de uma rosa que só desabrocha na luz da escuridão. Então sua

obscuridade é um excesso de luz espiritual” (Friedrich, 1978, p. 179).

Aqui pode-se fazer uma analogia entre o “nada” expresso por Heidegger e a “escuridão” citada por Baudelaire, ambos podendo designar a linguagem, ou ainda, o interior do ser, que ao ser acessado pelo intelecto se transforma em “luz” ou a compreensão do seu mundo interior, “desabrochando” a partir daí a linguagem (o entendimento), ou seja, a partir do nada é que o Ser se desenvolve pela linguagem, que o desperta para sua força e que permite a plenitude de sua existência autêntica.

O despertar do ser para a vida é também o despertar para a morte, a finitude da existência, o espaço e o tempo que tem o ser para buscar sua essencialização e transcendência. Durante a vida a transcendência pode ser buscada pelos entes, que dependem de sua capacidade e projetos. Para Heidegger não pode haver transcendência para o ser após a morte, ela só pode-se dar durante a existência, que, finda com morte, não permite mais possibilidades. Entretanto o ser pode apreender o sentido da morte, pois convive e presencia a de outros, tomando contato com a temporalidade da existência.

Alcançar a totalidade da pre-sença na morte é, ao mesmo tempo, perder o ser do pré. A transição para o não mais estar pre-sente retira a pre-sença da possibilidade de fazer a experiência dessa transição e de compreendê-la como tendo feito essa experiência. Com efeito, o mesmo se pode recusar a cada pre-sença, no que concerne a si mesma. A morte dos outros, porém, se torna tanto mais penetrante, pois o findar da pre-sença é “objetivamente” acessível. Sendo essencialmente ser-com os outros, a pre-sença pode obter uma experiência da morte. Esse dado “objetivo” da morte também deverá possibilitar uma delimitação ontológica da totalidade da pre-sença. (HEIDEGGER, Parte II, 1997, p. 17).

Embora já tenha presenciado a morte de outros, parece que o personagem Muidinga, embora sinta medo, não se afasta do amigo, talvez pela consciência adquirida, mas principalmente por entender o real significado da existência humana. Nas palavras de Heidegger (Parte II, 1997, p. 36) “No fundo, essa tranqüilidade vale não apenas para o “moribundo”, mas, sobretudo, para aqueles que “consolam””.

A morte se desentranha como perda e, mais do que isso, como aquela perda experimentada pelos que ficam. Ao sofrer a perda, não se tem acesso à perda ontológica como tal, “sofrida” por quem morre. Em sentido genuíno, não fazemos a experiência da morte dos outros. No máximo estamos apenas “juntos”. (HEIDEGGER, 1997, parte II, p. 19).

A sugestão da morte de Tuahir, de certa forma, remete a mais um possível estágio da existência de Muidinga, que continua sua caminhada, apesar de todas as perdas, agora por si próprio, dono de seu próprio projeto. A superação da angústia e do medo é necessária para que o ente encontre sua consciência e o seu verdadeiro significado no mundo. Certamente, pelo ouvir e ler, mais do que pelo falar, pela linguagem original de que fala Heidegger, abriu-se sua consciência e ampliaram-se suas possibilidades de “poder-ser”.

Parece que o personagem Muidinga adquiriu a compreensão da “conjuntura” de seu mundo, bem como possibilidade de transcender, assumindo uma “ocupação”, ou seja, entendeu que a própria temporalidade é um estímulo a transformar-se em um ser-para, um ser com projeto de futuro.

As últimas palavras do romance são também o último relato de Kindzu, que, ainda em seu sonho premonitório, se vê realizando o que não conseguiu fisicamente. É o relato do sonho de encontrar o filho desaparecido de Farida, sua “preocupação” em vida. Mas relatando o “encontro” simbólico do passado, presente e futuro, a narrativa realiza, por meio da linguagem, esse encontro da arte com a vida, dos entes consigo mesmos e de seus próprios “seres”. As “páginas da terra”, além de todo conteúdo poético expresso pelo estilo narrativo, parece ser uma comprovação de que apenas a linguagem pode propiciar a transformação de entes em seres e que Muidinga pode, a partir desse ponto, ser o difusor que “espalha” o conhecimento e a própria linguagem. “A linguagem é a passagem obrigatória de todos os caminhos do pensamento” (HEIDEGGER, 1997, p. 21).

2 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O discurso é constitutivo da existência da pre-sença, uma vez que perfaz a constituição existencial de sua abertura. A escuta e o silêncio pertencem à linguagem discursiva como possibilidades intrínsecas. Somente nestes fenômenos é que se torna inteiramente nítida a função constitutiva do discurso para a existencialidade da existência.

MARTIN HEIDEGGER

Procurou-se entender um pouco como cada personagem se apresenta e, pela sua linguagem, se tem possibilidades de se essencializar e, se não, o que pode estar impedindo aquele ente de buscar o SER. Logicamente não é possível analisar a totalidade dos personagens e, por isso, buscou-se focar naqueles que mais se sobressaem na trama, especialmente os protagonistas. Mesmo assim, acredita-se ter conseguido atingir um amplo espectro de situações que são apresentadas neste trabalho.

Efetivamente, pode-se verificar que, pela linguagem dos personagens, nenhum nos passou a impressão de ter conseguido atingir a “consciência de ser”. De fato, tal como na vida, poucos podem se gabar de ter atingido a plenitude em sua existência. Dois deles, Tuahir e Muidinga (este último em maior grau), apresentam uma maior possibilidade, estão em estágio diferente dos demais.

Kindzu, o outro protagonista, também narrador, embora deixe em seus cadernos sua história que, de certa forma, contribui para o crescimento de Tuahir e Muidinga, não parece ter conseguido sua auto-realização. Sua linguagem deixa transparecer suas fraquezas, sua não ocupação, seu aprisionamento à tradição e à mística. Como outros personagens,

embora protagonista, demonstra que não tem a determinação necessária para encontrar seu próprio caminho e realizar seu projeto rumo a uma existência autêntica. Como diz Heidegger (1997, parte II, p. 111) “Mostrou-se que, de início e na maior parte das vezes, a pre-sença *não* é ela mesma, mas se perdeu no próprio impessoal”.

O personagem Muidinga (no passado Gaspar) demonstra uma “fortaleza”, uma determinação que não se encontra nos demais personagens, e, sua linguagem, principalmente seus questionamentos, parece evidenciar que ele tem muitas possibilidades de se “essencializar” como ser. Metonimicamente, pode significar uma esperança, um país que “renasce” do caos ou do “nada” em que se encontrava.

REFERÊNCIAS

- ARENDETT, Hannah. *A Condição Humana*. Ed. Forense Universitária. Rio de Janeiro, 2014.
- CASANOVA, Marcos Antonio. *Compreender Martin Heidegger*. Ed. Vozes. Rio de Janeiro, 2009.
- BAUDRILLARD, Jean. *Simulacros e Simulação*. Ed. Relógio d'Água. Lisboa, 1991.
- COUTO, Mia. *Terra Sonâmbula*. Ed. Cia. das Letras. São Paulo, 2007.
- DUFRENNE, Mikel. *Estética e Filosofia*. Ed. Perspectiva. São Paulo, 1972.
- ELIADE, Mircea. *Mito e Realidade*. Ed. Perspectiva. São Paulo, 2011.
- FARIAS, Tássio Ricelly Pinto de. *Heidegger e a metafísica do “nada”*. Ed. Escala, 2016.
- FOUCAULT, Michel. *As Palavras e as Coisas*. Ed. Martins Fontes. São Paulo, 2007.
- FRIEDRICH, Hugo. *Estrutura da Lírica Moderna*. Ed. Duas Cidades. São Paulo, 1978.
- GUSDORF, George. *A Fala*. Ed. Riv. Rio de Janeiro, 1977.
- HEIDEGGER, Martin. *Ser e Tempo, I e II*. Ed. Vozes. Rio de Janeiro, 1997.
- LEFEBVE, Maurice-Jean. *Estrutura do Discurso da Poesia e da Narrativa*. Ed. Arco de Almedina. Coimbra, 1980.
- MACHADO, Roberto. *A Filosofia e a literatura*. Ed. Vozes. Rio de Janeiro, 2000.
- MERTENS, Roberto S. Kahlmeyer. *10 Lições sobre Heidegger*. Ed. Vozes. Rio de Janeiro, 2015.
- RODRIGUES, Maria Aparecida. *Angústia Selvagem*. Ed. Kelps. Goiânia – 2011.
- STEIN, Ernildo. *O Existencialista - Fenomenologia e Filosofia*. Ed. Ética. Porto Alegre, 1967. _____ . *Seis Estudos sobre Ser e Tempo*. Ed. Vozes. Rio de Janeiro, 2005.

CAPÍTULO 3

SEGURANÇA PÚBLICA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA: UMA ANÁLISE DOS GASTOS NO ESTADO DE SÃO PAULO

Data de aceite: 26/02/2021

Data de submissão: 22/12/2020

Francisco Teixeira Pereira

Universidade Municipal de São Caetano do Sul
- USCS
São Caetano do Sul – SP
<http://lattes.cnpq.br/6859960631579996>

Isabel Cristina dos Santos

Universidade Municipal de São Caetano do Sul
- USCS
São Caetano do Sul – SP
<http://lattes.cnpq.br/7000986716832441>

Cristiane Santana Teles Pereira

Universidade Nove de Julho – UNINOVE
São Paulo – SP
<http://lattes.cnpq.br/6482925565910606>

RESUMO: O tema Segurança Pública é um desafio para cidades em todo o mundo. No Brasil, apesar de garantida pela Constituição, a segurança é falha e o país é, estatisticamente, um dos mais violentos do mundo. O governo assume que existe dificuldade de criar infraestrutura apesar da previsão orçamentária para os serviços básicos no Brasil. As classes sociais menos favorecidas muitas vezes se tornam reféns do crime que domina muitas áreas onde o poder do Estado não chega de forma eficiente. Para o combate à violência, em muitas partes do mundo e, principalmente nas cidades inteligentes, as novas tecnologias são uma alternativa eficaz e de possível integração com outros sistemas de

gestão de cidades. Este trabalho busca identificar se existe relação entre os gastos em inovação tecnológica para Segurança Pública no estado de São Paulo e a redução dos índices de violência que ocorreu no estado. Para tanto, adotou-se uma abordagem qualitativa, tipo pesquisa exploratória e bibliográfica. Os resultados apontam que entre 1996 e 2017 a população do Brasil e do estado de São Paulo cresceu cerca de 32%. No mesmo período houve um aumento de morte intencional no Brasil de 63,9%, enquanto o estado de São Paulo registrou uma redução de 65,3%. Os dados da pesquisa indicam que São Paulo gasta cerca de 5% do orçamento em Segurança Pública, e o Brasil gasta apenas 0,5%. Apesar de existir gasto relativo em inovação tecnológica em São Paulo, o método utilizado não permitiu identificar gastos específicos em inovação tecnológica para a Segurança Pública, não sendo possível afirmar que a redução dos índices possa ser motivada por este fator, o que oferece oportunidade para novos estudos.

PALAVRAS-CHAVE: Inovação Tecnológica. Segurança Pública. Investimentos. Índices de Violência Urbana.

PUBLIC SECURITY AND TECHNOLOGICAL INNOVATION: AN ANALYSIS OF EXPENSES IN THE STATE OF SÃO PAULO

ABSTRACT: Public security is a challenge for cities around the world. In Brazil, despite being guaranteed by the Constitution, security is flawed and the country is statistically one of the most violent in the world. The government admits that there is a difficulty in creating infrastructure

despite the budget forecast for basic services in Brazil. The less favored social classes often become hostages of the crime that dominates many areas where state power does not reach efficiently. In order to combat violence in many parts of the world and, especially in intelligent cities, new technologies are an effective alternative which can be integrated with other cities management systems. This work seeks to identify whether there is a relationship between tech innovation for public security in the state of São Paulo and the reduction of crime rates that occurred in the state. To this end, a qualitative approach, exploratory and bibliographical research type was adopted. The results point out that between 1996 and 2017 the population of Brazil and the State of São Paulo grew around 32%. In the same period there was an increase in intentional deaths in Brazil of 63.9%, while the State of São Paulo recorded a reduction of 65.3%. The research data indicates that São Paulo spends around 5% of its budget on public safety, whereas Brazil spends only 0.5%. Although there is relative spending on technological innovation in São Paulo, the method used did not allow to identify specific spending on technological innovation for public safety, and it is not possible to say that the reduction of the crime rates can be motivated by this factor, which offers opportunity for new studies.

KEYWORDS: Technological Innovation. Public security. Investments. Urban violence indicators.

1 | INTRODUÇÃO

O tema Segurança Pública preocupa governantes e população de cidades em todo o mundo e tem sido um desafio especialmente crítico para países em desenvolvimento e com grandes desigualdades de renda.

A Constituição Federal do Brasil de 1988 define que segurança é direito de todos e dever do Estado. E, apesar da previsão constitucional, o Brasil é um dos países mais violentos do mundo, afirma a Organização das Nações Unidas para Crimes e Drogas. Em 2013, o país registrava 2,8% da população mundial e 11% dos homicídios do planeta (Fórum Brasileiro de Segurança Pública, 2014).

Em diversos estados da federação faltam condições básicas de infraestrutura. Os serviços públicos essenciais apresentam dificuldades para a alocação de recursos humanos e materiais, mesmo existindo previsão para estas alocações na Lei Orçamentária Anual (LOA).

No setor de Segurança Pública essa também é a realidade. Agentes públicos e população sofrem as consequências deste cenário. A atividade policial torna-se mais perigosa, causando maior exposição dos integrantes das estruturas de segurança pública ao risco de morte, durante e após suas jornadas de trabalho.

A população, principalmente nas classes menos favorecidas, muitas vezes se torna refém de quadrilhas em territórios dominados pelo crime organizado. A falta de ação do Estado favorece a expansão de áreas dominadas por marginais, aumentando exponencialmente a sensação de insegurança e prejudicando a economia das cidades e

o desenvolvimento do país. A operação das empresas torna-se onerosa e isto afasta os investidores. A necessidade de segurança pública impõe-se como garantia do exercício da cidadania (CARVALHO; SILVA, 2011).

Para discutir esse tema, o artigo foi estruturado em 6 partes. A primeira trata desta introdução. A segunda parte trata do referencial teórico, passando pela história do estado de São Paulo (SP) e sua importância para o Brasil, pela situação da segurança pública, incluindo orçamento/investimentos e pelo tema inovação tecnológica. Em seguida estão a descrição da metodologia utilizada, dos resultados obtidos, as considerações finais e as referências usadas.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

A história de São Paulo começa com os bandeirantes que subiram serras e abriram florestas para demarcar território em uma localização topográfica que, do ponto de vista da segurança, era perfeita pois situava-se numa colina alta e plana, cercada por dois rios, o Tamanduateí e o Anhangabaú (SÃO PAULO, 2020). A região atualmente é uma das maiores potências econômicas e políticas do mundo (SÃO PAULO, 2020).

De acordo com estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), o estado de São Paulo, possui 45,9 milhões de habitantes, o que representa 22% da população brasileira. Sua densidade demográfica é de 166,23 habitantes/km².

O estado de São Paulo se destaca pela relevância da sua economia, que representou 30,28% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro em 2019 (IBGE, 2020). A força da sua economia pode ser também medida pela concentração de instituições financeiras, i.e., mais da metade delas está no estado.

A concentração de atividade econômica e industrial no estado, e mais especificamente, na cidade de São Paulo, foi responsável pela ocorrência de uma dinâmica populacional marcada por movimentos migratórios internos, quando da intensificação da expansão industrial a partir de 1930 (MENEZES, 2016) e, na década seguinte, dá-se início ao processo de favelização na cidade e também no estado todo. Rolnik (2001) explica que, em relação aos imigrantes que vinham em condição precária,

Sem lugar para morar, ocuparam terrenos vazios e devolutos, encostas de morro e áreas protegidas - as de mananciais, por exemplo - sem qualquer infraestrutura. Surgiram, assim, as favelas da cidade, no abandono completo das políticas públicas.

De 1950 em diante, quando se registra o maior movimento migratório, com predominância de imigrantes, sobretudo, nordestinos, a condição precária de moradia recrudescceu e, no vazio institucional formado pela ausência de políticas públicas e intervenções, em ritmo, qualidade e quantidade suficientes, a cidade de São Paulo, por exemplo, acumulou o *status* de cidade com o maior número de favelas do Brasil, abrigando

11% da população da cidade (CARTA CAPITAL, Edição 30/11/2018), refletindo também na dinâmica populacional das cidades do interior do estado.

Naturalmente, a condição da vida em favela não é, por si só, indutora da insegurança urbana, pois muitos moradores são trabalhadores da economia formal e informal. Porém, como observou Bueno e Gunn (2000, p. 258), em relação à apropriação de recursos e políticas públicas

Dadas as características da maioria das habitações - pequena área construída, ocupação da quase a totalidade do lote, alta densidade habitacional -, a pouca oferta de áreas de equipamentos comunitários de esporte, lazer e educação pode comprometer as condições de vida e sociabilidade nessas comunidades. Com muita gente ociosa, criam-se condições propícias à violência doméstica, roubos, depredações, formação de gangues.

Sem o apropriado ordenamento do território ocupado, sem a oferta adequada de serviços básicos, como educação e saúde, estruturas de justiça e de combate à violência, somados à grande concentração de moradores em situação precária, cria-se a condição perfeita para a degradação da moral e dos valores da comunidade. Por esse motivo, o debate acerca da segurança das cidades perpassa avaliar o acervo de recursos existentes e como o desenvolvimento tecnológico pode contribuir para a garantia da proteção do cidadão, do patrimônio e dos equipamentos públicos.

2.1 Segurança pública

No Brasil, tanto o direito do cidadão quanto o dever do Estado, no que diz respeito à segurança, estão previstos na Constituição Federal de 1988 (CF/88). Conforme a CF/88, em seu “Art. 5º Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade [...]”. O direito social do cidadão à segurança também está previsto no artigo 6º da Constituição. O dever do Estado em prover segurança pública ao cidadão, está descrito no “Art. 144º A segurança pública, dever do Estado, direito e responsabilidade de todos, é exercida para a preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio [...]”. Desta forma, a segurança pública, mostra-se essencial tanto para o Estado, quanto para o cidadão, no entanto, considerando as previsões legais da Constituição, segurança pública é um tema que precisa da colaboração de todos.

De acordo com o Relatório Econômico da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2018), o Brasil continua sendo um dos países mais desiguais do mundo. Desigualdades colocam mulheres, minorias raciais e jovens em desvantagens. Conforme apresentado na Figura 1, observa-se que o desempenho do Brasil é bom em apenas algumas medidas de bem-estar do cidadão. Entretanto, está abaixo da média em várias outras, como: renda e riqueza, empregos e renda, habitação, saúde, educação, qualidade do meio ambiente e segurança (OCDE, 2018).

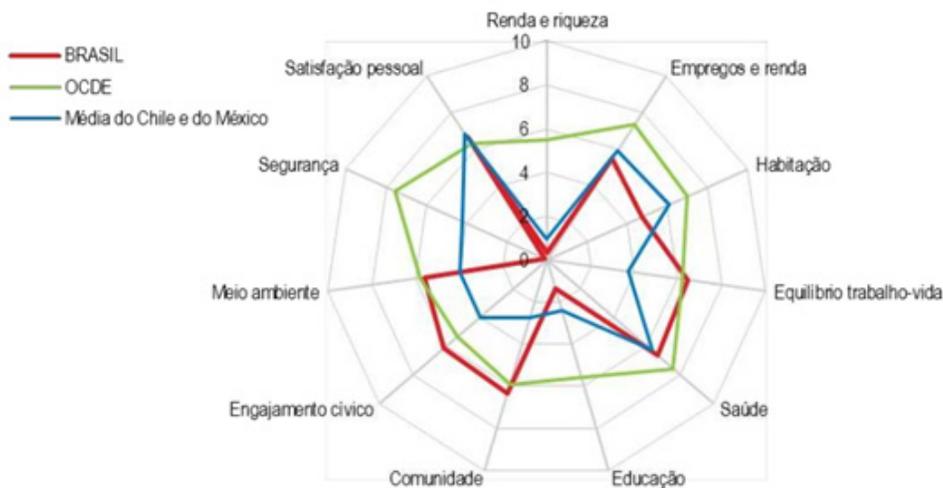


Figura 1 – Índice para uma vida melhor - OCDE

Fonte: OCDE (2018)

Apesar da previsão constitucional prover segurança pública, no Brasil tem sido uma tarefa difícil, em praticamente todo o território nacional. Saporì (2007, p. 10) entende que “A despeito da relevância do crime e da violência, a estrutura dos órgãos relacionados com a segurança pública e seu modelo de ação – ou de inação – é antigo”. As ferramentas de combate à criminalidade não são suficientes para proporcionar segurança individual e coletiva. Para o delineamento de qualquer política pública é crucial a participação da sociedade por meio de suas instituições representativas (CARVALHO; SILVA, 2011).

A Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública do estado de São Paulo (SSP-SP) é a responsável pela administração das polícias. O secretário da Segurança Pública, escolhido e nomeado pelo Governador do Estado, é a mais alta autoridade policial na escala hierárquica, estando subordinados a ele as polícias Civil, Militar e Técnico-Científica.

Carvalho e Silva (2011, p.60) afirmam que “[...] a questão da segurança pública tem despertado interesse de diversos estudiosos, da sociedade e do governo”. A atenção na pesquisa e no debate, por mais que coopere no aprofundamento do conhecimento dos números e das causas, como um fenômeno multidisciplinar, deixa em aberto a possibilidade de o tema ser também analisado pela perspectiva tecnológica.

No estado de São Paulo, observou-se queda nas taxas de homicídio de SP desde 1999 (SSP-SP, 2020), o que motivou a escolha deste trabalho para o estudo no estado de São Paulo.

2.2 A segurança pública no Estado de São Paulo

De acordo com o Fórum Brasileiro de Segurança Pública (2019), em 2000, uma série de investimentos em segurança pública foram feitos. Assim, o estado de São Paulo tornou-se o estado menos violento do *ranking* brasileiro, sendo essa uma transformação profunda. Conforme dados da Tabela 1, desde 2014 o estado de São Paulo gasta mais de 10 bilhões de reais em segurança pública.

Ano	2014	2015	2016	2017	2018
Valor (R\$ 1.000)	10.386.741,96	11.262.387,61	11.373.367,43	11.563.180,31	11.450.839,79

Tabela 1 – Gasto com Segurança Pública no estado de São Paulo

Fonte: Fórum Brasileiro de Segurança Pública 2016-2019 (adaptado pelos autores).

Segundo levantamento realizado pelo Fórum Brasileiro de Segurança Pública e divulgado no 10º Anuário Brasileiro de Segurança Pública (2016), o investimento em segurança pública no estado de São Paulo em 2015 foi 8,4% maior do que no ano de 2014. No mesmo período, a União aumentou em apenas 1% seus gastos com segurança pública. Considerando todas as despesas realizadas pela União, quando a despesa realizada com segurança pública é destacada, seu percentual, no período compreendido entre 2014 e 2015, fica em 0,5% em cada ano. No mesmo período, São Paulo ficou com 4,9% em 2014 e, 5,8% em 2015 (FÓRUM BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA, 2016).

2.2.1 *Taxas de delito*

Delito é toda infração imputável, definida na lei penal (DIREITO VIRTUAL, 2020). Segundo a página da internet da Secretaria de Segurança Pública do estado de São Paulo - SSP-SP – “[...] as estatísticas criminais são utilizadas para retratar a situação da segurança pública e permitir o planejamento de ações policiais e de investimentos no setor”. O objetivo de divulgar as taxas de delito, é permitir a comparação entre locais com diferentes tamanhos de população e neutralizar o crescimento populacional (SSP-SP, 2020).

Em 27 de dezembro de 2018, entrou em vigor o Decreto Nº 9.630, de 26/12/2018, que instituiu o Plano Nacional de Segurança Pública e Defesa Social (PNSP), com prazo de duração de dez anos. Dentre outros, o PNSP tem os seguintes objetivos: reduzir os homicídios e os demais crimes violentos letais, promover o enfrentamento às estruturas do crime organizado, elevar o nível de percepção de segurança da população, e buscar fontes contínuas, previsíveis e suficientes de financiamento das ações de segurança pública e regular a sua utilização por meio de modelos científicos (PNSP, 2018).

De acordo com o PNSP (2018), em 2013, o escritório da Organização das Nações

Unidas para Crimes e Drogas (UNODC), posicionou o Brasil como um dos países mais violentos do mundo. Na época, o Brasil tinha 2,8% da população mundial e concentrava 11% dos homicídios do planeta. Conforme os dados do Ministério da Saúde (MS) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na Tabela 2 – Óbitos por Agressão x Crescimento da População, o Brasil continua sendo um país muito violento. Enquanto a população brasileira cresceu 32,2% entre 1996 e 2017, neste mesmo período, o número de óbitos por agressão cresceu 63,9%. O estado de São Paulo apresentou resultados bem melhores que o Brasil, entre 1996 e 2017: crescimento da população de 32,3%, muito próximo do crescimento da população brasileira e, redução de 65,3% no número de óbitos por agressão. Na região sudeste do Brasil, a redução do número de óbitos por agressão foi de 30%. A região é fortemente influenciada pelos números de SP.

Local	Óbitos por Agressão			População		
	1996	2017	Variação	1996	2017	Variação
Brasil	38.894	63.748	63,9%	157.079.573	207.660.929	32,2%
São Paulo	12.350	4.287	-65,3%	34.074.806	45.094.866	32,3%

Tabela 2 – Óbitos por Agressão x Crescimento da População

Fonte: MS, IBGE (adaptado pelos autores).

Segundo o PNSP (2018), o mapa da violência no Brasil, dadas as realidades de cada estado, não se apresenta de forma homogênea. Essa característica implica a construção de uma estratégia nacional que considere as discrepâncias, principalmente na superação de déficits tecnológicos, organizacionais e de instalações e equipamentos dos órgãos de segurança pública. Conforme prevê o Plano Nacional de Segurança Pública e Defesa Social (2018, p. 23):

De acordo com os estudos realizados a respeito, a distribuição da letalidade violenta, torna-se evidente à medida que se mostra bastante desigual. Enquanto estados como São Paulo ou Santa Catarina apresentam taxas inferiores a 20 por grupo de 100 mil, ou seja, bastante abaixo da média, estados do Norte e do Nordeste do país concentram taxas de mortalidade superiores a 50 por 100 mil habitantes.

2.3 Orçamento e investimento público em segurança

Segundo o Portal da Transparência do Governo Federal (2020, s/p), o “[...] orçamento público é o instrumento utilizado para planejar a utilização do dinheiro arrecadado com os tributos (impostos, taxas, contribuições de melhoria, entre outros)”. Por meio desse instrumento, os Estados, o Distrito Federal, os Municípios e o Governo Federal fazem seus planejamentos orçamentários e assim, podem fornecer serviços

básicos públicos ao cidadão.

As leis orçamentárias têm a intenção de atender as demandas sociais e econômicas da população, mediante as metas e prioridades descritas no orçamento. Dessa forma, é possível especificar o quanto poderá ser gasto com educação, saúde, transporte, habitação, infraestrutura e segurança (ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2020).

Sendo assim, o processo orçamentário busca atender as necessidades básicas da população, como saúde, educação e segurança. A página da internet da Assembleia Legislativa do estado de São Paulo (2020) informa que a elaboração do orçamento conta com a participação popular, através de audiências públicas. A página do Congresso Nacional (2020) fundamenta que audiência pública é uma “Reunião realizada por órgão colegiado com representantes da sociedade civil para instruir matéria legislativa em trâmite ou para debater assuntos de interesse público relevante.”

Os relatórios econômicos da OCDE – Brasil apresentam alguns indicadores de bem-estar, dentre eles, o indicador de segurança. Após análise, o relatório apontou que segurança não tem destaque para elevar o desempenho brasileiro neste indicador dentro do contexto de bem-estar. Esta informação é fundamental para que governantes possam articular estratégias priorizando a segurança pública em seus planejamentos orçamentários.

A Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), em sua página na internet (2020), tem o objetivo de assegurar o apoio desde a pesquisa até o empreendimento final. Ligada ao MCTIC, a FINEP funciona como uma agência de fomento a inovação e ao desenvolvimento tecnológico. Dentre as diversas linhas de financiamento, para este estudo, destaca-se uma em especial, conhecida como Inova Aerodefesa. As empresas brasileiras que queiram empreender e comercializar produtos ou serviços aderentes às tecnologias em segurança pública podem se candidatar ao financiamento, conforme regras de editais na internet (FINEP, 2020).

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) “[...] é uma das principais agências de fomento à pesquisa científica e tecnológica do país. Com autonomia garantida por lei, a FAPESP está ligada à Secretaria de Desenvolvimento Econômico” (FAPESP, 2020, s/p). Uma das linhas de fomento da FAPESP é o Programa de Pesquisa para Inovação Tecnológica, que busca garantir pesquisas e desenvolvimento em inovação tecnológica. Nos últimos cinco anos, houve um investimento em inovação tecnológica no valor superior a R\$ 600 milhões, conforme Tabela 3.

FAPESP	2014	2015	2016	2017	2018
Programa de Pesquisa para Inovação Tecnológica (PIPE)	R\$ 117.571.024	R\$ 118.943.443	R\$ 137.600.000	R\$ 153.849.858	R\$ 113.582.135

Tabela 3 – Fomento para Inovação Tecnológica FAPESP – São Paulo

Fonte: FAPESP, 2015-2019 (adaptado pelos autores).

2.4 Inovação tecnológica

Uma das competências do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), estabelecida pelo Decreto nº 9.677, de 02 de janeiro de 2019 é o de promover políticas nacionais de pesquisa científica e tecnológica e de incentivo à inovação, sendo assim, a inovação tecnológica no Brasil busca desenvolver atividades para o crescimento científico e para a competitividade econômica. Diante das missões do MCTIC, a sociedade terá base para discutir qual a melhor forma de interação entre o desenvolvimento tecnológico e a produção inovativa.

Matias-Pereira e Kruglianskas (2005, p. 3) acreditam que em “[...] uma economia sólida, a inovação tecnológica deve ser resultado de um ambiente que produz ciência de ponta e influencia, direta e indiretamente, o setor produtivo [...]”. Na busca pelo aprimoramento da inovação no Brasil, o Instituto Nacional de Tecnologia (INT) deve promover o desenvolvimento de pesquisas avançadas com a transferência de tecnologia para o setor produtivo, e oferecer diversos serviços técnicos especializados. O INT, cuja missão é “contribuir para o desenvolvimento tecnológico do Brasil por meio da pesquisa, serviços, transferência de conhecimento e promoção da inovação” (INT, 2020, s/p), deve estimular a proteção das atividades de criação que levam a inovação e desenvolvimento tecnológico.

O Manual de Oslo (2005, p. 9), que faz parte de uma série de publicações da Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCDE) trata de “[...] orientar e padronizar conceitos, metodologias e construção de estatísticas e indicadores de pesquisa de P&D de países industrializados”. Diante dessas competências, coube ao mesmo manual apresentar a definição de Inovações Tecnológicas de produtos e processos (TPP). De acordo com o Manual de Oslo (2005, p. 23):

Inovações tecnológicas de produto e de processo (TPP) compreendem a implementação de produtos e de processos tecnologicamente novos e a realização de melhoramentos tecnológicos significativos em produtos e processos. Uma inovação TPP foi implementada se ela foi introduzida no mercado (inovação de produto) ou usada em um processo de produção (inovação de processo).

Segundo o Manual de Oslo (2005), as inovações podem surgir por diversos

motivos, destaca-se, por exemplo, os mercados, a capacidade de aprendizado e a própria necessidade de mudanças. Ainda segundo o manual, existem fatores que podem atrapalhar essas implementações e o principal deles é o fator econômico. Além disso, é necessário destacar que a falta do capital humano especializado também pode ser um fator que obstrui o desenvolvimento da inovação e da tecnologia.

O Conselho Nacional da Indústria (2008, s/p) publicou um trabalho intitulado Conhecimento e Inovação para a Competitividade, e nele sustenta-se a ideia de que “O crescimento econômico é amplamente considerado como a interação entre o capital físico e o capital humano. O investimento em qualquer desses dois fatores aumenta o crescimento em geral [...]”. Matias-Pereira e Kruglianskas (2005, p. 15) apoiam que “[...] a inovação tecnológica, submetida a uma concepção de desenvolvimento, deve resultar da interação entre pesquisadores, agentes econômicos, grupos sociais, indivíduos e órgãos estatais [...]”. Dessa forma, a inovação tecnológica não surge de um esforço solitário, é preciso unir esforços para que o resultado esperado aconteça.

Os desafios institucionais para o desenvolvimento de tecnologia inovativas no Brasil vêm sendo estudados com o intuito de quebrar barreiras de atrasos. Nesse contexto, o estado de São Paulo, conforme divulgado em sua página na internet, busca criar inovações tecnológicas, principalmente para atender as necessidades dos cidadãos. Diante dos desafios, a cidade de São Paulo criou a Secretaria Municipal de Inovação e Tecnologia, que tem como função, a simplificação da vida da população, através de algumas ações e programas.

Assim, o desafio para tratar o assunto inovação tecnológica no Brasil ainda passará por mudanças, afinal as barreiras administrativas governamentais, como os recursos legais, deverão passar por uma melhoria, visto que normas impostas à sociedade pelo Governo tendem a sustentar ou derrubar atividades inovadoras. (MANUAL DE OSLO, 2005).

Conforme declarado na Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação – 2016-2022 ENCTI (2018, p. 7):

A experiência histórica e a de outros países demonstra que a geração de riqueza, emprego, renda e oportunidades, com a diversificação produtiva e o aumento do valor agregado na produção de bens e de serviços, depende diretamente do fortalecimento das capacidades de pesquisa e de inovação do País.

A ENCTI 2016-2022 (2018, p. 98) afirma que o “[...] desenvolvimento social de um país é medido não só pela renda, mas também pelo acesso aos serviços básicos [...] principalmente nas áreas de educação, saúde, habitação, segurança, mobilidade urbana e energia.” E para isso, é preciso disseminar novas tecnologias buscando sua contribuição para a inclusão social e redução das desigualdades de oportunidades. A estratégia nacional entende que o desafio é grande já que envolve abordagens transdisciplinares. Sendo assim, é preciso desenvolver estratégias de inovação tecnológica em serviços básico, dentre eles,

a segurança pública, que é objeto deste estudo.

3 | METODOLOGIA

Este estudo adotou a abordagem qualitativa, exploratória e bibliográfica. O ponto principal foi tentar identificar, por meio de pesquisas em páginas oficiais do Governo, os investimentos em inovação tecnológica na área de Segurança Pública, além dos gastos em Segurança Pública no estado de São Paulo.

Os gastos em segurança foram levantados no período de 5 anos em fontes secundárias de dados. A revisão teórica abrangeu tanto o debate, quanto os dados sobre Segurança Pública, orçamento público e inovação tecnológica, que são os principais constructos deste artigo, em páginas oficiais, livros, artigos científicos e autores especialistas em Segurança Pública.

Gil (2002, p. 17) define pesquisa “[...] como o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos”. Godoi, Bandeira-de-Mello e Silva (2010, p. 6) complementam que “[...] o conhecimento científico ensina a viver e se traduz em saber prático.” Esta pesquisa utilizou uma abordagem qualitativa, exploratória e bibliográfica.

Godoi, Bandeira-de-Mello e Silva (2010, p. 96) defendem que os métodos qualitativos “[...] são frequentemente interativos, intensivos e envolvem um compromisso de longo prazo.” Sendo a pesquisa qualitativa um trabalho interativo, o pesquisador tende a estar envolvido com o tema da pesquisa, seja por sua própria habilidade ou pela necessidade de captação da realidade, sem deixar de lado toda a intensidade que o desenvolvimento da pesquisa necessita.

Segundo Gil, (2002, p. 41) a pesquisa exploratória “[...] tem como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições.” Dessa forma, como o próprio autor afirma, essa parece ser uma pesquisa mais livre, onde os estudos podem ser aprimorados no seu decorrer das descobertas. Portanto, é possível identificar a pesquisa sobre os gastos com segurança pública como exploratória, uma vez que se busca apresentar como os gastos com segurança pública são executados.

A pesquisa bibliográfica possui um caráter sistematizado que envolve publicações em livros, revistas, jornais, páginas da internet, dentre outros, conforme classificado por Vergara (2007). Dessa forma, o trabalho explorou publicações em páginas oficiais do Governo Federal e do Governo do estado de São Paulo para obter informações sobre segurança pública, população, orçamentos, investimentos e sobre a execução dos gastos, sempre com o intuito de identificar investimentos em segurança e inovação tecnológica. Ainda, foram pesquisados os artigos científicos publicados em revistas pelos autores especialistas nas áreas.

4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

O presente estudo utilizou dados sobre segurança pública, gastos públicos em inovação e segurança pública no estado de São Paulo. Com relação aos gastos com segurança pública no estado de São Paulo (Tabela 1), foi possível verificar que os valores tiveram pouca variação entre os anos de 2014 e 2018.

De Lima, Bueno e Mingardi (2016) contextualizam que no Brasil a segurança pública acumula demandas, principalmente porque o estado ainda trabalha o tema baseado em sua própria defesa e não em defesa da sociedade.

Com relação aos investimentos em inovação tecnológica, tanto a FAPESP, quanto o estado de São Paulo possuem, em sua execução orçamentária, elementos que categorizam o investimento em inovação e tecnologia.

Apesar do livre acesso aos dados disponíveis sobre os gastos com segurança pública, não foi possível identificar os valores exatos que foram investidos exclusivamente em inovação tecnológica para o setor de segurança pública.

Considerando os dados disponibilizados pelo Ministério da Saúde e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Tabela 1), o número de óbitos por agressão diminuiu nos últimos 20 anos no estado de São Paulo, principalmente quando comparado aos índices do Brasil. Diante deste contexto, é preciso destacar que São Paulo representa 31,93% do PIB brasileiro e garantir a segurança pública constitui uma das estratégias para uma vida melhor e consequente desenvolvimento econômico (Figura 1). Em termos gerais, segundo relatório da OCDE 2018, o Brasil vem melhorando sua economia, principalmente após sua estabilidade econômica. Cerca de “[...] 25 milhões de brasileiros saíram da pobreza desde 2003, o crescimento tornou-se muito mais inclusivo. Essas conquistas são notáveis [...]” (OCDE-2018, p.8). No entanto, conforme aponta o mesmo relatório, o tema segurança indica instabilidades de confiança no contexto de bem-estar.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após analisar as informações disponíveis, pelos métodos de pesquisas utilizados, foi identificada ausência de informações detalhadas quanto a elaboração e execução dos orçamentos públicos tanto no estado de São Paulo, quanto na União. As ações de transparência do e-Gov, não deixam claros os valores que são investidos em inovação tecnológica especificamente na área de Segurança Pública. Todavia, foi possível identificar que o estado de São Paulo investe em inovação tecnológica e em segurança pública e que os índices de delitos caíram nos últimos vinte anos, apesar da crise econômica nacional, sinalizando eficiência nas ações no estado de São Paulo, ainda que o método não permita associar diretamente ao investimento em inovação tecnológica, face ao amplo conjunto de ações desenvolvidas.

De acordo a visão da ONU e do Fórum Brasileiro de Segurança Pública, o Brasil é

considerado um país violento e necessita de mais investimentos e ações em segurança.

Em relação ao objetivo deste trabalho, a ausência de uma informação mais precisa quanto a elaboração e execução dos orçamentos públicos não permitiram ao estudo verificar o valor investido em inovação tecnológica apenas em segurança pública. Desta forma, também não foi possível identificar se recursos investidos em inovação tecnológica afetam os dados de segurança pública. Apesar do estudo não ter sido conclusivo quanto a este assunto, foi possível verificar que existem linhas de inovação e investimento em segurança pública que ainda podem ser exploradas pelo estado de São Paulo.

Diante disso, os assuntos segurança pública e investimento em inovação tecnológica não se limitam neste trabalho, visto que não foram utilizadas fontes de outros estados da federação. Considerando os resultados obtidos neste estudo, recomenda-se realizar outros estudos incluindo demais estados brasileiros.

REFERÊNCIAS

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Saiba como é elaborado o Orçamento do Estado**. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/leis/orcamento/saiba-como-e-elaborado-o-orcamento-do-estado/>. Acesso em: 14 jan. 2020.

BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 30 dez. 2019.

BRASIL. **Lei Orçamentária Anual 2019 - LOA**. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/assuntos/orcamento-1/orcamentos-anuais/2019/loa-2019>. Acesso em: 30 dez. 2019.

BRASIL. **Termo: Audiência Pública**. Disponível em: https://www.congressonacional.leg.br/legislacao-e-publicacoes/glossario/-/definicoes/termo/audiencia_publica. Acesso em: 14 jan. 2020.

BUENO, L. M. M.; GUNN, P. O. M. **Projeto e favela: metodologia para projetos de urbanização**. 2000. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

CARTA CAPITAL. **Mais de 2 milhões de paulistanos ainda moram em favelas**. Disponível em: <https://www.cartacapital.com.br/blogs/32xsp/mais-de-2-milhoes-de-paulistanos-ainda-moram-em-favelas/>. Acesso em: 28 mar. 2020.

CARVALHO, V. A.; SILVA, M. R. F. Política de segurança pública no Brasil: avanços, limites e desafios. **Revista Katálysis**, v. 14, n. 1, p. 59-67, 2011.

CONGRESSO NACIONAL. **Termo: Audiência Pública**. Disponível em: https://www.congressonacional.leg.br/legislacao-e-publicacoes/glossario/-/definicoes/termo/audiencia_publica. Acesso em: 28 mar. 2020.

CONSELHO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Conhecimento e Inovação para a Competitividade**, 2008. Brasília, 2008. ISBN 978-85-88566-72-9.

DE LIMA, R. S.; BUENO, S.; MINGARDI, G. Estado, polícias e segurança pública no Brasil. **Revista Direito GV**, v. 12, n. 1, p. 49-85, 2016.

DIREITO VIRTUAL. **Delito**. Disponível em: <http://www.direitovirtual.com.br/content/delito/132439>. Acesso em: 18 jan. 2020.

FINEP. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, 2016-2022**. Disponível em: http://www.finep.gov.br/images/a-finep/Politica/16_03_2018_Estrategia_Nacional_de_Ciencia_Tecnologia_e_Inovacao_2016_2022.pdf. Acesso em: 06 jan. 2020.

FINEP. **Manual De Oslo**. 3. ed. 2005. Disponível em: <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/manualoslo.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2020.

FÓRUM BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA. **Publicações**. Disponível em: <https://forumseguranca.org.br/publicacoes/>. Acesso em: 12 jan. 2020.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Publicações e Expedições**. Disponível em: <http://fapesp.br/publicacoes/>. Acesso em: 19 jan. 2020.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS - SEADE. **Cenários da População Paulista dos Anos 90 ao Futuro**. Disponível em: http://produtos.seade.gov.br/produtos/spp/v13n01-02/v13n01-02_17.pdf. Acesso em: 14 Jan. 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GODOI, C. K.; BANDEIRA-DE-MELLO, R.; SILVA, A. B. **Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contagem da População 1996**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv26412.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas da População**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?edicao=16985&t=resultados>. Acesso em: 14 jan. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE divulga as estimativas populacionais dos municípios para 2017**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/16131-ibge-divulga-as-estimativas-populacionais-dos-municipios-para-2017>. Acesso em: 14 jan. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produto Interno Bruto - PIB**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 04 mar. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeções e estimativas da população do Brasil e das Unidades da Federação**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html?utm_source=portal&utm_medium=popclock&utm_campaign=novo_popclock. Acesso em: 30 dez. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **São Paulo**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/panorama>. Acesso em: 31 dez. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA. **Sobre o INT**. Disponível em: <http://www.int.gov.br/sobre-o-int>. Acesso em: 10 jan. 2020.

INVESTE SÃO PAULO. **Economia diversificada**. Disponível em: <https://www.investe.sp.gov.br/por-que-sp/economia-diversificada/>. Acesso em: 19 jan. 2020.

INVESTE SÃO PAULO. **PIB**. Disponível em: <https://www.investe.sp.gov.br/por-que-sp/economia-diversificada/pib/>. Acesso em: 05 jan. 2020.

MATIAS-PEREIRA, J.; KRUGLIANSKAS, I. Gestão de Inovação: A Lei de Inovação Tecnológica como ferramenta de apoio às Políticas Industrial e Tecnológica do Brasil. **RAE-eletrônica**, v. 4, n. 2, Art. 18, jul./dez. 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-56482005000200003. Acesso em: 10 jan. 2020.

MENEZES, M. **Entre a região Nordeste e São Paulo: migrantes e trabalho no período de 1950 a 2010**. In: Migração, trabalho e cidadania: Patrimônios Culturais do Brasil, Dirceu Cutti, Dulce Maria Tourinho Baptista, José Carlos Pereira (eds.). São Paulo: EDUC (PUC-SP), 2016.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÃO E COMUNICAÇÃO. **Institucional**. Disponível em: <https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/institucional/paginaInstitucional.html>. Acesso em: 10 jan. 2020.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÃO E COMUNICAÇÃO. **Manual de Oslo, 3ª Edição, 2005**. Disponível em: <https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/Manuais/Manuais.html>. Acesso em: 06 jan. 2020.

MINISTÉRIO DA JUSTIÇA E SEGURANÇA PÚBLICA. **Plano Nacional de Segurança Pública e Defesa Social**. Disponível em: <https://www.justica.gov.br/news/collective-nitf-content-1546269936.75>. Acesso em: 06 jan. 2020.

MINISTÉRIO DA JUSTIÇA E SEGURANÇA PÚBLICA. **Temer cria Plano Nacional de Segurança Pública e Defesa Social**. Decreto Presidencial. Disponível em: <https://www.justica.gov.br/news/collective-nitf-content-1546269936.75>. Acesso em: 14 jan. 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **DATASUS**. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/ext10uf.def>. Acesso em: 14 jan. 2020.

OCDE. **Relatórios Econômicos OCDE: Brasil 2018**. Disponível em: <http://www.oecd.org/economy/surveys/Brazil-2018-OECD-economic-survey-overview-Portuguese.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2020.

PORTAL DA TRANSPARÊNCIA DO GOVERNO FEDERAL. **Orçamento Público**. Disponível em: <http://www3.transparencia.gov.br/entenda-a-gestao-publica/orcamento-publico>. Acesso em: 14 jan. 2020.

ROLNIK, R. **Folha Explica**. São Paulo: Publifolha, 2001.

SÃO PAULO. **Biblioteca Virtual**. História de São Paulo. Disponível em: <http://www.bibliotecavirtual.sp.gov.br/temas/sao-paulo/sao-paulo-historia-de-sao-paulo.php>. Acesso em: 12 jan. 2020.

SÃO PAULO. **Conheça SP**. História. Disponível em: <http://www.saopaulo.sp.gov.br/conhecasp/historia/>. Acesso em: 12 jan. 2020.

SAPORI, L. F. **Segurança pública no Brasil: desafios e perspectivas**. São Paulo: FGV, 2007.

SECRETARIA DE ESTADO DA FAZENDA E PLANEJAMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Execução Orçamentária e Financeira – Despesa**. Disponível em: <https://www.fazenda.sp.gov.br/SigeoLei131/Paginas/ConsultaDespesaAno.aspx?orgao=>. Acesso em: 18 jan. 2020.

SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Ações de Segurança**. Disponível em: <http://www.ssp.sp.gov.br/acoes/leAcoes.aspx?id=33925>. Acesso em: 12 jan. 2020.

SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Estatísticas: Taxa por 100 mil habitantes**. Disponível em: <https://www.ssp.sp.gov.br/fale/estatisticas/answers.aspx?t=6>. Acesso em: 18 jan. 2020.

SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Indicadores da Criminalidade do estado de São Paulo**. Disponível em: <https://www.ssp.sp.gov.br/Estatistica/Default.aspx>. Acesso em: 18 jan. 2020.

SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Institucional**. Disponível em: <http://www.ssp.sp.gov.br/Institucional/Default.aspx>. Acesso em: 12 jan. 2020.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

A CONTABILIDADE AMBIENTAL COMO FATOR DE PROTEÇÃO AO ECOSISTEMA E GERAÇÃO DE VALOR AGREGADO

Data de aceite: 26/02/2021

Mayrla Cristhina Freire Moraes

Acadêmico do último semestre de Ciências Contábeis da Faculdade Estácio de Sá de Campo Grande
Campo Grande – MS

Wilson Maciel Corrêa Filho

Acadêmico do último semestre de Ciências Contábeis da Faculdade Estácio de Sá de Campo Grande
Campo Grande – MS

Iara Sônia Marchioretto

Professora, Contadora, Doutora em Saúde e Desenvolvimento da Região Centro-Oeste
Coordenadora do Curso de Ciências Contábeis da Faculdade Estácio de Sá de Campo Grande e Orientadora dos Trabalhos de Conclusão de Curso
Campo Grande – MS

RESUMO: Com o avanço do tempo, aumenta a escassez de recursos naturais e devassidão do meio ambiente. Essa conjectura desdobrou-se em diversas pelepas econômicas, políticas e sociais sobre quais medidas são indispensáveis para que se possa reverter este cenário de riscos e incertezas. O papel social da Contabilidade Ambiental, vai além, pois o desenvolvimento econômico regional e local, dependem da riqueza gerada pelas empresas, da geração de empregos e renda, sem deixar de se preocupar com a recuperação e preservação dos recursos naturais, buscando o equilíbrio entre os aspectos sociais, econômicos e ambientais. A pesquisa

foi realizada com base nos levantamentos bibliográficos e exploratórios com o objetivo de identificar, a importância da Contabilidade Ambiental para o Ecossistema. Observa-se que o principal objetivo da contabilidade ambiental é sustentável, tendo também a necessidade de fazer com que o impacto ao meio-ambiente não ocasione maior prejuízo para a empresa, é nesse momento que se torna essencial o contador ambiental, que apresentará as evidências e sugerir planos e políticas, que a organização possa implementar para amenizar as atividades que impactam o meio ambiente ou para reparar possíveis danos causados. Muito além da geração de lucro para o empreendedor está à preservação do meio-ambiente. São fatores ambientais os quais estão relacionados a vida desta e das próximas gerações e um segmento que merece atenção. Uma empresa com política sustentável se destaca não somente pela causa nobre, que de forma indireta interferem no valor da empresa – *valuation* o nos resultados econômicos.

PALAVRAS-CHAVE: Contabilidade Ambiental. Meio ambiente. Controles. Política Sustentável. Valor da empresa.

ABSTRACT: As time goes by, the scarcity of natural resources and environmental debauchery increases. This conjecture has unfolded in several economic, political and social struggles about which measures are indispensable for reversing this scenario of risks and uncertainties. The social role of Environmental Accounting goes further, since regional and local economic development depends on the wealth generated

by companies, on the generation of jobs and income, while remaining concerned with the recovery and preservation of natural resources, seeking a balance between social, economic and environmental aspects. The research was carried out based on bibliographic and exploratory surveys in order to identify the importance of Environmental Accounting for the Ecosystem. It is observed that the main objective of environmental accounting is sustainable, also having the need to ensure that the impact on the environment does not cause greater harm to the company, it is at this moment that the environmental accountant becomes essential, who will present the evidence and suggest plans and policies that the organization can implement to mitigate activities that impact the environment or to repair possible damage caused. Far beyond generating profit for the entrepreneur is preserving the environment. These are environmental factors that are related to the life of this and the next generations and a segment that deserves attention. A company with a sustainable policy stands out not only for its noble cause, which indirectly interferes with the company's value - valuation or economic results.

KEYWORDS: Environmental Accounting. Environment. Controls. Sustainable Policy. Company value.

INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo o planeta vem sofrendo com as ações do homem, com a crescente busca em maximização de lucros, o homem veio a desencadear uma série de atividades que trouxe grandes impactos ao ecossistema.

Devido ao desenvolvimento social, econômico e político, existem corporações que não tem a conscientização em prol ao meio-ambiente, por isso estão sendo adotadas medidas sustentáveis mediante decisões estratégicas, por autoridades sobre o assunto.

Com a interferência direta da política sustentável com valor agregado, visa o desenvolvimento sustentável, buscando melhor qualidade de vida para o ecossistema na sua totalidade, com um olhar no desenvolvimento econômico sustentável, isso não tem sido pauta apenas para ecologistas e sim para a gestão empresarial ao todo.

Por outro lado, o profissional contábil tem um grande desafio, em adotar medidas sustentáveis na contabilização empresarial, tendo a meta de levar a conscientização ao empreendedor na busca do equilíbrio do planeta. Pois, o meio ambiente oferece ao ser humano, ar puro, água limpa, oxigênio limpo, e tantos valores que são riquezas intangíveis.

No entanto, também, é válido salientar, a adoção de medidas sustentáveis, que fazem com que a empresa alcance notoriedade pública, obtendo vantagem na economia de custos e lucros expressivos.

Visto esta preocupação com a sustentabilidade por várias nações e órgãos ambientais espelhados pelo mundo. Pois se medidas protetivas não serem adotadas o mais breve possível, os efeitos serão muito nocivos e devastadores para a vida na sua integralidade.

A presente pesquisa visa descrever o papel do Contador Ambiental para a

preservação do Ecossistema. A pesquisa está dividida em (i) levantamentos bibliográficos acerca dos sistemas de gerenciamento ambiental e a participação da ISO 14000 no processo, em seguida, a contabilidade ambiental, suas funções, normas, classificação contábil, modelos de *valuation* apropriados aos critérios ambientais e contingenciais e as formas de evidenciação; (ii) A análise das demonstrações contábeis da Natura S/A no que tange aos projetos de sustentabilidade ambiental, com ênfase ao Crédito de Carbono e as formas e evidenciação e normas contábeis aplicáveis e a importância das Notas Explicativas e o Valor Economicamente Agregado, percebido pela variação dos valores das ações no mercado aberto. (iii) as considerações sobre a pesquisa, que não se esgota, e pretende demonstrar a importância da Contabilidade Ambiental como Segmento Específico que requer conhecimentos contábeis e respeito ao Ecossistema.

SISTEMA DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL

Os efeitos da globalização causados diretamente ao meio-ambiente tornaram-se de grande importância, pois afeta a sociedade como um todo. Com as organizações não seria diferente, pois para seu desenvolvimento econômico, a mesma precisa atender a demanda imposta pela sociedade, pois é ela quem determina sua continuação no mercado. “A gestão ambiental, enfim, torna-se um importante instrumento gerencial para capacitação e criação de condições de competitividade para as organizações, qualquer que seja o seu segmento econômico” (Tachizawa, 2002).

Entende-se por Sistema de Gerenciamento Ambiental o conjunto de princípios, estratégias e diretrizes de ações que possuem o enfoque de preservação e desenvolvimento sustentável dentro das organizações.

De acordo com Moreira (2002) os benefícios seriam:

Melhoria na organização interna; Melhoria de imagem; Aumento da satisfação e confiança dos clientes; Aumento da motivação e envolvimento no sistema, por parte dos colaboradores internos; Confiança no sistema e reflexão sobre o mesmo; Melhoria da posição competitiva, face aos concorrentes não certificados; Redução de custos; Acesso a determinados mercados e concursos, em face de um sistema com base em critérios internacionalmente aceitos; Minimização do impacto ambiental das atividades.

Uma empresa que implantou um Sistema de Gerenciamento Ambiental adquire uma visão estratégica em relação ao meio-ambiente, pois ela deixa de agir em função dos riscos e passa a perceber também novas oportunidades que são criadas (Moreira, 2002). Diante do atual cenário ambiental, ser uma empresa com política sustentável será um pré-requisito, para venda de seus produtos, investimentos de acionistas e renovação de contratos, ou seja, sua permanência no mercado.

Sistema de gestão ambiental modelo ISO 14001

A ISO 14001 é uma norma que estipula como irá vigorar o Sistema de Gestão Ambiental, que tem como objetivo orientar as empresas a adequação de responsabilidades ambientais e sua continuação no mercado, mantendo sua lucratividade e reduzindo impactos ambientais.

Araújo (2005) afirma que a norma ISO14001 é aplicável a qualquer organização (incluindo prestadoras de serviço, por exemplo) que se proponha a:

Implantar, implementar e aprimorar um SGA;

Assegurar-se de sua conformidade com sua política ambiental;

Demonstrar a conformidade com a política a partes interessadas;

Realizar uma auto avaliação e emitir uma declaração de conformidade com esta norma;

Validar sua autodeclaração através de organismos independentes;

Certificar o Sistema de Gestão Ambiental para um organismo externo.

Implantação da ISO 14001

A implantação da ISO 14001 passa por etapas para sua implantação nas empresas que serão listados a seguir:

1. Conscientização da importância do impacto causado ao meio-ambiente e quais mudanças ocorrerão na empresa com a implantação.
2. Levar a conscientização para todos os níveis empresariais tornando mais fácil adaptação a mudança.
3. Estimulação dos colaboradores levando informações sobre a ISO 14001, com instrução e treinamentos.
4. Incentivar a outras empresas para a implantação com divulgação externa
5. Obter conhecimento do atual Sistema de Gestão e sua aplicabilidade para melhor aplicação na empresa.
6. Ter equipe de profissionais capacitados para bom andamento.
7. Ter instrução de empresa especializada para implantação da norma, devido sua complexidade.

(ABNT, 2020)

CONTABILIDADE AMBIENTAL

Segundo Costa (2012, p. 28) “A contabilidade, uma das ciências mais antigas do mundo, originou-se com o intuito de quantificar a riqueza humana, ou seja, o patrimônio [...]”. Entende-se que a contabilidade, essa antiga ciência relacionada as primeiras manifestações do homem, com a necessidade de garantir proteção aos seus bens, vive em constante evolução econômica, ocorrendo assim a necessidade em se obter meios atualizados de evidenciação e mensuração dos fatos econômicos e financeiros.

Para Marion e Ludícibus (2002, p. 53) “O objetivo da contabilidade pode ser estabelecido como sendo o de fornecer informações estruturadas de natureza econômica, financeira e, subsidiariamente, física, de produtividade social, aos usuários internos e externos à entidade objeto da contabilidade.” Partindo do objetivo geral da contabilidade, contabilidade ambiental analisa o patrimônio ambiental, ou seja, os bens, direitos e obrigações ambientais de uma entidade, expressos monetariamente. De acordo com Paiva (2003, p 17), a tomada de decisão quando se trata de contabilidade ambiental abrange “[...] atividade de identificação de dados e registro de eventos ambientais, processamento e geração de informações que subsidiem o usuário servindo como parâmetro [...]”

De acordo com Carvalho (2007, p. 111)

Contabilidade ambiental pode ser definida como o destaque dado pela ciência aos registros e evidenciações da entidade referentes aos fatos relacionados com o meio ambiente. Não se configura em nenhuma nova técnica ou ciência, a exemplo da auditoria ou da análise de balanços, mas em uma vertente da contabilidade, a exemplo da contabilidade comercial ou industrial, que estuda fatos mais específicos de uma determinada área, no caso, a área ambiental.

Como na tradicional contabilidade, a contabilidade ambiental também apresenta contas patrimoniais (ativo e passivo ambiental) e de resultado (receitas e despesa ambiental).

Função da contabilidade ambiental

A contabilidade ambiental, sobretudo possui um papel importante que é a conservação ambiental e como as empresas podem atuar de forma positiva para o ecossistema. “A evidenciação das informações de natureza ambiental deve ser realizada de forma segregada, visando informar o usuário sobre a forma de interação da empresa com o meio ambiente”. (RIBEIRO, 2010, p.48)

Para Costa e Marion (2007), as empresas se preocupam em evidenciar as informações ambientais e de responsabilidade social, com o intuito de agregar à sua imagem confiabilidade, pois, uma vez que tornam claras as informações, podem auxiliar em tomadas de decisões dos investidores.

Sendo assim se destaca a importância da adoção de medidas sustentáveis não somente para o ecossistema, mas também para resultados da empresa.

De acordo com Tinoco e Kraemer (2011, p. 62), a evidenciação na forma que é feita no Brasil não atende a sua principal função:

Não atende ao preceito básico de evidenciação da situação das organizações, registrando basicamente seus eventos operacionais, não captando a inserção das entidades na vida social, a forma com que elas se relacionam com seus colaboradores, seus fornecedores, os usuários de seus serviços, o Governo, enfim, os parceiros de suas atividades, seus *stakeholders*.

NBC T 15- Informações de natureza social e ambiental

Esta norma elaborada pelo Conselho Federal de Contabilidade, NBC T 15- Informações de Natureza Social e Ambiental, em vigor desde 1º de janeiro de 2006, estabelece procedimentos para a evidenciação de informações ambientais, com o objetivo de demonstrar à sociedade a participação e a responsabilidade social da entidade.

A Demonstração de Informações de Natureza Social e Ambiental, quando elaborada deve evidenciar os dados e as informações de natureza social e ambiental da entidade, extraídos ou não da contabilidade, de acordo com os procedimentos determinados pela norma. Para fins desta norma, o CFC estabelece o que entende por informações de natureza social e ambiental:

- a) a geração e a distribuição de riqueza;
- b) os recursos humanos;
- c) a interação da entidade com o ambiente externo; e
- d) a interação com o meio ambiente.

Nas informações relativas à interação da entidade com o meio ambiente, devem ser evidenciados:

- a) investimentos e gastos com manutenção nos processos operacionais para a melhoria do meio ambiente;
- b) investimentos e gastos com a preservação e/ou recuperação de ambientes degradados;
- c) investimentos e gastos com a educação ambiental para empregados, terceirizados, autônomos e administradores da entidade;
- d) investimentos e gastos com educação ambiental para a comunidade;
- e) investimentos e gastos com outros projetos ambientais;

f) quantidade de processos ambientais, administrativos e judiciais movidos contra a entidade;

g) valor das multas e das indenizações relativas à matéria ambiental, determinadas administrativa e/ou judicialmente;

h) passivos e contingências ambientais.

CFC, 2020.

A resolução 1.003/04 dispõe do termo entidade em sentido amplo, independente de porte e que desejam apresentar à sociedade a sua responsabilidade social, divulgando as informações de Natureza Social e Ambiental e segundo o CRCPR (2020) faz a verificação das informações:

Nenhuma empresa/entidade está obrigada a fazê-lo. Aquelas, porém, que optarem pela apresentação devem adotar as regras estabelecidas pela NBC T 15. Não compete ao CFC obrigar as empresas a elaborarem Demonstrações mas somente discipliná-las. De acordo com o item 1.5.1.3. da Resolução CFC nº 1.003/04: “A Demonstração de Informações de Natureza Social e Ambiental, ora instituída, quando elaborada, deve evidenciar os dados e as informações de natureza social e ambiental da entidade, extraídos ou não da contabilidade, de acordo com os procedimentos determinados por esta norma”. A Resolução menciona entidades e isso tem gerado uma grande dúvida em relação a quem deve fazer o balanço. O termo entidade na resolução refere-se a todas as empresas da iniciativa privada e entidades sem fins lucrativos. O termo entidade foi utilizado no sentido amplo. Quanto às empresas do segmento de prestação de serviços, terceirizações, comércio, que trabalham com lucro real e/ou lucro presumido, não há obrigatoriedade; no entanto, as que optarem pela apresentação devem adotar as regras estabelecidas pela NBC T 15. E conforme o item 1.5.1.5 da NBC T 15 “a Demonstração de Informações de Natureza Social e Ambiental deve ser apresentada, para efeito de comparação, com as informações do exercício atual e do exercício anterior.

GRUPO DE CONTAS DA CONTABILIDADE AMBIENTAL

De acordo com a NBC ITG 1000, vigorada em 5 de dezembro de 2012, o Plano de Contas, mesmo que simplificado, deve ser elaborado considerando-se as especificidades e natureza das operações realizadas, bem como deve contemplar as necessidades de controle de informações no que se refere aos aspectos fiscais e gerenciais.

O Plano de Contas Simplificado, deve conter, no mínimo, 4 (quatro) níveis a) Nível 1: Ativo; Passivo e Patrimônio Líquido; e Receitas, Custos e Despesas (Contas de Resultado). b) Nível 2: Ativo Circulante e Ativo Não Circulante. Passivo Circulante, Passivo Não Circulante e Patrimônio Líquido. Receitas de Venda, Outras Receitas Operacionais,

Custos e Despesas Operacionais. c) Nível 3: Contas sintéticas que representam o somatório das contas analíticas que recebem os lançamentos contábeis, como, por exemplo, Caixa e Equivalentes de Caixa e d) Nível 4: Contas analíticas que recebem os lançamentos contábeis, como, por exemplo, Bancos Conta Movimento.

A exemplo dos 4 (quatro) níveis descritos no item 41 da NBC TG 1000, destaca: Nível 1 – Ativo, Nível 2 – Ativo Circulante, Nível 3 – Caixa e Equivalentes de Caixa e Nível 4 – Bancos Conta Movimento. O plano de contas se torna essencial para a evidenciação das informações patrimoniais de uma empresa, diante disso FERREIRA, 2006, p. 97 destaca: “O plano de contas é, antes de mais nada, a peça-chave do planejamento contábil. Deve ser objetivo, claro, e poder representar as devidas contas que receberão os registros das transações econômicas realizadas ou dos fatos geradores.”

Ativo ambiental

Ativo ambiental é o recurso controlado pela entidade, cujos benefícios futuros esperados estejam diretamente associados com a proteção do meio ambiente, ou com a recuperação daquele já degradado. Incluem-se também as áreas nativas mantidas para conservação. (*ITG 2004 Interação Da Entidade Com O Meio Ambiente*).

Segundo Martins e De Luca 1994, p. 26;

Ativos ambientais são todos os bens da empresa que visam à preservação, proteção e recuperação ambiental e devem ser segregados em linha à parte no balanço patrimonial, para permitir ao usuário melhor avaliação das ações ambientais da empresa.

Ou seja, são os já denominados bens e direitos da entidade, com enfoque ambiental.

Passivo ambiental

Passivo ambiental são obrigações para com terceiros, resultante de impactos causados ao meio ambiente. Pode se constituir na obrigação de recuperação de áreas degradadas, indenização de terceiros em função dos efeitos de danos ambientais, obrigações de criar meios de compensação para minimizar danos ambientais e, ainda, multas e penalidades semelhantes por infração à legislação ambiental. (*ITG 2004 Interação Da Entidade Com O Meio Ambiente*).

Entende-se que passivo ambiental é toda obrigação com terceiros gerada voluntária ou involuntariamente com destinação sustentável.

Contingência ambiental

Segundo Bergamini Júnior (1999, p.7)

A contingência surge de uma situação de risco potencial cuja efetivação está vinculada a um evento com determinada probabilidade de ocorrência no futuro, ou seja, a materialização de ganho ou perda para a empresa

dependerá da ocorrência, ou não, de um evento futuro para caracterizar sua emergência.

Partindo desse conceito, contingência ambiental será o reconhecimento de uma possível despesa futura com enfoque ambiental.

Receita ambiental

Receita ambiental é o ingresso de recursos para a entidade proveniente dos serviços de conservação e preservação de áreas nativas no estado natural e de elementos da natureza como água, ar, flora ou fauna, isoladamente ou em conjunto. (CFC, 2020 - ITG 2004), ou seja, é todo acréscimo econômico advindo de práticas sustentáveis.

Despesa ambiental

Despesa ambiental é o gasto geral que tenha relação com o meio ambiente e que não esteja relacionado especificamente com o processo produtivo da entidade. (ITG 2004 INTERAÇÃO DA ENTIDADE COM O MEIO AMBIENTE).

Entende-se que é todo decréscimo econômico que tenha origem ambiental.

Evidenciação da contabilidade ambiental

Entre os principais objetivos da contabilidade ambiental está o de evidenciar de forma clara aos seus usuários as despesas com o meio-ambiente.

Como critério de mensuração e evidenciação do valor econômico da empresa – *valuation*, acredita-se que o Modelo de Oslon:

define o valor de uma empresa como sendo o somatório do valor contábil do patrimônio líquido, com o valor presente dos lucros residuais esperados. O resultado desse modelo mostra que o valor da firma é composto pelo valor contábil de seu patrimônio líquido mais o valor presente de todos os seus lucros anormais (acima da remuneração exigida pelos acionistas) futuros. (Galdi, et.al. 2008, *apud* Marchioretto, 2020).

A premissa essencial do Modelo é o conceito de *clean surplus* que impõe que todas as transações que modificam o patrimônio líquido da companhia (exceto com os acionistas), sejam escrituradas e transacionadas pelas contas de resultado, de modo que apure os ganhos e perdas econômicas.

O resultado apresentado pelo Modelo de Oslon, “conjuga a teoria contábil com a teoria das finanças, trazendo soluções para a definição do valor da empresa, uma vez que a contabilidade registra os fatos ocorridos e demonstra os resultados e as aplicações dos recursos e destinação dos lucros”. (Marchioretto, 2020)

A moderna Teoria de Finanças, aplicada ao modelo de avaliação de empresas “valuation” evidencia vantagens de apuração e evidenciação de valores gerados internamente, por meio de ações de sustentabilidade ambiental e gerenciamento, que se traduzem em valor economicamente agregado à marca.

A Natura, em suas notas explicativas, demonstrou como é possível realizar projetos de sustentabilidade, de forma voluntária e participativa e que ao longo prazo, poderão compensar os passivos ambientais gerados internamente e lança mão à evidenciação contábil (Figura 1 e 2) e Notas Explicativas:

Os projetos de sustentabilidade ambiental e gerenciamento envolveram os stakeholders e trouxe uma perspectiva importante para a proteção ambiental:

Em 2007, a Companhia assumiu com seus colaboradores, clientes, fornecedores e acionistas o compromisso de ser uma empresa Carbono Neutro, que consiste em neutralizar suas emissões de Gases do Efeito Estufa - GEEs, em sua cadeia completa de produção, desde a extração das matérias-primas até o pós-consumo. Esse compromisso, que no presente momento refere-se exclusivamente às operações da marca Natura, não é uma obrigação legal, já que o Brasil não apresenta meta de redução, mesmo sendo um país signatário do Protocolo de Quioto, por isso é considerado uma obrigação construtiva, conforme o CPC 25 / IAS 37 - Provisões, Passivos Contingentes e Ativos Contingentes, que determina o reconhecimento de uma provisão nas demonstrações financeiras se esta for passível de desembolso e mensurável.

13. OUTROS ATIVOS CIRCULANTES E NÃO CIRCULANTES

	Controladora		Consolidado	
	2019	2018	2019	2018
Adiantamento para propaganda e marketing	23.037	48.126	28.669	48.429
Adiantamento para fornecedores	17.769	10.770	102.225	76.707
Adiantamento para colaboradores	6.147	6.898	13.983	12.965
Adiantamento e depósito caução de aluguel (a)	-	-	96.202	96.177
Despesas antecipadas com seguros	24.651	3.256	29.647	7.535
Adiantamento para despachante aduaneiro -	-	17	34.932	14.866
Impostos de importação	-	160	-	160
Ativos destinados à venda	-	-	-	-
Crédito de carbono	3.508	10.317	3.508	10.317
Outros	1.847	4.304	39.868	47.475
	76.959	83.848	349.034	314.631
Circulante	76.649	83.688	265.198	263.025
Não circulante	310	160	83.836	51.606

Figura 1: Evidenciação Contábil dos Ativos Ambientais: Créditos de Carbono:

Fonte: www.rad.cvm.gov.br/ENETCONSULTA

Por meio de uma análise horizontal, tem-se os ativos ambientais, relacionados aos créditos de carbono, foi reduzido em 294% em 12 meses, em relação ao volume estimado de ativos ambientais.

Em linha com suas crenças e princípios, a Companhia optou por realizar algumas aquisições de créditos de carbono através do investimento em projetos com benefícios socioambientais oriundos do mercado voluntário. Dessa forma, os gastos incorridos gerarão créditos de carbono após a finalização ou maturação desses projetos. Durante os referidos exercícios,

estes gastos foram registrados a valor de mercado como "Outros ativos circulantes" (vide nota explicativa nº 13). (Natura, NE 22 2019)

Apresenta-se a evidenciação dos passivos contingentes ambientais, relacionados aos Créditos de Carbono, conforme Figura 2:

22. OUTROS PASSIVOS

	Controladora		Consolidado	
	2019	2018	2019	2018
Plano de assistência médica pós-emprego	65.076	63.429	98.792	78.904
Crédito de carbono	4.519	3.222	4.519	3.222
Contrato de exclusividade ^(a)	5.400	7.800	5.400	7.800
Crer para Ver ^(b)	41.523	28.368	51.543	28.368
Receita diferida de obrigações de desempenho com clientes ^(c)	14.984	12.959	76.250	63.662
Provisões para despesas diversas ^(d)	79.468	86.566	156.895	170.294
Provisões de aluguéis ^(e)	-	-	26.568	28.966
Provisões para repartição de benefícios e parcerias a pagar	5.633	9.262	7.860	11.542
Incentivos de longo prazo ^(f)	-	-	3.022	8.855
Valor justo arrendamento mercantil operacional ^(g)	-	-	-	25.843
Provisão para reestruturação ^(h)	-	-	3.401	2.004
Provisão para reforma de lojas	-	-	15.997	6.107
Outras provisões	34.967	2.883	67.846	44.370
Total	251.570	214.489	518.093	479.937
Circulante	178.973	141.037	396.391	338.170
Não circulante	72.597	73.452	121.702	141.767

Figura 2: Evidenciação Contábil dos Passivos Ambientais: Créditos de Carbono:

Fonte: www.rad.cvm.gov.br/ENETCONSULTA

Os passivos ambientais, aumentaram em 40% de 2018 para 2019, ensejando o esforço que a empresa precisa fazer em benefício da sociedade, por meio de ações de proteção ao meio-ambiente.

O passivo é estimado através dos inventários auditados de emissão de carbono realizados anualmente e valorizado com base no preço de mercado para aquisição de certificados de neutralização. Em 31 de dezembro de 2019, o saldo registrado no passivo na rubrica "Outros passivos não circulantes" (vide nota explicativa nº 22), refere-se ao total das emissões de carbono do exercício de 2007 a 2019 que ainda não foram neutralizadas através dos projetos correspondentes, portanto, não há efetivação do certificado de carbono. (NE, Natura 2019, nº 22)

Nos aspectos contábeis, demonstrou-se no Balanço Patrimonial, que para cada R\$ 1,00 investido em ativo ambiental a empresa apresentava um Índice de Liquidez Geral Ambiental ILGA de R\$ 3,20 no ano de 2018 e em 2019, a empresa apresentou o índice de 0,77, que na ocasião, indica um resultado inferior a unidade, inferindo que a empresa.

Quanto a evidenciação trazida nas Figuras 1 e 2 a respeito dos créditos de carbono ativos contingentes e passivos contingentes, as notas explicativas esclarecem a política da empresa em relação a sustentabilidade ambiental, inovação nos negócios e como é feita

a evidenciação contábil, e em suma, após evidenciados os ativos e passivos contingentes conforme detalhado nas figuras 1 e 2, e analisados os índices de liquidez geral ambiental, temos que a nota explicativa da Natura, esclarece a visão de futuro sustentável a qual destinará os recursos das contas contábeis de créditos de carbono “No momento em que os respectivos certificados de carbonos são efetivamente entregues à Companhia, a obrigação de ser Carbono Neutro é efetivamente cumprida, portanto, os saldos de ativos são compensados com os saldos de passivos.”

O passivo é estimado através dos inventários auditados de emissão de carbono realizados anualmente e valorizado com base no preço de mercado para aquisição de certificados de neutralização. Em 31 de dezembro de 2019, o saldo registrado no passivo na rubrica “Outros passivos não circulantes” (vide nota explicativa nº 22), refere-se ao total das emissões de carbono do exercício de 2007 a 2019 que ainda não foram neutralizadas através dos projetos correspondentes, portanto, não há efetivação do certificado de carbono. Em linha com suas crenças e princípios, a Companhia optou por realizar algumas aquisições de créditos de carbono através do investimento em projetos com benefícios socioambientais oriundos do mercado voluntário. Dessa forma, os gastos incorridos gerarão créditos de carbono após a finalização ou maturação desses projetos. Durante os referidos exercícios, estes gastos foram registrados a valor de mercado como “Outros ativos circulantes” (vide nota explicativa nº 13). No momento em que os respectivos certificados de carbonos são efetivamente entregues à Companhia, a obrigação de ser Carbono Neutro é efetivamente cumprida, portanto, os saldos de ativos são compensados com os saldos de passivos.

Quanto a normatização sobre as notas explicativas, o art. 176 da Lei das Sociedades Anônimas, (Lei 6404/76) traz a obrigatoriedade da apresentação das demonstrações contábeis, para as referidas sociedades, na qual se observa o integral cumprimento pela Natura, no Relatório de Administração de 2017, analisado:

Ao fim de cada exercício social, a diretoria fará elaborar, com base na escrituração mercantil da companhia, as seguintes demonstrações financeiras, que deverão exprimir com clareza a situação do patrimônio da companhia e as mutações ocorridas no exercício:

I - balanço patrimonial;

II - demonstração dos lucros ou prejuízos acumulados;

III - demonstração do resultado do exercício; e

IV – demonstração dos fluxos de caixa; e (Redação dada pela Lei nº 11.638, de 2007)

V – se companhia aberta, demonstração do valor adicionado. (Incluído pela Lei nº 11.638, de 2007)

De acordo com Tinoco Kraemer (2004, p.256) as evidenciações contábeis ambientais devem fornecer: “Informações do desempenho econômico, financeiro, social ambiental das entidades aos parceiros sociais, os stakeholders, considerando que os demonstrativos financeiros outras formas de evidenciação não devem ser enganosas. “

Entende-se o tamanho da importância da fidedignidade das informações apresentadas, quanto ao desempenho econômico e financeiro, resultando em tomadas de decisões assertivas.

As Notas Explicativas são instrumentos usados para esclarecer pontos, demonstrar políticas, variações e fatos relevantes e são utilizados por usuários externos na interpretação das demonstrações contábeis.

Para Alcântara (2014, p.65), “As notas explicativas são parte integrante das demonstrações contábeis e devem divulgar as informações necessárias à adequada compreensão dos respectivos demonstrativos”. E a Lei 6404/76, disciplina em seu § 4º que “As demonstrações serão complementadas por notas explicativas e outros quadros analíticos ou demonstrações contábeis necessárias para esclarecimento da situação patrimonial e dos resultados do exercício.”

As informações trazidas em Notas Explicativas, são valiosas aos usuários da contabilidade e analistas financeiros que se utilizam das informações financeiras para realização das análises fundamentalistas.

O valor economicamente agregado e a valorização das ações

Entre as empresas que adotam o Sistema de Gestão Ambiental, a Natura tem grande reconhecimento nacional e tem realizado fusões, combinações de negócios com empresas do ramo cosmético, como a Avon, compra concluída em janeiro de 2020, que tornou a Natura a quarta maior empresa de beleza do mundo. (Folha Uol, 2020)

De acordo com a Revista Exame (2017), a Natura no ano de 2017 foi a empresa mais sustentável. Destaca-se também que na década de 90, junto com a globalização, haviam muitas terras nordestinas degradadas decorrentes das queimadas com a safra de cana-de-açúcar entre outras, que por sua vez produziam manteigas e óleos utilizados em seus produtos, sendo primordial para continuar sua produção, preservação de sua matéria-prima, conseqüentemente evitando desmatamento.

Outro dado relevante é a crescente no seu valor em ações de 45% a cada ano.

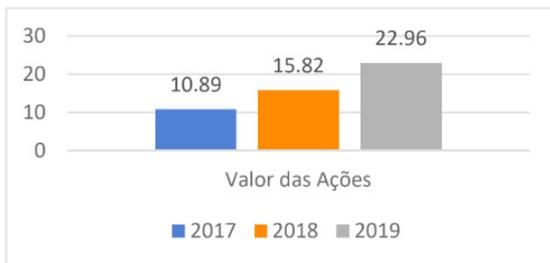


Gráfico 1: Valorização das Ações, anualmente (em R\$/unidade):

Fonte: Infomoney, 2020, adaptado pelo autor.

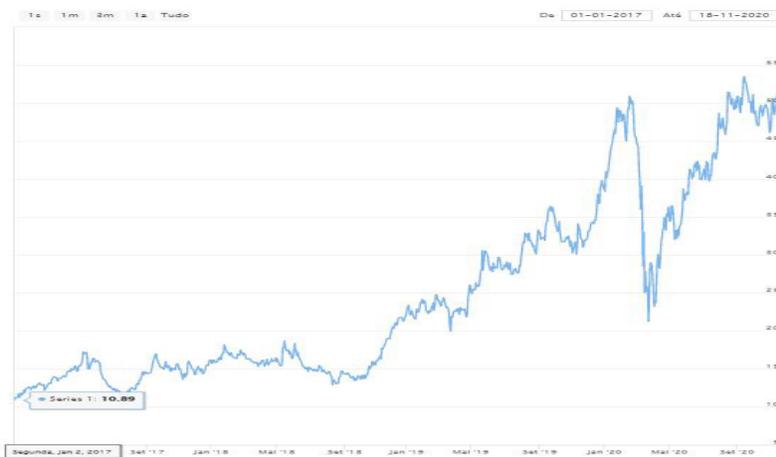


Gráfico 2: Comportamento das ações – 2017:

Fonte: Infomoney, 2020.

Diante dos dados fornecidos no site Infomoney, o valor por ação na Natura no início do ano de 2017 estava R\$10,89.

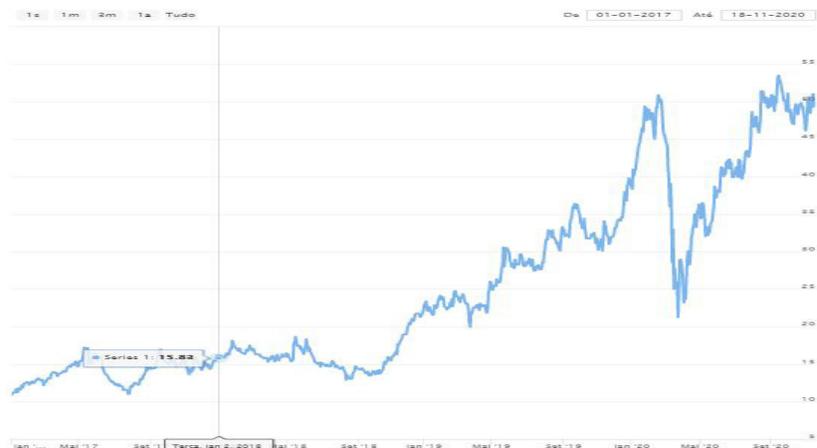


Gráfico 3: Comportamento das ações – 2018:

Fonte: Infomoney, 2020.

No ano de 2018 a ação se encontra no valor de R\$15,82, percebe-se o aumento de aproximadamente 4,95%, com relação ao ano anterior;

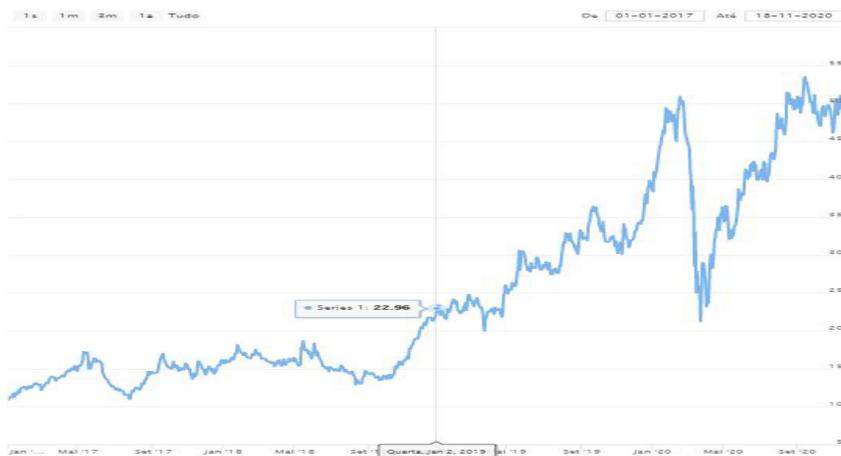


Gráfico 4: Comportamento das ações – 2019:

Fonte: Infomoney, 2020.

No ano de 2019 inicia com ação no valor de R\$22,96, aumento de aproximadamente 111,34% com relação a 2017 e 45,13% com relação à 2018.

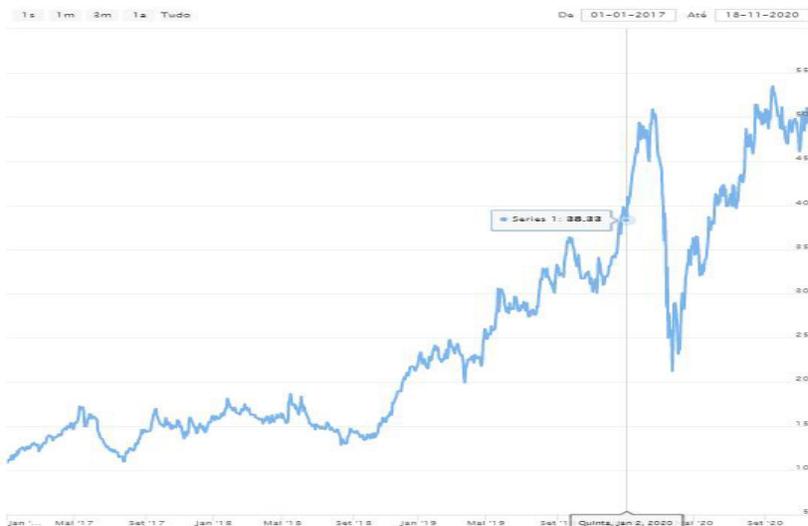


Gráfico 5: Comportamento das ações – 2020:

Fonte: Infomoney, 2020.

No início de 2020 o valor da ação foi de R\$38,33, aumentou aproximadamente 251,97% com relação ao ano de 2017.

METODOLOGIA

Os métodos que foram utilizados para certificar os objetivos e responder o problema formulado.

Este artigo irá adotar metodologia de pesquisa bibliográfica e exploratória que tem por intuito o descobrimento de práticas ou diretrizes que precisam ser alterados, apresentando assim alternativas através do conhecimento obtido para que essas mudanças ocorram, e assim o ecossistema ganha mais proteção e conseqüentemente mais qualidade de vida, para todo os ser vivos.

O problema da pesquisa é: Qual é a importância do Contador Ambiental para a sustentabilidade das empresas e do Ecossistema?

Os instrumentos de estudo serão coleta de dados através de revisão bibliográfica e documental, ou seja, consultas em livros, internet e artigos científicos.

A finalidade da pesquisa perante a comunidade acadêmica é buscar a eficiência para que se tenha um ótimo conhecimento para estudar, e assim desenvolver um método de estudo, o qual será forma de pesquisa, analisar, verificar, para chegar ao mais próximo da verdade sempre, e contribuir para que haja equidade, ou seja, equilíbrio na atividade econômica com proteção ao meio ambiente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa cumpriu o objetivo de descrever a importância do Contador Ambiental para a sustentabilidade das empresas e do Ecossistema, haja vista o grau de importância da contabilidade ambiental para a proteção do meio-ambiente, pois a sua ciência atua junto as atividades econômicas. E com isso, esta ciência leva a conscientização ao empreendedor, de desenvolver atividade lucrativas sustentáveis. Por isso, este tema é grande relevância para o meio acadêmico, empresarial e para todo ser humano, pois envolve a preocupação e o zelo pela continuação da vida de maneira equilibrada, onde todos colhem os benefícios. A pesquisa não se esgota neste ponto, entende-se que é primordial que novas pesquisas possam surgir para acompanhar o desempenho econômico e ambiental das entidades.

E como meio de auxiliar os empreendedores a adotarem tais medidas de gestão ambiental sustentável, descreveu-se na pesquisa os principais objetivos e passos para a implantação de um gerenciamento sustentável por meio da norma ABNT ISO 14001, que orienta a empresas a tomarem medidas sustentáveis, priorizando a preservação ambiental e sua conservação no mercado.

Diante do cenário competitivo, em busca dos menores preços com a melhor qualidade, e juntamente com as normas ambientais que visam proteger o meio-ambiente, que é um direito de todos, as empresas encontram no Contador Ambiental, a visão empresarial e ao mesmo tempo, a cultura da preservação, o dever de especializar-se na correta alocação dos fatos contábeis, os ativos e passivos ambientais, que corroboram com a evidenciação dos registros contábeis, que por meio das Demonstrações Financeiras, em especial a Demonstração de Valor Agregado, levarão à sociedade, informações sobre as empresas, e como elas se preocupam com o meio-ambiente e com as pessoas.

Por meio do levantamento bibliográfico foi possível demonstrar que a Contabilidade Ambiental, é uma área de especialização da contabilidade financeira, fundamental para as empresas envolvidas com o meio-ambiente e a sua preservação, pois envolve contas e eventos específicos, uma vez que, o Ecossistema não pode ser visto como mero patrimônio, que deve apenas gerar lucro. Não pode ser visto como uma propriedade ou posse e sim, um direito de exploração, empréstimo da natureza á quem o conservar, por isso a importância do Contador Ambiental para registrar, apurar, consolidar e evidenciar as informações quantitativas e qualitativas, em prol da empresa e do Ecossistema, pensando que se hoje é um passivo contingente, amanhã precisará ser coberto por um ativo ambiental real, à ser devolvido à natureza para o usufruto das gerações futuras.

A pesquisa trouxe o cálculo do Índice de Liquidez Geral Ambiental – ILGA que traduz a *performance* ambiental da empresa em relação aos ativos contingentes e os passivos contingentes ambientais e demonstrou que de 2018 para 2019, os índices caíram de 3,20 para 0,77 indicando a necessidade de observar os padrões de sustentabilidade da empresa e as razões que levaram à essa queda. Isso importa salientar que as informações contidas

nas Demonstrações Financeiras e em Notas Explicativas, evidenciaram que a empresa deixou de prestar esclarecimentos adicionais sobre as baixas dos ativos contingentes ambientais em notas explicativas, ou ainda, que as menções efetuadas não foram suficientes para esclarecer as variações entre a redução de 294% no ativo ambiental e no aumento de 40% no passivo ambiental. No entanto, afirma que mesmo não sendo uma obrigatoriedade, no Brasil, tem mantido projetos sustentáveis envolvendo *stakeholders*.

Assim, os valores das ações subiram ao longo dos anos, seja pela potência de ter se tornado a 4ª maior empresa do mundo em beleza e cosmetologia, seja pelas aquisições de outras companhias internacionais, como a Avon, ou pela inovação em produtos. É certo afirmar que a variação das suas ações de 2017 para 2018 e de 2018 para 2019, cresceram em 45% a cada ano.

Em resposta ao problema da pesquisa, o Contador Ambiental é responsável pela Contabilidade Ambiental, gerada por meio de informações idôneas, fidedignas e tempestivas geram valor agregado para as empresas que contribuem com o Ecossistema e o meio ambiente, uma vez que, não se pode comparar uma contabilidade comercial, industrial ou tributária, que tem seus fins específicos, com a contabilidade ambiental, com uma visão de futuro, de geração de valor e cuidado com as gerações futuras. Portanto, as formas de evidenciação da Contabilidade Ambiental, apresentam na DVA a força da gestão e gerenciamento ambiental, em detrimento das demais informações contábeis, não menos importantes, que apresentam resultados patrimoniais, econômicos e financeiros como o Balanço Patrimonial, Demonstração de Resultado do Exercício e Fluxo de Caixa Direto ou Indireto, respectivamente.

Muito além da geração de lucro para o empreendedor está à preservação do meio-ambiente. São fatores ambientais os quais estão relacionados a vida desta e das próximas gerações e um segmento que merece atenção. Uma empresa com política sustentável se destaca não somente pela causa nobre, que de forma indireta interferem no valor da empresa – *valuation* nos resultados econômicos.

Conclui-se também que obter medidas sustentáveis, torna-se rentável quanto as outras empresas, que no momento o que é um diferencial irá ser um pré-requisito para sua conservação no mercado e investimento de acionistas.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA DA SILVA, A. Estrutura Análise e Interpretação das Demonstrações Contábeis. 4ª ed. Atlas, 2004.

ARAÚJO, G.M. **Sistema de Gestão Ambiental ISO14001/04**. Rio de Janeiro. Editora Gerenciamento Verde, 2005.

BERGAMINI JÚNIOR, Sebastião. **Contabilidade e Riscos Ambientais**. Revista do BNDES, Rio de Janeiro: v.6, n.11, junho 1999.

CARVALHO, Gardênia Maria Braga de. **Contabilidade ambiental: teoria e prática**. Curitiba: Juruá, 2007.

COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS – CVM. **Relatório de administração da empresa NATURA**. Disponível em: <https://www.rad.cvm.gov.br/ENETCONSULTA/frmGerenciaPaginaFRE.aspx?NumeroSequencialDocumento=91402&CodigoTipoInstituicao=2> acesso em 20.nov.2020

COSTA, Carlos Alexandre Gehm da. **Contabilidade Ambiental: Mensuração, Evidenciação e Transparência**. São Paulo: Atlas, 2012.

COSTA, Rodrigo Simão da; MARION, José Carlos, **A uniformidade na evidenciação das informações ambientais**. Dissertação Programa de Educação da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2007.

CFC – CONSELHO FEDERAL DE CONTABILIDADE. Resolução CFC nº 1003/2004. **Norma Brasileira de Contabilidade - CFC NBC T 15, de 19 de agosto de 2004 – Informações de Natureza Social e Ambiental**. Brasília: CFC, 2004.

_____. **Resolução CFC nº 1.418, De 05 De Dezembro De 2012. Normas Brasileiras De Contabilidade - ITG 1000 - Modelo Contábil Para Microempresa E Empresa De Pequeno Porte**. Brasília: CFC, 2012.

FERREIRA, **Contabilidade Ambiental: Uma informação para o Desenvolvimento Sustentável – Inclui Certificados de Carbono**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2006.

IUDÍCIBUS, Sérgio de; MARION, José Carlos. **Introdução à teoria da Contabilidade**, 3.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MARCHIORETTO, I. S. XVII Congresso Internacional De Direitos Humanos. Artigo: **A Perícia como salvaguarda do direito ao patrimônio social justo**. Disponível em: <https://www.even3.com.br/participante/presentation/> acesso em 20.nov.2020

MARTINS, Eliseu & DE LUCA, Márcia M. Mendes. **Ecologia via contabilidade**. Revista Brasileira de Contabilidade. CFC, ano 23, nº 86, março 1994.

MOREIRA, M. S. **Estratégia e implantação do Sistema de Gestão Ambiental (Modelo ISO 14001)**. Belo Horizonte. Editora DG, 2002.

PAIVA, Paulo Roberto de. **Contabilidade Ambiental**. São Paulo. Atlas, 2003.

RIBEIRO, Maísa de Souza. **Contabilidade Ambiental**. São Paulo: Saraiva, 2010. p.

SANTOS, F. de A. SANTOS. N.M.B. **Experiências Corporativas: pesquisas em governança e sustentabilidade**. São Paulo: Ed. Livrus, 2016.

TACHIZAWA, T. **Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa: estratégias de negócios focadas na realidade brasileira**. São Paulo: Ed. Atlas, 2002.

TINOCO, João Eduardo Prudêncio; KRAEMER Maria Elisabeth Pereira. **Contabilidade e Gestão Ambiental**. São Paulo: Atlas, 2011.

_____, J. E. P.; KRAEMER, M. E. P. **Contabilidade e gestão ambiental**. São Paulo: Atlas, 2004.

VALLE, R. e SOUZA, R. G. **Logística Reversa Processo a Processo**. São Paulo: Atlas, 2014.

VIEIRA, R. **A empresa mais sustentável do ano**. Disponível em: <https://exame.com/revista-exame/a-empresa-mais-sustentavel-do-ano-natura/> Por Renata vieira Publicado em: 16/11/2017 às 05h00 Alterado em: 29/11/2017 às 19h15. Acesso em 13/11/2020

<https://www.consultoriaiso.org/para-que-serve-iso-14001/> Postado em abril 12, 2017. Acesso em 13/11/2020

CAPÍTULO 5

CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO DO AEROPORTO MÁRIO DE ALMEIDA FRANCO - UBERABA, MINAS GERAIS

Data de aceite: 26/02/2021

Caroline Gobbo Almeida

Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Uberaba – MG
<http://lattes.cnpq.br/0206938916113113>

Ailton Cícero dos Santos Junior

Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Uberaba – MG

Viviane Adriano Falcão

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – PE
<http://lattes.cnpq.br/9881982810273990>

RESUMO: Desde 2015 constatou-se uma diminuição no movimento de passageiros do Aeroporto de Uberaba, atingindo em 2017 cerca de 60.000 passageiros. Em contrapartida, o Aeroporto de Uberlândia, apresentou um crescimento considerável na mesma época. O objetivo do trabalho é caracterizar a demanda por transporte aéreo de Uberaba, identificando um destino prioritário, horário e preço. Para isso, foi elaborado um questionário on-line que contou com a participação de 2.000 pessoas. Concluiu-se que a rota mais demandada para a região é cujo destino é a cidade de São Paulo com uma aceitação de pagar 300 reais por trecho por mais de 60% dos entrevistados.

PALAVRAS-CHAVE: Aeroporto de Uberaba, Passageiro, Demanda.

MARKET CHARACTERIZATION OF THE AIRPORT MÁRIO DE ALMEIDA FRANCO - UBERABA, MINAS GERAIS

ABSTRACT: Since 2015 there has been a decrease in passenger movement at Uberaba Airport, reaching in 2017 around 60,000 passengers. On the other hand, Uberlândia Airport presented a considerable growth at the same time. The objective of this work is to characterize the demand for air transport from Uberaba, identifying a priority destination, time and price. For this an online questionnaire was prepared with the participation of 2,000 people. The conclusion is that the most demanded route to the region is destined to the city of São Paulo with an acceptance of paying 300 reais per stretch for more than 60% of respondents.

KEYWORDS: Uberaba Airport, Passenger, Demand.

1 | INTRODUÇÃO

Países desenvolvidos apresentam uma média de 1,7 viagens anuais por habitante, enquanto a realidade brasileira chega-se a 0,5. Entre os anos de 2003 a 2013 a movimentação de passageiros triplicou. Além do mais se prevê um crescimento considerável para os próximos 20 anos (SAC, 2015).

O aeroporto Mário de Almeida Franco, localizado na capital mundial do gado zebu e polo agroindustrial do estado, Uberaba - Minas Gerais é considerado um dos aeroportos regionais com grandes potenciais de

crescimento (ABAETAR, 2011).

Em 2009 movimentou 69.619 passageiros e em 2014 teve 141.676 passageiros (SAC, 2016). Porém desde 2015 essa movimentação só decresce e em 2017 atingiu a marca de um pouco mais de 60.000 passageiros anos.

Com o crescimento da movimentação de passageiros no transporte aéreo, os aeroportos regionais se tornam estratégicos para consolidação desse modal. Assim é necessário avaliar a demanda de aeroportos regionais para garantir uma conexão, mais rápida e segura de demais localidades, e sua integração através da aviação (ABAETAR, 2011).

O objetivo desse trabalho é avaliar a demanda de passageiros para o aeroporto de Uberaba, MG - Mário de Almeida Franco e propor novas rotas que atraiam novos passageiros.

2 | REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Transporte Aéreo

Os sistemas de transporte têm uma grande importância para a promoção do desenvolvimento econômico de uma região ou de um país, pois é através do escoamento de pessoas, de bens e de mercadorias que se consegue alavancar a economia.

O sistema de transporte aéreo caracteriza-se pela capacidade de transportar pessoas entre regiões afastadas com maior rapidez, quando comparado a outros modais como rodoviário, hidroviário e ferroviário. Desse modo, devido às diversas mudanças que estão ocorrendo em nível mundial, como a globalização, os avanços da tecnologia, as relações estreitas proporcionadas pelo mundo virtual, o desenvolvimento do setor aéreo torna-se necessário para possibilitar agilidade entre as relações econômicas do mercado brasileiro e internacional (SOUZA, 2010).

2.2 Aeroportos Regionais

Uma questão importante para os gestores de aeroportos é se o aeroporto está atraindo um número suficiente de passageiro para o qual foi projetado. Se, por exemplo, o número de passageiros usando um aeroporto é substancialmente inferior ao que o aeroporto deveria atrair, o aeroporto pode não ter o número necessário de companhias aéreas para fornecer um nível adequado de serviço aéreo e, por esse motivo, não ter tarifas competitivas para a região. Por esta razão, os gestores aeroportuários precisam conhecer os critérios de escolha de passageiros aéreos (SUZUKI et al. 2003).

Conforme definição do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (MCKINSEY & COMPANY, 2010) um aeródromo é qualquer área com infraestrutura destinada ao pouso, decolagem e movimentação de aeronaves, e um aeroporto é todo aeródromo público provido de instalações e recursos para apoio a aeronaves e ao embarque e desembarque

de pessoas e cargas.

Segundo Ashford e Wright (1984), o aeroporto é a parte física do sistema de transporte aéreo, no qual ocorre a transferência do modo aéreo para o modo terrestre, relacionando-se a companhia aérea e o usuário.

2.3 Técnicas de Amostragem

Em um estudo estatístico, os métodos de amostragem estão relacionados ao modo em que selecionamos os membros de uma determinada população a entrarem neste estudo. É importante selecionar os dados de maneira aleatória para que o resultado não seja tendencioso ou realizar uma pesquisa de campo, como no caso do Decola Uberaba.

Através do teorema do limite central, também conhecido como curva de Gauss (Montgomery, 2016), é possível calcular uma média ou uma proporção de uma amostra. Admitindo grau de confiança de 99% e margem de erro de 3%, é possível obter a amostra necessária para a pesquisa ser válida, através da Equação 1:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{e^2} \text{ (Equação 1)}$$

Onde:

n = o tamanho da amostra que queremos calcular;

N = Tamanho do universo;

Z = é o desvio do valor médio que aceitamos para alcançar o nível de confiança;

e = é a margem de erro máximo utilizado;

p = é a proporção que esperamos encontrar.

3 | METODOLOGIA

Inicialmente foram estabelecidos os principais aeroportos concorrentes ao aeroporto de Uberaba, que sejam Aeroporto de Uberlândia (100 km de distância) e Aeroporto de Ribeirão Preto (cerca 150 km de distância). Posteriormente foi realizada uma breve revisão de literatura com o objetivo de estabelecer um referencial teórico sobre os assuntos, Transporte Aéreo, Aeroportos Regionais e Técnicas de Amostragem.

Em seguida, foi realizada a análise estatística dos aeroportos concorrentes, relacionando movimentação de passageiros, fatores socioeconômicos, movimentação de transporte rodoviário, quantidades de voos e rotas principais. O intuito dessa etapa, foi averiguar a existência da demanda desviada do aeroporto de Uberaba.

Com isso, houve uma primeira pesquisa de campo no aeroporto de Uberaba a qual foi considerada como piloto. Os dados dessa pesquisa foram analisados e a partir deles, foi estabelecido um novo questionário que seria enviado, via internet, a toda população de Uberaba. Para se obter uma pesquisa representativa e uma amostra confiável, foi definido o espaço amostral representativo da população da cidade de Uberaba.

Segundo o IBGE (2018), a população de Uberaba para o ano de 2018 é de 330.361

pessoas, valor este que será o nosso universo. Utilizando o nível de confiança de 99% e a margem de erro de 5% e Z equivalente a 2,58 (para o nível de confiança utilizado), é possível obter o tamanho da amostra necessária para a pesquisa ser válida, que corresponde a 665 pessoas.

De posse da coleta de dados, que fora concretizada, entre os meses, de maio, junho e julho de 2019, iniciou-se a avaliação dos dados, análise dos resultados de forma a propor soluções para o aumento da demanda do Aeroporto de Uberaba.

4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

Realizou-se de início uma análise da movimentação dos aeroportos concorrentes, onde percebeu-se claramente que o aeroporto de Uberaba estaria tendo um desvio de demanda para outros aeroportos ou outros modais. Conforme Figura 1.

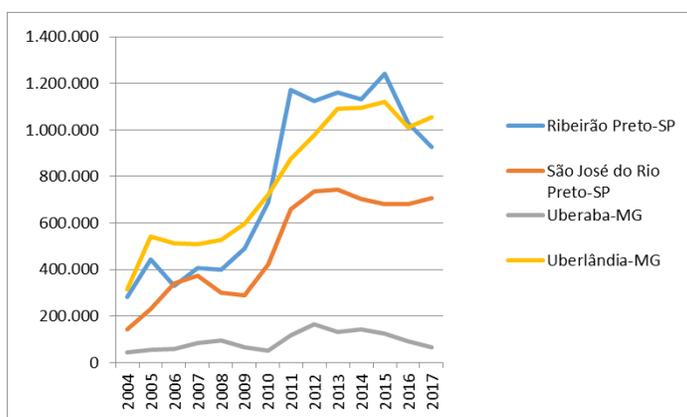


Figura 1 - Movimentação de Passageiros dos Aeroportos Concorrentes

Fonte: Horus (2018)

4.1 Pesquisa Piloto passageiros do aeroporto de Uberaba

Aproximadamente a metade dos passageiros entrevistados no aeroporto de Uberaba são residentes na cidade e a outra metade dividida entre cidades diversas, não estabelecendo nenhuma característica em comum (estados, proximidade de Uberaba, entre outros). A maioria dos passageiros entrevistados são adultos quase 25 do total de 51, na idade geralmente “ativas” no trabalho.

Mais da metade dos passageiros tem Ensino Superior completo, o que comparando com a faixa etária é algo positivo. Porém, chama a atenção que 3 passageiros tenham ensino fundamental incompleto, correlacionando os dados obtidos, nota-se que 2 desses

3 passageiros tem 23 e 37 anos, respectivamente, ambas do sexo feminino e ambas têm renda máxima de um salário mínimo. Com relação a renda, 23 passageiros recebem mais de 6 salários mínimos mensalmente, comparando estas mesmas respostas, observa-se que estes também têm Ensino Superior completo ou são pós-graduados.

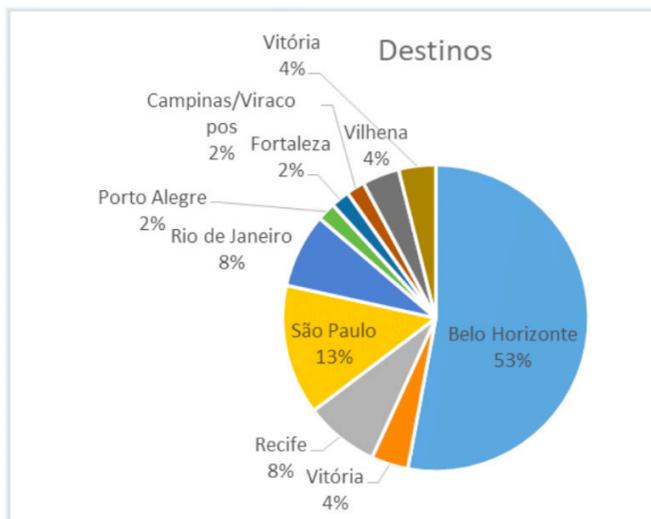


Figura 2 - Principais destinos dos passageiros do Aeroporto de Uberaba.

Fonte: Dos autores, 2019.

Conforme a Figura 2 mostrada acima, mais da metade dos passageiros tem como destino final a cidade de Belo Horizonte, o que já era de se esperar em função de ser a única rota direta saindo do aeroporto de Uberaba. O que é surpreendente são os 13% que mesmo com a conexão em Belo Horizonte, tem como destino final a cidade de São Paulo. Além disso, cerca de 41 passageiros compram somente um só trecho de passagem. Do total de passageiros pesquisados, cerca de 77% pagaram pela passagem, o restante usou milhas ou outros recursos.

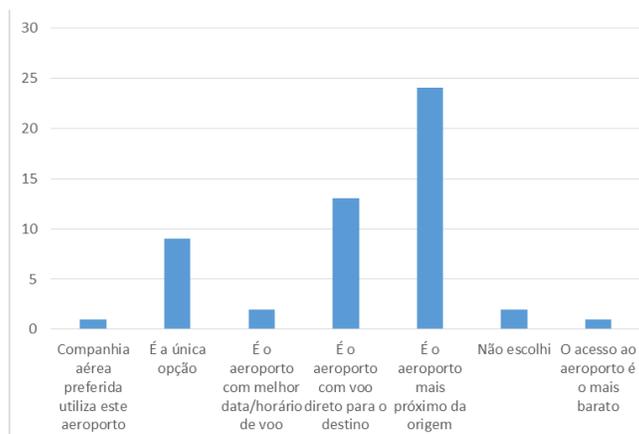


Figura 3 - Motivo de escolha do aeroporto

Fonte: Dos autores, 2019.

Os principais motivos de escolha de aeroporto são as possibilidades de voo direto e proximidade da origem, conforme Figura 3.

Posteriormente foi questionado se o aeroporto é a melhor opção de embarque entre os aeroportos da região onde mais de 70% dos passageiros disseram que sim. Nota-se que o aeroporto pode ser considerado a melhor opção pela comodidade de deslocamento para pegar o voo.

Também foi perguntado aos passageiros se eles teriam interesse em um voo disponível em outro a horário, mais de 50% achou indiferente. Provavelmente pelo fato do horário atual ser interessante para os passageiros a trabalho, nas primeiras horas da manhã.



Figura 4 - Aeroporto Destino Final

Fonte: Dos autores, 2019

Com relação ao aeroporto no destino final, foi perguntado o porquê desse destino. A Figura 4 mostra que 40% escolheu por ser o mais próximo ao destino final, que consequentemente se intercala com a única opção de voo disponível hoje.

Também foi questionado a quantidade de dias que permaneceria no destino, quase 50% ficariam até cinco dias no destino, caracterizando dessa forma que a maioria dos passageiros de Uberaba realizam viagens a trabalho. Foi questionado também quantas vezes fizeram esse trecho no último ano. Dos entrevistados cerca de 16% fez esse trecho pelo menos 5 vezes ao ano. E desses 16%, cerca de 60% já usou outro modal para realizar esse trajeto. Além disso, foi questionado se haviam usado outro aeroporto para esse trecho, quase 55% usaram o aeroporto de Uberlândia, demonstrando que há uma demanda desviada para outros modais e para o aeroporto de Uberlândia.

Também foi perguntado qual o principal motivo da viagem e como esperado quase 50% dos passageiros tem como motivo o trabalho.

Por fim, foi questionado se existisse esse trecho no aeroporto de Uberaba eles escolheriam o aeroporto de Uberaba, quase 42% disse que escolheria, mas em função do valor da passagem, conforme Figura 5. O restante disse ser indiferente. Percebe-se que entre as respostas positivas para a utilização do aeroporto de Uberaba, predomina-se o valor de R\$200,00, que não dista do valor pago para passagens de ônibus.

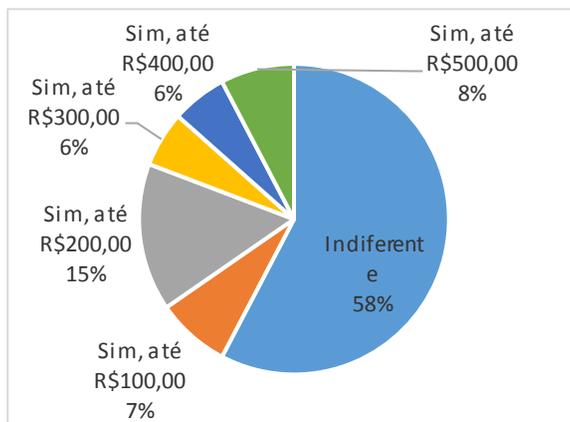


Figura 5 - Caso tenha o trecho no aeroporto de Uberaba

Fonte: Dos autores, 2019

4.2 Pesquisa população de Uberaba

Foi realizado um questionário por meio da plataforma *Google Forms* e divulgado com o objetivo de mensurar e avaliar o interesse das pessoas de Uberaba e região, possíveis passageiros do Aeroporto de Uberaba. A amostra coletada foi de cerca de 2.010 respondentes, ou seja, uma amostra representativa conforme calculada no item 3. Porém desse total, só foram utilizados 1.607 que são os residentes na cidade de Uberaba.

Quanto à análise do perfil da amostra, foram retirados que, não há uma faixa etária majoritária nas respostas analisadas. Cerca de 82% se concentram entre 31 a 65 anos. Em relação ao gênero tem-se uma proporção de 49% do sexo masculino e 51% do sexo feminino.

Com um total de 2013 respostas, 1607 pessoas residentes em Uberaba, e o restante dividido tanto em cidades próximas à Uberaba (como Araxá, Araguari, Igarapava, Ituiutaba - possíveis passageiros que utilizam ou podem utilizar o Aeroporto de Uberaba) quanto em cidades distantes e até de outros países, porém tem suas respostas válidas uma vez que podem sempre opinar sobre faixas de preço, horário preferenciais de viagens e etc.

Como a cidade de São Paulo foi a segunda opção mais votada de destino na pesquisa piloto, escolheu-se essa opção como provável destino saindo do aeroporto de Uberaba. Fez-se uma pergunta se as pessoas já haviam viajado para São Paulo, praticamente 100% da amostra respondeu sim. No tocante a escolaridade, percebe-se que conforme a Figura 6, a maioria daqueles que viajam para São Paulo, cerca de 90%, tem ensino superior completo ou estão cursando.

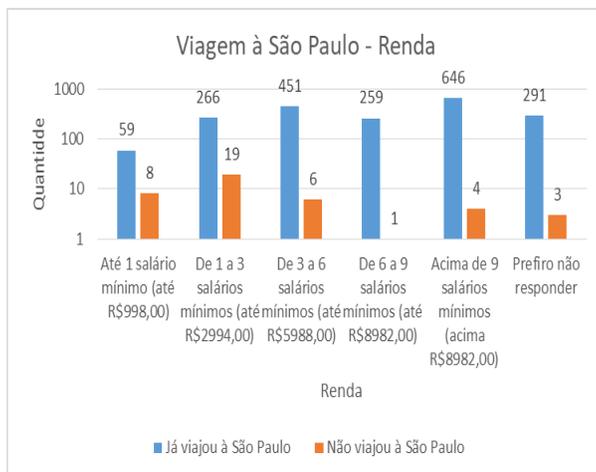


Figura 6 - Quantidade de pessoas que já viajaram ou não para São Paulo separadas por sua renda

Fonte: Dos autores, 2019.

Há uma distribuição equilibrada entre as faixas de renda e a quantidade de viajantes, porém analisando o percentual, aproximadamente 69% das pessoas que já viajaram à São Paulo recebem mais de 3 salários mínimos.

Essa segunda parte do questionário foi para as pessoas que já viajaram à São Paulo. A primeira pergunta dessa parte era a frequência de viagens para São Paulos nos últimos 12 meses. A maioria dos passageiros, 1138 viajam pelo de uma a 5 vezes por ano a São Paulo. Entre 6 e 10 vezes também uma parcela considerável dos entrevistados, cerca de 433. Conforme mostrado na Figura 7.

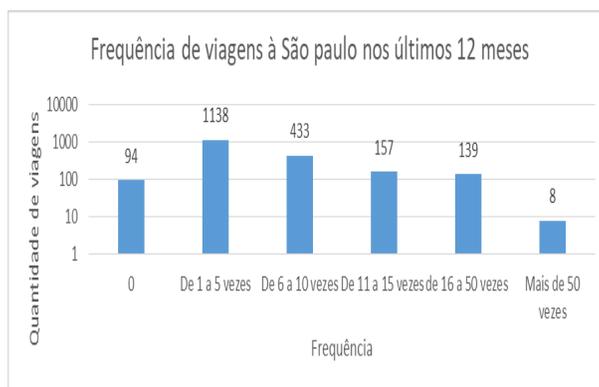


Figura 7 - Frequência de viagens nos últimos 12 meses x Quantidade

Fonte: Dos autores, 2019.

Mesmo com aproximadamente 57% dos viajantes tendo uma frequência de 1 a 5 vezes durante o ano, os outros 43% estão bem distribuídos em relação à frequência anual de viagens, essa necessidade pede uma boa distribuição de ofertas de viagens Uberaba x São Paulo, visto que há grande demanda.

Outra questão feita foi concernente ao modo de transporte utilizado para ir para São Paulo, quase 1300 pessoas vão de carro, 705 pessoas de ônibus e 810 pessoas de avião, ou seja, há uma demanda desviada para o transporte individual ou de ônibus. Pode-se observar também que, mesmo não havendo um voo para São Paulo, há uma grande quantidade de pessoas utilizando o modo aéreo, com uma quantidade até maior do que o modo rodoviário mesmo este tendo um menor valor do que o modo aéreo.

Sabendo que há uma grande frequência de viagens à São Paulo e há interesse em voos, iniciou-se o foco nas perguntas para o voo em si. A primeira pergunta dessa parte do questionário foi: se houvesse um voo Uberaba - São Paulo, você se interessaria (considerar valor só para 1 trecho, ida ou volta)?

A maioria das respostas se limita a pagar até R\$300,00 por trecho, conforme Figura 8. Em consulta ao site da Azul – Linhas Aéreas, única empresa operante no Aeroporto de Uberaba, um voo Uberlândia (aeroporto mais próximo de Uberaba) é possível obter passagens de até R\$136,69, o que é menos da metade de R\$300,00. Ou seja, pessoas se interessam em pagar bem mais no voo para que não precisariam se deslocar à Uberlândia, por conforto, rapidez, segurança, praticidade, entre outros fatores. É importante observar também que considerando essa amostra de entrevistados, caso existisse a rota Uberaba-São Paulo, haveria uma demanda de um pouco mais 60 % passageiros pagando uma tarifa superior a 300 reais, ou seja, quase duas vezes a tarifa ofertada no aeroporto de Uberlândia.



Figura 8 - Faixa de preço de interesse de um voo Uberaba – São Paulo

Fonte: Dos autores, 2019.

Posteriormente foi questionado sobre o horário desse voo, quase 1500 pessoas entrevistadas têm preferência para o horário da manhã.

Caso houvesse a impossibilidade de oferta de um voo Uberaba x São Paulo, ainda foi pesquisado se a opção, Uberaba x Campinas atenderia a demanda por São Paulo. Há um aumento considerável na falta de interesse por essa rota se comparado com a rota Uberaba x São Paulo, percebe-se mais de 600 pessoas com esse novo destino (de 26 para 628 pessoas), porém para aquelas que ainda se interessam, o horário seria predominantemente na parte da manhã, com 745 pessoas pagando no máximo R\$200,00.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se um retorno positivo e um grande interesse na sugestão do voo Uberaba x São Paulo tanto no aspecto quantitativo como no aspecto financeiro.

Considerando que apenas 26 pessoas de um total de 2013 respostas não teriam interesse, todo o restante representa um grande movimento de passageiros que atualmente não frequentam o Aeroporto de Uberaba; estes trariam um impacto positivo não só em uma rota em específico, mas em todo o Aeroporto, trazendo mais visibilidade, aumentando o percentual não só de passageiros mas de consumidores dos outros serviços que o aeroporto presta aos clientes (como por exemplo lanchonetes, conveniências, etc), aumentando a concorrência com aeroportos de cidades próximas, ainda soma-se o fato de que pessoas residentes em Uberaba deixariam de se deslocar para Uberlândia (aeroporto mais próximo) uma vez que a rota seria oferecida pela cidade em que reside.

Financeiramente a viabilidade pode ser observada uma vez que os preços com maior aprovação – de R\$200,00 a R\$300,00 reais – são iguais ou até maiores do que os preços encontrados no aeroporto mais próximo.

Portanto, o presente estudo sugere que a rota para São Paulo ou Viracopos, saindo pela manhã e com faixa de preço entre R\$200,00 – R\$400,00 reais haverá uma demanda considerável e será muito relevante para a cidade de Uberaba.

REFERÊNCIAS

ABAETAR. Associação Brasileira das Empresas de Transporte Aéreo Regional. Estudo para adequação da Infraestrutura Aeroportuária nas Regiões de Interesse Turístico. Brasília, DF: 2011. abr. 2018.

ASHFORD, N; WRIGHT, P. H. Airport Engineering. John Wiley & Sons, Nova York, 1984.

Azul Linhas Aéreas, <<https://www.voeazul.com.br/>>, acesso em 25 de julho de 2019>;

GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C. Econometria Basica. 5. ed. New York: Amgh Editora Ltda,

HOFFMANN, Rodolfo. Análise de Regressão Linear: Uma Introdução à Econometria. 4. ed. Piracicaba: Esalq/usp, 2015. Disponível em: <<http://www.producao.usp.br/bitstream/handle/BDPI/48616/REGRESS.pdf?sequence=5>>. Acesso em: 10 de agosto de 2019.

Horus. Labtrans. Ministério da Infraestrutura. Secretaria Nacional de Aviação Civil. Disponível em <https://horus.labtrans.ufsc.br>. Acesso em 15 de julho 2018.

MCKINSEY & COMPANY (2010). Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil: Relatório Consolidado. Banco Nacional de Secretaria Nacional de Aviação Civil (Org.). Aeroportos. 2016. Disponível em: <<http://www.aviacao.gov.br/assuntos/aeroportos>>. Acesso em: 29 mar. 2018

Secretaria Nacional de Aviação Civil (Org.) e EPL. Relatório Executivo o Brasil que Voa 2015. www.aviacao.gov.br/obrasilquevoa. Acesso em: 25 maio 2018.

SOUZA, A. L. L. Análise Comparativa de aeroportos a nível mundial utilizando conceitos DEA. 2010. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2010. Desenvolvimento Econômico e Social. Rio de Janeiro.

Montgomery, DC; Runger, GC. Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2016 (6ª Edição)

Suzuki, Y., M. R. Crum e M. J. Audino (2003). Airport choice, leakage, and experience in single-airport regions.

INCIDENCIA DE LA INNOVACIÓN Y LA GESTIÓN TECNOLÓGICA EN LA COMPETITIVIDAD DE LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS

Data de aceite: 26/02/2021

Giordano Rendina

<https://orcid.org/0000-0002-3490-3019>

RESUMEN: Por el enfriamiento que viene experimentando el sector de la construcción de viviendas en Lima Top y la importancia que tienen la innovación y la gestión tecnológica en la competitividad de las pymes, la presente investigación evalúa la incidencia de la innovación y la gestión tecnológica en la competitividad de las medianas empresas constructoras. En tal sentido, se plantearon las hipótesis que representan las relaciones entre las variables seleccionadas y, para el tratamiento estadístico de los resultados, se empleó la técnica de la Modelización de Ecuaciones Estructurales basada en Varianza. Los resultados validan parcialmente la hipótesis general, debido a que mientras la innovación muestra un impacto positivo y significativo en la competitividad de las empresas encuestadas, la gestión de la tecnología no muestra efectos positivos ni significativos en la competitividad. Sin embargo, la relación entre gestión de la tecnología y la innovación muestra efectos muy positivos y muy significativos.

PALABRAS CLAVES: Innovación, tecnología, competitividad en construcción.

ABSTRACT: Due to the cooling experienced by the housing sector in Lima Top and the importance of innovation and technological management in the competitiveness of SMEs, this research measures the incidence of

innovation and technological management in the competitiveness of medium-sized construction companies. In this regard, the hypotheses that represent the relationships among the selected variables were established and, for the statistical treatment of data, the technique of Structural Equation Modeling based on Variance was used. The results partially validate the general hypothesis, because while the innovation shows a positive and significant impact on the competitiveness of the companies surveyed, the management of the technology does not show positive or significant effects on competitiveness. However, the relationship between technology management and innovation shows very positive and very significant effects.

KEYWORDS: Innovation, technology, competitiveness in construction.

1 | INTRODUCCIÓN

Según ASEP (FONCODES, 2018), las PYMES del Perú producen el 45% del PBI y generan el 75% de empleo en la PEA del país. Así mismo, de acuerdo a cifras difundidas por la Cámara Peruana de Construcción (CAPECO, 2016), el sector construcción fue el que mayor crecimiento alcanzó durante los últimos 10 años de actividad. Sin embargo, en la actualidad, el mismo sector viene experimentando una etapa de enfriamiento, debido a factores diversos, que impiden su maduración y que afectan, en mayor medida, a las medianas empresas operantes en este importante rubro económico. Hasta julio del

2016, la Cámara Peruana de la Construcción registró un estancamiento en la venta de viviendas en Lima. Específicamente, el estudio indica que entre julio del 2015 y julio del 2016 se vendieron 10,822 viviendas, una cifra menor a las 11,118 viviendas colocadas entre julio del 2014 y julio del 2015 (Reyes, 2017). Asimismo, en el sector urbano de Lima Top, área geográfica de la capital conformada por los distritos de Barranco, La Molina, Miraflores, San Borja, San Isidro y Santiago de Surco, en los últimos trece años la venta de viviendas atravesó dos periodos muy significativos: de franca alza, del 2004 al 2012, de 3244 a 9531 unidades vendidas (+12.8% anual); y de fuerte caída, del 2012 al 2015, de 8531 a 3424 unidades vendidas (-20.9% anual). Aunque, en el 2016, se incrementaron de 6.7% las unidades vendidas, en comparación al año anterior (CAPECO, 2017).



Gráfica 1: Venta de viviendas en Lima Top

Fuente: CAPECO (2017)

Las causas, endógenas y exógenas a las empresas, tienen que ver con la cada vez más agresiva competitividad del sector, la excesiva burocratización para la tramitación de licencias y la financiación de los proyectos. En este escenario de alta competitividad, la mayoría de las empresas no logran expandirse y muchas de ellas cierran las operaciones tras finalizar su acortado y sufrido ciclo de vida, por las demoras en la venta de los departamentos, cuyo diseños y características suelen ser poco innovadores, confortables y funcionales; los altos costos de construcción, por la implementación de modelos productivos inadecuados (Pons Achell, 2014); y el poco aprovechamiento que le dan los dueños y los gerentes al uso de las herramientas de gestión empresarial, como la I+D+i (Guevara Bellodas, 2014) y las tecnologías de procesos y equipos (Gordillo Otárola, 2014). Dentro de las herramientas que permitirían hacer frente a la situación actual, Vilca Chunga *et al.* (2012) opinan que las empresas de construcción peruanas, al operar en un mercado cada vez más dinámico, deben desarrollar sus ventajas competitivas, incorporando y

explotando la innovación en el diseño de sus productos, procesos y sistemas de gestión, para ser más competitivas en el mediano y el largo plazo. Asimismo, para que el impulso a la innovación pueda concretarse, la adopción de nuevas tecnologías se convierte en un factor clave que favorece el proceso creativo e innovador (Koellinger, 2008; Huerta Reynoso, 2010). El presente estudio proporciona un valor teórico y práctico muy importante porque su resultado permitirá brindar información valiosa a los gerentes, inversionistas y profesionales de las medianas empresas dedicadas a la construcción de viviendas en Lima Top, permitiéndoles enfocar sus esfuerzos y aprovechar de la manera más efectiva y eficiente sus recursos económicos, tecnológicos, humanos y materiales. Finalmente, el propósito de esta investigación será determinar la incidencia de la innovación y la gestión de la tecnología en la competitividad de las medianas empresas del rubro de la construcción de viviendas, en el sector urbano de Lima Top-Lima, 2018.

2 | LA INNOVACIÓN EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Dentro de la variedad de enfoques sobre la formulación del concepto de innovación empresarial, la OCDE (2005) engloba en una única definición las contribuciones de distintos investigadores, al señalar que la innovación empresarial contempla tanto la mejora parcial o total de algún producto, servicio y/o proceso empresarial; así como algún novedoso método de comercialización relacionado, la adopción de nuevas políticas internas, los cambios en el modelo organizacional y la organización del lugar de trabajo que permiten la explotación de la innovación. Por otro lado, en relación modelos de innovación en el sector de la construcción, Manseau (1998) y Seaden & Manseau (2001) proponen un modelo general aplicable a cada subsector de la construcción pero centrado en la empresa. Este modelo minimiza la influencia que puedan tener las estructuras sociales y políticas de los países seleccionados en relación a la innovación; y, más bien, identifica las políticas y los programas exitosos para el desarrollo de la misma. Entre ellas, se encuentran los programas que promueven y facilitan el uso y el acceso a la tecnología de la mano con políticas y prácticas que hacen énfasis y mejoran la seguridad de los proyectos para sus ocupantes y usuarios. Por último, se añade el concepto de responsabilidad social que tiene que ver con la protección y la sostenibilidad ambiental y social de los proyectos de construcción, por encima de la económica. Dichas políticas deberían ser obligatorias y el valor del producto final debería ser calculado en relación al ciclo de vida del mismo y no al costo inicial. Asimismo, Gann & Salter (2000) desarrollan un modelo de innovación integrado por 6 dimensiones interdependientes: Las empresas, la cadena de suministro, los proyectos, la tecnología, la regulación institucional y los flujos de conocimiento. El modelo indica que la innovación se alcanza cuando las capacidades tecnológicas se desarrollan de manera armónica y sustancial tanto en la gestión de los proyectos de construcción como en la gestión empresarial, en todos sus procesos internos, de la entidad constructora.

Adicionalmente, por la relevancia que tiene el Estado en el sector de la construcción, por ser el mayor comprador de infraestructura y edificaciones, se le integra en el modelo como actor y a la vez agente de apoyo de la industria. De otro modo, el modelo desarrollado por Seaden *et al.* (2003) considera tanto los factores del entorno empresarial como aquellos endógenos a las empresas de construcción, que influyen en las decisiones estratégicas y en su capacidad de innovación. De acuerdo al modelo, la innovación se concretiza mediante la implementación de procesos más eficientes, nuevos productos de mejor calidad y nuevos enfoques de administración que sean más efectivos y permitan generar mejores resultados en términos de rentabilidad y competitividad. Asimismo, el modelo elaborado por Sexton & Barrett (2003) se basa tanto en el proceso de innovación como en el contexto interno y externo en el que ocurre. El cual, construido específicamente para las pequeñas y medianas empresas de construcción, por la relevancia que tienen en la longevidad de la industria, se creó a partir de un análisis documental de la bibliografía existente sobre la variable innovación en el sector de la construcción. Específicamente, el presente modelo señala que la innovación exitosa se produce cuando confluyen en ella distintos componentes: un enfoque adecuado -alineado a situaciones contextuales específicas-, mediante la explotación de capacidades organizacionales puntuales, y que éstas se vean reflejadas en la ejecución de procesos de producciones eficaces y eficientes. Y, finalmente, Pellicer *et al.* (2014) proponen un modelo para la innovación sistemática en empresas constructoras conformado por 18 proposiciones, formuladas a partir de la identificación de 5 conceptos claves para la gestión y explotación de la misma: Inductores de la innovación, resultados de la innovación, sistema de innovación, ambiente empresarial y capacidades organizativas. Este modelo, además de explicar los motivos que fomentan la innovación en el sector, también, identifica las barreras que la limitan. Es interesante señalar la dinámica del modelo que, al lograr la transformación de los inductores de innovación, en resultados y beneficios concretos en la gestión de la innovación, es a la vez influenciado por el mismo ambiente empresarial y las capacidades organizativas que la empresa posee. Específicamente, el proceso innovador tiene lugar con la con la identificación de oportunidades que nacen de factores ambientales adversos y, sobre todo, a partir de la identificación de las necesidades de los actores involucrados en los proyectos de construcción. Asimismo, los errores, inconvenientes y contratiempos que se presentan durante las etapas de ideación, planificación y ejecución de la obra, también se pueden convertir en fuente de innovaciones. No obstante, para el desarrollo de la presente investigación, se optó por un modelo más reciente en relación a la innovación en el sector de la construcción, elaborado por Megat Zuhairy (2015), en base a las investigaciones de Goodland *et al.* (2015), Qi *et al.* (2010), Panuwatwanich *et al.* (2008), Peansupap & Walker (2005), De Neufville & Scholtes (2011), Plato & Meskin, (2003), Bimbola & Temitope, (2016), Blayse & Manley (2004), Bossink (2004), Dubois & Gadde (2002) y Dewick & Miozzo (2004), el cual permite la identificación de tres tipos de innovación o dimensiones de la innovación: La innovación en diseño, la

innovación en prácticas de gestión de proyectos y la innovación en el uso de tecnologías de avanzada. Asimismo, el mencionado modelo provee indicadores por cada dimensión de la variable objeto de investigación, los cuales se enumeran en la siguiente tabla:

Variable	Dimensión	Indicador
Innovación	Diseño	Reconocimientos y premios
		Flexibilidad del diseño
		Sostenibilidad ambiental
		Valor estético
	Prácticas de proyectos	Gestión de valor
		Ingeniería del valor
		Costo de Ciclo de Vida
		Examen de constructibilidad
		Diseño y construcción sostenibles
		Gestión de la calidad total
	Uso de tecnologías de avanzada	Técnicas de diseño y dibujo
		Sistema de adquisiciones de proyecto
		Herramientas de monitoreo de proyectos
		Productos de alta tecnología
		Técnicas de construcción
		Eco-eficiencia de materiales y equipos
		Uso de las TIC

Tabla 1: Modelo teórico de medición de la innovación en las empresas de construcción

Fuente: Adaptación y traducción propias de las escalas de Megat *et al.* (2016).

31 MODELOS DE GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN INDUSTRIAS RELACIONADAS

Se define la gestión de la tecnología como un conjunto de actividades interrelacionadas, tales como la identificación y asimilación de tecnologías emergentes, las actividades de I+D, la adaptación de las tecnologías en la empresa y su aprovechamiento en las fases de producción (Gallego Alzate, 2005). Adicionalmente, en relación a los modelos de gestión tecnológica más relevantes, la investigación bibliográfica permitió la identificación de los modelos más conocidos y empleados. Entre ellos destacan:

El modelo de gestión tecnológica de Acosta *et al.* (2000). Fue creado inicialmente para desarrollar capacidades tecnológicas en las empresas manufactureras. El mismo postula que el objetivo último de toda investigación es el fomento de la creatividad y la innovación en todos los niveles de una organización; para que, de este modo, la nueva cultura favorezca el intercambio de conocimientos, opiniones y experiencias, facilitando la

toma de decisiones y potenciando el desarrollo intelectual y el aprendizaje organizacional, en pro de la generación de valor para todos los clientes. El modelo de Acosta está diseñado en base a 9 directrices: Creación de valor, crecimiento e innovación, liderazgo, pensamiento sistemático, soporte y reconocimiento de personal, planeación y visión a largo plazo, uso efectivo de la información, perspectiva estratégica basada en el mercado y patrimonio tecnológico.

El modelo de gestión tecnológica de Erosa & Arroyo (2007). Realizado para las empresas mejicanas, considera la variable tecnología como elemento clave para la competitividad de las mismas. El modelo se propone representar de manera clara y practica las relaciones entre los componentes principales de los procesos internos en relación a la planeación, transferencia y administración del cambio tecnológico. A partir de la formulación de las estrategias empresariales, tiene inicio el proceso de gestión tecnológica para un mejor desempeño competitivo de la entidad productora, en su correspondiente campo de acción, mediante el diseño de un modelo de gestión que integra las dimensiones tecnología, negocio y competitividad. Los elementos del modelo de la de la gestión tecnológica de Erosa son: La planeación tecnológica: se refiere a la formulación de estrategias y a la cuantificación de los recursos necesarios para su instrumentación; la transferencia de tecnología: comprende aspectos legales, tributarios y los métodos de transmisión de capacidades tecnológicas hacia los nuevos usuarios y sus herramientas; la administración del cambio tecnológico: contempla las actividades de capacitación, la cultura tecnológica y la estructura organizacional.

El modelo de gestión tecnológica de Khalil (2000). La definición acuñada por el Dr. Khalil considera la gestión tecnológica como el conjunto de conocimientos, productos, procesos, herramientas, métodos y sistemas que se emplean en la creación de bienes y en las prestaciones de servicios. Asimismo, el autor identifica una serie de factores inductores tales como la inversión de capital, la mano de obra, los recursos naturales y las políticas públicas. El modelo TAM (*Technology Audit Model*) permite evaluar la posición tecnológica de una empresa mediante la aplicación del mismo instrumento, en base a la medición de 6 dimensiones: Ambiente tecnológico, categorización de tecnologías, mercados y competidores, proceso de innovación, funciones de valor agregado, adquisición y explotación de tecnología.

Modelo de gestión tecnológica de Thamhain (2005). Según Tamhain, las metas estratégicas de una organización son consideradas como el punto de partida desde el cual se despliegan de manera conjunta disciplinas interdependientes y complementarias en las áreas de ingeniería, ciencia y gestión. La manipulación y la gestión efectiva de estas áreas del conocimiento permitirán el desarrollo de capacidades de planeación, desarrollo e implementación de estrategias específicas alineadas al logro de las metas organizacionales. En el hábitat ideal, donde se llevan a cabo las actividades empresariales, en un entorno dinámico y cambiante, el autor identifica 6 fuerzas que motivan a las empresas a invertir en

este factor de competitividad: Cambio de procesos lineales a sistemas dinámicos, cambio de eficiencia hacia efectividad, cambio de ejecución de proyectos a gestión de proyectos, cambio de gestión de la información hacia tecnología de utilización de la información completa, cambio de la gestión de control a la autodirección, rendición de cuentas.

Y, finalmente, el modelo aplicado para la medición de la gestión de la tecnología en el presente trabajo de investigación: Se trata del Modelo de Gestión de Tecnología e Innovación de la Fundación del Premio Nacional de Tecnología® (2010). El cual está conformado por un conjunto de funciones y procesos de gestión tecnológica que describen las actividades ha de realizar una organización comprometida con el desarrollo y la innovación tecnológica. Asimismo, se enumeran las actividades y los procesos que permitirán integrar el sistema de gestión de la organización a la estrategia tecnológica y la evaluación de los resultados esperados. Específicamente, con respecto a la aplicación del mismo en el sector de la construcción, se encontró un caso de implementación en una empresa constructora de viviendas de México. En tal sentido, el aporte de Huerta Reynoso (2010), en base al modelo seleccionado, permitió la identificación y la selección de los indicadores utilizados en el presente trabajo, y que se enumeran en la siguiente tabla:

Variable	Dimensión	Indicadores
Gestión de la tecnología	Vigilar	Benchmarking
		Elaboración de estudios de mercado y clientes
		Elaboración de estudios de competitividad
		Monitoreo tecnológico
	Planear	Elaboración y revisión del plan tecnológico
	Habilitar	Adquisición de tecnologías
		Asimilación de tecnología
		Desarrollo de tecnología
		Transferencia de tecnología
		Gestión de la cartera de proyectos tecnológicos
		Gestión de personal tecnológico
		Gestión de recursos financieros
	Gestión del conocimiento	
	Proteger	Gestión de la propiedad intelectual
	Implantar	Innovación de proceso
		Innovación de producto
		Innovación de mercadotecnia
Innovación organizacional		

Tabla 2: Modelo teórico de medición de gestión tecnológica en una empresa constructora

Fuente: Elaboración propia – Modelo de Gestión Tecnológica del PNT (2009)

4 | MODELOS DE COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL

Desde un amplio análisis bibliográfico sobre el concepto de competitividad y sus elementos, Saavedra García (2012) concluye que esta depende de la productividad, la rentabilidad, la posición competitiva, la participación en el mercado interno y externo, las relaciones inter-empresariales, el sector y la infraestructura regional. No obstante, muchos modelos han sido creados para medirla. A continuación se presentan los más empleados:

El enfoque estructural de Porter (1980) hace énfasis en el entorno sectorial en el que se desempeñan las empresas cuyas características y elementos inciden directa e indirectamente en la competitividad de las unidades que lo conforman, de acuerdo a los planteamientos de la economía industrial y el trinomio estructura-estrategia-resultados.

Según Porter (1980), las empresas deben formular sus estrategias de competitividad en base a dos factores claves del entorno en el cual operan: la atractividad del sector y las determinantes que permiten alcanzar la posición competitiva más favorable. En este sentido, de acuerdo al análisis obtenido acerca de la competencia y la estructura de la industria, en su naturaleza dinámica e interdependiente, de gran relevancia para el éxito empresarial, la empresa selecciona y lleva a cabo las estrategias más idóneas.

El modelo elaborado por Buckley *et al.* (1988), a nivel empresa, consta de tres variables: desempeño competitivo, potencial competitivo y procesos de gestión. También se conoce, por sus siglas en inglés, con el nombre de Modelo de las “3p”: Performance, potencial y procesos. El modelo considera que el desempeño empresarial es el resultado del buen o mal empleo de un conjunto de recursos internos que las empresas posee y administra. Por lo general, las empresas competitivas se caracterizan por mantener su buen desempeño sostenido a lo largo del tiempo. Es decir, que obtuvieron buenos resultados en el pasado, estos resultados se están repitiendo en la actualidad, por lo cual, es probable que su desempeño seguirá siendo favorable en el futuro. En este sentido, las variables están integradas por un conjunto de indicadores muy bien delimitados, cuyo nivel de desempeño permite diagnosticar y predecir la posición competitiva de una organización y su sostenibilidad en el futuro.

Según el enfoque competitivo de Esser *et al.* (1996), conocido con el nombre de Enfoque Sistémico de la Competitividad, la competitividad tiene cuatro niveles de análisis distintos y a la vez interconectados: El nivel meta, el nivel macro, el nivel meso y el nivel micro.

El nivel meta hace énfasis en la capacidad de dialogo que tienen los distintos actores sociales para cohesionar esfuerzos y canalizar conjuntamente el potencial creador de la sociedad por medio de la formación de estructuras a nivel de sociedad que permiten articular los intereses de los distintos grupos y satisfacer, entre todos, los requerimientos tecnológico-organizativos, sociales, educativos, de innovación y ambientales que permitan la modernización de la economía de un país. Asimismo, el nivel macro considera las variables macroeconómicas y su estabilización, para competir en el mercado mundial,

pues su inestabilidad no permite operar eficientemente. Las fuentes de inestabilidad macroeconómica son los déficits presupuestarios y de balanza de pagos cuando alcanzan niveles elevados. La estabilización se logra a través de reformas de las políticas fiscal y presupuestaria, como también monetaria y cambiaria. Por otro lado, el nivel meso promueve el desarrollo de una perspectiva estratégica que guíe la actividad del Estado y del empresariado de manera conjunta en la formulación de políticas para la creación de estructuras y de formas de contribución en beneficio de las industrias y las empresas líderes en los mercados nacionales. Estas políticas también tienen que estar dirigidas y alcanzar aquellas empresas con potencial de crecimiento y miras a obtener una posición de liderazgo en el mediano plazo. Tanto a nivel local, como regional y nacional, las políticas deben favorecer el desarrollo de obras y proyectos, tal como carreteras, transporte, educación, salud, etc. A nivel micro, en cambio, los factores internos a una organización son los que inciden más en su desempeño externo. De estos factores, los más importantes son la productividad, los costos, la estructura de la organización, la innovación y tecnología, la gestión empresarial, el tamaño de la empresa, etc. En este sentido, se hace inevitable la creación de *clusters* conformados por empresas de distintos tamaño que compiten entre sí y que, pese a su rivalidad, tienen que mantener cierto grado de cercanía entre todas por la misma necesidad de acceder a las fuentes generadoras de conocimiento y tecnología tales como las universidades, los centros de investigación y desarrollo, y las instituciones financieras y gubernamentales, entre otros.

El enfoque competitivo a nivel empresa de Man *et al.* (2002) identifica y analiza los constructos, tanto de pequeñas como de medianas empresas, que permiten determinar y mejorar su posición competitiva. Estos constructos son: Los factores internos, los factores externos, la influencia del empresario y el desempeño de la empresa en el largo plazo. Los autores no consideran que las Pymes sean versiones de menor escala de las grandes empresas, debido a múltiples diferencias que abarcan desde la estructura organizacional, su inter-relación con el medio ambiente, los estilos de gestión y las estrategias que aplican para competir. En este sentido, la identificación de factores competitivos también tiene que ver con los constructos, ya que el desempeño empresarial, es decir el rendimiento, es el producto de estos tres factores: 1) Factores internos, 2) factores medioambientales, y 3) la influencia del empresario. Y, finalmente, el modelo de Ambastha & Momaya (2004) se centra en la combinación ideal entre activos y procesos como factores generadores de competitividad. En este sentido, los activos pueden ser los recursos naturales (inherentes) o la infraestructura de la empresa (creados), y la transformación de estos activos da lugar a una ganancia económica (rendimiento) posterior a la venta de los bienes a los clientes. Entonces, el potencial competitivo de una empresa se puede determinar mediante el alineamiento en términos de resultados obtenidos y procesos productivos desarrollados. Este modelo es conocido también con el nombre de enfoque de proceso activo-resultado.

En la industria de la construcción, tanto a nivel empresarial como en la gestión

de los proyectos de edificaciones inmobiliarias, se ha venido evaluando la competitividad, tradicionalmente, desde la perspectiva financiera únicamente. No obstante, por la importancia y la preocupación cada vez más crecientes ligadas a temas medioambientales, se ha querido identificar y desarrollar indicadores de desempeño para la creación de un modelo de medición de la competitividad que toma en cuenta incluso aspectos externos a la organización. En tal sentido, el modelo construido para la medición de la competitividad en el sub-sector de la construcción de viviendas está conformado por tres dimensiones: El desempeño financiero, en base a las investigaciones de Yu lihan, *et al.* (2007) y Buckley *et al.* (1988); los indicadores de producción, en base a los informes de PMBOK (2016) y Mc-Graw Hill (2013); y, el cuidado del medio ambiente, en base a las normas ISO 14001 (2015), EMAS II,761 (2006) y el PMBOK (2016).

Variable	Dimensión	Indicador
Competitividad empresarial	Desempeño financiero	Retorno de la Inversión
		Ventas
		Utilidades
		Deudas
		Tasas de interés preferenciales
	Indicadores de producción	Calidad en la construcción
		Satisfacción del cliente
		Productividad
		Seguridad del sistema de construcción
		Reducción de plazos de entrega
		Reducción de costes
	Gestión ambiental	Gestión del riesgo
		Legislación ambiental
		Política ambiental
		Depósito de desechos
Atención de problemas ambientales		
	Asignación de recursos	

Tabla 3: Modelo de medición de la competitividad empresarial para las empresas constructoras

Fuente: Adaptación y traducción propias de las escalas de Yu lihan, *et al.* (2007), Buckley *et al.* (1988), PMBOK (2016), Mc-Graw Hill (2013), ISO 14001 (2015) y EMAS II,761 (2006).

5 I LA RELACIÓN ENTRE LA INNOVACIÓN Y LA COMPETITIVIDAD

En un estudio realizado para determinar la relación entre la innovación y el desempeño organizacional en la industria de la construcción de Malasya, Megat *et al.* (2015) encontraron que la innovación tiene un impacto positivo y significativo en el desempeño

organizacional, siendo la innovación en prácticas de gestión de proyectos la que más influencia tiene, tanto en el desempeño de la gestión del proyecto de edificación como en la gestión empresarial de las empresas de construcción. De igual manera, Okae Adow, *et al.* (2013), en su investigación acerca del impacto de la innovación en la industria de la construcción de Ghana, encontraron que el nivel de innovación de la industria puede traer mayor o menor crecimiento económico y rentabilidad, siendo preferidas las innovaciones que permiten facilitar el trabajo, reducir los costos de producción y lograr mayor precisión.

Y finalmente, Gurhan Gunday *et al.* (2011), en un estudio empírico aplicado a 143 empresas manufactureras de Turquía, acerca de los efectos de innovación en el desempeño empresarial de las mismas, encontraron que de los cuatro tipos de innovaciones encuestadas, el desempeño innovador tiene efectos positivos y significativos en el desempeño financiero, que los demás tipos de innovaciones. Además, concluyen el estudio afirmando que las empresas que cuentan con los recursos para potenciar sus capacidades de innovación pueden lograr mejoras sustanciales tanto en términos de producción como de ventas.

6 I LA RELACIÓN ENTRE LA GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN

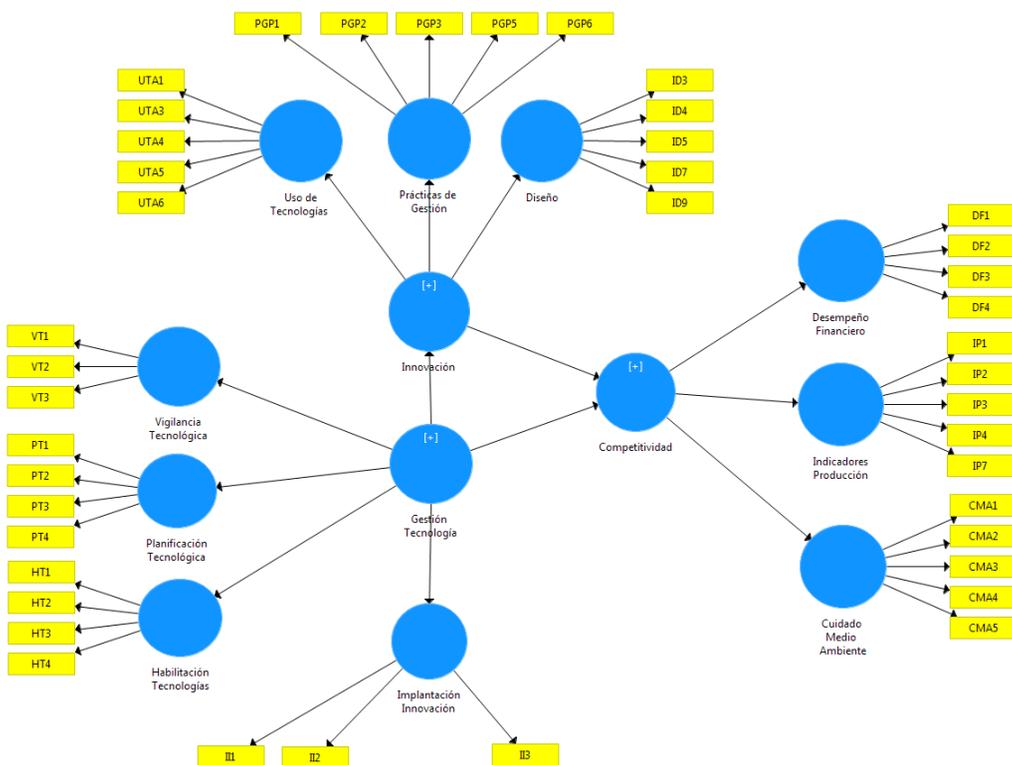
En el informe Global Construction Survey (2016), realizado por la consultora KPMG y dirigido a 218 directivos de todo el mundo de compañías de ingeniería y construcción, operadores de infraestructuras y entidades públicas y privadas de inversión, sobre la adopción tecnológica por parte de las empresas del sector de la construcción, se evidencia que la industria aún no ha adoptado completamente la tecnología; que pese al aumento exponencial en la cantidad de datos, los promotores aún luchan por darle sentido a tanta información; que los informes de proyectos integrados y en tiempo real siguen siendo un sueño en lugar de una realidad; que el uso de la tecnología móvil no ha alcanzado aún su potencial y que todavía hay mucho margen de mejora en el control informático de la gestión de proyectos. Del mismo modo, en un estudio realizado por Agarwal *et al.* (2016), sobre el futuro de la tecnología digital en la industria de la construcción, se señala que pese al lento crecimiento que sufre la industria de la construcción, con índices de productividad y rendimientos financieros relativamente bajos, se está tardando mucho en adoptar el progreso tecnológico y las innovaciones tecnológicas que podrían ayudarla a mejorar.

Y, finalmente, los hallazgos encontrados por la consultora Roland Berger (2016), en un estudio dirigido a las empresas de construcción y a los proveedores de las empresas constructoras en los países de Alemania, Austria y Suiza, evidencian que, pese a que una gran mayoría de actores de la industria de la construcción reconoce el impacto de la digitalización en cada área de su negocio y procesos, tan solo el 6% emplea de manera efectiva las herramientas de planificación digitales y casi la totalidad de los encuestados reconoce que no están aprovechando a plenitud el potencial digital que existe, en sus actividades de construcción.

71 METODOLOGÍA

La presente investigación es de nivel básico. El diseño es no experimental, transeccional y de tipo correlacional-causal. El enfoque es cuantitativo y el método de investigación es científico e hipotético-deductivo. La población total de las medianas empresas de construcción que realizan proyectos de edificaciones inmobiliarias en el sector urbano de Lima Top está conformada por 284 unidades de análisis y el cálculo del tamaño de la muestra, para poblaciones finitas, dio como resultado una muestra conformada por 96 unidades estadísticas.

Para la recolección de datos, se aplicó la técnica de la encuesta mediante el instrumento del cuestionario *online*, previamente construido y estructurado en cuatro bloques: Información general, innovación, gestión de la tecnología y competitividad. El mismo está conformado por 56 preguntas cerradas y medidas con una escala de tipo Likert de 7 puntos, que indican el grado de uso de las variables encuestadas, y que van de “siempre” a “nunca” y de “definitivamente sí” a “definitivamente no”. Las escalas de medición fueron encontradas en la literatura y adaptadas según los objetivos planteados y el enfoque seleccionado por el investigador (Cuevas, 2016).



Gráfica 2: Modelo teórico del trabajo de investigación

Fuente: Elaboración propia

Para el correspondiente análisis descriptivo, de la “Información General”, el procesamiento estadístico de los datos se realizó por medio del software IBM SPSS V23 (Hernández *et al.*, 2014). Asimismo, para la evaluación posterior de la fiabilidad del instrumento de recolección de datos se procedió con el cálculo del Coeficiente Alpha de Cronbach (Hernández *et al.*, 2014). Y, del mismo modo, la validez convergente y discriminante del constructo (Hair *et al.*, 2014), que tiene que ver con la fiabilidad y validez de las escalas, se determinó mediante el Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) correspondiente. Por otro lado, la evaluación del modelo de medida, al optar por el método de la Modelización de Ecuaciones Estructurales con PLS-SEM, se realizó, junto con el AFC, por medio del programa estadístico Smart PLS 3.2.7 (Ringle *et al.*, 2015).

En tal sentido, se muestran a continuación los resultados de consistencia interna y validez convergente del modelo teórico del AFC, donde los constructos de orden superior, cuya carga factorial es representada por medio de los coeficientes *path*, evidencian que la fiabilidad compuesta de los mismos (IFC) supera el valor de 0.7 y la varianza extraída (AVE) de los tres constructos es mayor a 0.5.

Constructo	Indicador	Coefficiente Path	Alpha de Cronbach >0.7	IFC	AVE
Innovación	ID	0.803	0.942	0.949	0.508
	PGP	0.902			
	UTA	0.699			
Gestión de la Tecnología	VT	0.875	0.968	0.971	0.710
	PT	0.947			
	HT	0.909			
	II	0.919			
Competitividad	DF	0.670	0.94	0.948	0.570
	IP	0.895			
	CMA	0.915			

Tabla 4: Consistencia interna y validez convergente del modelo general de investigación

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos con Smart PLS 3.2.7

Por otro lado, con respecto a la validez discriminante del modelo general de investigación, se presentan en la tabla 5 los resultados del test Fornell-Larcker *criterion*, en donde se aprecia que los números en negritas ubicados en diagonal representan los valores de la raíz cuadrada del AVE. Asimismo, los números consignados por debajo de la

diagonal muestran los valores de las correlaciones de los constructos que, por ser inferiores a la raíz cuadrada del AVE, confirman su validez discriminante. Adicionalmente, los valores ubicados arriba de la diagonal muestran los resultados test del Heterotrait-Monotrait (HTMT) *correlations ratio* que también -al ser inferiores a 0.9- confirman la existencia de validez discriminante en las tres variables latentes (Gold et al., 2001; Henseler et al., 2015; Teo et al., 2008).

Y, finalmente, se presentan en la tabla 6 los resultados del tercer test de las cargas factoriales cruzadas de las tres variables latentes de orden superior que conforman el modelo general de investigación, en donde se evidencia que las mismas tienen valores superiores a todas las demás cargas de cada constructo de orden superior que le correspondiese. Es decir, las cargas seleccionadas tienen los valores más altos posibles (Chin, 1998).

Variable	Innovación	Gestión de la Tecnología	Competitividad
	AVE=0.508	AVE=0.709	AVE=0.570
Innovación	0.713	0.789	0.821
Gestión de la Tecnología	0.761	0.842	0.623
Competitividad	0.608	0.738	0.755

Tabla 5: Validez discriminante del modelo teórico general de investigación

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos con Smart PLS 3.2.7

Indicador	Innovación	Gestión de la tecnología	Competitividad
ID3	0.656	0.560	0.266
ID4	0.677	0.374	0.378
ID5	0.656	0.282	0.458
ID7	0.653	0.349	0.351
ID9	0.658	0.425	0.406
PGP1	0.762	0.634	0.555
PGP2	0.745	0.496	0.556
PGP3	0.752	0.631	0.555
PGP5	0.758	0.482	0.712
PGP6	0.739	0.715	0.610
UTA1	0.616	0.583	0.310
UTA3	0.638	0.483	0.320
UTA4	0.739	0.719	0.469
UTA5	0.598	0.542	0.225
UTA6	0.538	0.482	0.285

VT1	0.659	0.720	0.537
VT2	0.528	0.774	0.461
VT3	0.722	0.857	0.684
PT1	0.681	0.825	0.596
PT2	0.633	0.825	0.410
PT3	0.692	0.901	0.553
PT4	0.679	0.908	0.531
HT1	0.586	0.766	0.537
HT2	0.589	0.861	0.428
HT3	0.533	0.754	0.360
HT4	0.672	0.904	0.558
II1	0.676	0.897	0.530
II2	0.696	0.906	0.538
II3	0.601	0.854	0.417
DF1	0.399	0.347	0.655
DF2	0.353	0.306	0.627
DF3	0.301	0.279	0.618
DF4	0.235	0.116	0.545
IP1	0.615	0.461	0.079
IP2	0.611	0.438	0.824
IP3	0.656	0.565	0.778
IP4	0.576	0.492	0.774
IP7	0.582	0.542	0.709
CMA1	0.737	0.515	0.834
CMA2	0.821	0.605	0.830
CMA3	0.766	0.578	0.809
CMA4	0.759	0.477	0.891
CMA5	0.711	0.527	0.787

Tabla 6: Validez discriminante del modelo teórico general de investigación

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos con Smart PLS 3.2.7

8 | RESULTADOS

Posteriormente al AFC, se realizó un análisis de ecuaciones estructurales con el programa estadístico PLS SEM para comprobar la estructura del modelo conceptual y contrastar las hipótesis planteadas, utilizando los tres bloques mencionados: Innovación, gestión de la tecnología y competitividad. Los criterios para la evaluación del modelo estructural propuestos por Hair *et al.* (2014) y utilizados en el presente trabajo de investigación son:

Evaluación de multi-colinealidad del modelo estructural (VIF);

Evaluación del nivel de la capacidad explicativa R²;

Evaluación de la relevancia predictiva de los constructos dependientes Q² y efectos de q²;

Evaluación del efecto de la medida de f².

Evaluación de la significancia y relevancia de las relaciones del modelo estructural;

Hipótesis	Relación	β	t	f²	q²	R²
H1: La innovación incide en la competitividad de las medianas empresas del rubro de la construcción de viviendas en el sector urbano de Lima Top, Lima.	Innovación → Competitividad	0.789	6.503***	0.712	0.197	0.632
H2: La gestión de la tecnología incide en la competitividad de las medianas empresas del rubro de la construcción de viviendas en el sector urbano de Lima Top, Lima.	Gestión Tecnológica → Competitividad	0.007	0.050	0.033	0.022	
H3: La gestión de la tecnología incide en la innovación de las medianas empresas del rubro de la construcción de viviendas en el sector urbano de Lima Top, Lima.	Gestión Tecnológica → Innovación	0.761	13.709***	1.375	0.352	0.579
Significancia: *** = p < 0.001; ** = p < 0.01; * = p < 0.05 Efecto f ² : > 0.02 = efecto pequeño; > 0.15 = efecto medio; y > 0.35 = efecto elevado Efecto q ² : > 0.02 = efecto pequeño; > 0.15 = efecto medio; y > 0.35 = efecto elevado Relevancia predictiva Q ² : > 0 = Existe relevancia predictiva Capacidad explicativa R ² : > 0.20 = Débil; > 0.33 = Moderada; y > 0.67 = sustancial						

Tabla 7: Contrastación de las hipótesis científicas del modelo de investigación

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos con Smart PLS 3.2.7

9 | CONCLUSIONES Y DISCUSIONES

La revisión bibliográfica acerca de los aportes científicos ha permitido recoger una pluralidad de conceptos, dimensiones y clasificaciones. Dentro de la variedad de enfoques, sobre la formulación del concepto de innovación empresarial, la OCDE (2005) engloba en una única definición las contribuciones de distintos investigadores, al señalar que la innovación empresarial contempla tanto la mejora parcial o total de algún producto, servicio y/o proceso empresarial; así como algún novedoso método de comercialización relacionado,

la adopción de nuevas políticas internas, los cambios en el modelo organizacional y la organización del lugar de trabajo que permiten la explotación de la innovación. Por otro lado, con respecto a los tipos de innovación en el sector de la construcción, la revisión bibliográfica fue menos prolífica, al encontrarse muy poca información científica al respecto. En tal sentido, los aportes de Megat Zuhairy (2015), en base a las investigaciones de Goodland *et al.* (2015), Qi *et al.* (2010), Panuwatwanich *et al.* (2008), Peansupap & Walker (2005), De Neufville & Scholtes (2011), Plato & Meskin, (2003), Bimbola & Temitope, (2016), Blayse & Manley (2004), Bossink (2004), Dubois & Gadde (2002) y Dewick & Miozzo (2004), permitieron la identificación de tres tipos de innovación o dimensiones de la innovación: La innovación en diseño, la innovación en prácticas de gestión de proyectos y la innovación en el uso de tecnologías de avanzada. Posteriormente, se identificaron estudios muy bien documentados acerca de la clasificación de la innovación según niveles de intensidad y también acerca de las estrategias de innovación más empleadas, siendo estas, la primera del mercado o la seguidora, según Ansoff (Escorsa Castells & Valls Pasola, 2008); y la ofensiva, defensiva, dependiente u oportunista, según Sidra (Escorsa Castells & Valls Pasola, 2008). Y, por último, en relación a los cinco modelos de gestión de la innovación en el sector de la construcción descritos en el presente estudio, todos los autores, en mayor y menor medida, coinciden que esta se ve influenciada por el mismo ambiente empresarial y las capacidades organizativas que la empresa posee (Pellicer *et al.*, 2014), siendo el enfoque del presente trabajo de investigación el de los factores internos.

Posteriormente, la revisión bibliográfica sobre los aportes científicos de la variable independiente, gestión de la tecnología, ha permitido identificar una variedad de conceptos y dimensiones. Dentro de los enfoques encontrados se define, en gran medida, a la gestión de la tecnología, como un conjunto de actividades interrelacionadas, tales como, la identificación y asimilación de tecnologías emergentes, las actividades de I+D, la adaptación de las tecnologías en la empresa y su aprovechamiento en las fases de producción (Gallego Alzate, 2005). Asimismo, referente a la naturaleza multidimensional de la variable, las contribuciones de los investigadores tienden a coincidir en torno a la mayoría de estas dimensiones, siendo las más comunes: Vigilar, planear, habilitar, proteger e implantar (PNT, 2010). Por otro lado, con respecto a la aplicación de los modelos de gestión de la tecnología en el sector de la construcción, la revisión bibliográfica fue poco satisfactoria, al encontrarse un solo caso de aplicación en una empresa constructora de viviendas de México. En tal sentido, el aporte de Huerta Reynoso (2010), en base al Modelo de Gestión de Tecnología e Innovación del Premio Nacional de Tecnología® (2010), permitió la identificación y la selección de un conjunto de indicadores utilizados en el presente trabajo de investigación. Adicionalmente, la revisión bibliográfica permitió encontrar una variedad de estudios muy bien documentados acerca de las estrategias tecnológicas más empleadas, siendo estas, la Matriz Tecnología - Producto de Morín (1985) y la Matriz de A. D. Little (1991).

Del mismo modo, con respecto a la revisión bibliográfica acerca de los aportes

científicos de la variable dependiente competitividad, la misma ha permitido recoger una pluralidad de conceptos, dimensiones y clasificaciones. Sin embargo, en la industria de la construcción, tanto a nivel empresarial como en la gestión de los proyectos de edificaciones inmobiliarias, se ha venido evaluando la competitividad, tradicionalmente, desde la perspectiva financiera únicamente. En este sentido, la medición de aspectos como la rentabilidad sobre la inversión y el cumplimiento de metas cortoplacistas ha sido el enfoque más utilizado en la gestión de dichas empresas, por parte de sus gerentes y accionistas. No obstante, por la importancia y la preocupación cada vez más crecientes, ligadas también a temas medioambientales, es que ha surgido la necesidad de identificar y desarrollar indicadores de desempeño para la creación de un modelo de medición de la competitividad que toma en cuenta incluso aspectos externos a la organización; y que, sin embargo, impactan de manera directa e indirecta a todos clientes de los proyectos de viviendas. En tal sentido, a partir de una revisión rigurosa de la literatura correspondiente, el modelo construido para la medición de la competitividad y del desempeño empresarial en el sub-sector de la construcción de viviendas está conformado por las tres dimensiones: El desempeño financiero, en base a las investigaciones de Yu lihan, *et al.* (2007) y Buckley *et al.* (1988); los indicadores de producción, en base a los informes de PMBOK (2016) y Mc-Graw Hill (2013); y, el cuidado del medio ambiente, en base a las normas ISO 14001 (2015), EMAS II,761 (2006) y el PMBOK (2016).

H1: La innovación incide en la competitividad de las medianas empresas del rubro de la construcción de viviendas en el sector urbano de Lima Top, Lima.

En relación a la primera hipótesis, se valida la misma, al evidenciarse que la innovación incide positiva y significativamente, en un 78.9% ($p < 0.001$), en la competitividad de las medianas empresas de construcción de viviendas en el sector urbano de Lima Top, siendo el efecto de la prueba Cohen (1988) elevado, según el valor obtenido de f^2 0.712 (> 0.15). Es decir que la innovación tiene un elevado impacto y poder de predicción en la competitividad de las empresas constructoras. Por otro lado, con respecto a su relevancia predictiva, la innovación tiene un efecto medio en la competitividad, siendo el valor q^2 0.197 (> 0.15) y que junto con la gestión de la tecnología explican en un 63.2% la competitividad de las medianas empresas de construcción de viviendas en el sector urbano de Lima Top. Por consiguiente, se puede concluir que el nivel de Innovación de las empresas constructoras incide de manera determinante en la competitividad de las mismas. Por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada H1.

En tal sentido, los resultados de la presente investigación se condicen con los hallazgos obtenidos por Megat *et al.* (2015), en la industria de construcción de Malaysia, donde encontraron que la innovación tiene un impacto positivo y significativo en el desempeño organizacional de las mismas empresas constructoras, siendo la innovación

en prácticas de gestión de proyectos la que más influencia tiene, tanto en el desempeño de la gestión del proyecto de edificación como en la gestión empresarial de las empresas de construcción.

De igual manera, Okae Adow, *et al.* (2013), en su investigación acerca del impacto de la innovación en la industria de la construcción de Ghana, encontraron que el nivel de innovación de la industria puede traer mayor o menor crecimiento económico y rentabilidad, siendo preferidas las innovaciones que permiten facilitar el trabajo, reducir los costos de producción y lograr mayor precisión. Por último, afirman que la innovación es producto de los esfuerzos de investigación y desarrollo y el trabajo conjunto entre consultores y contratistas.

Y finalmente, Gurhan Gunday *et al.* (2011), en un estudio empírico aplicado a 143 empresas manufactureras de Turquía, acerca de los efectos de innovación en el desempeño empresarial de las mismas, encontraron que de los cuatro tipos de innovaciones encuestadas, el desempeño innovador tiene efectos positivos y significativos en el desempeño financiero, que los demás tipos de innovaciones. Además, concluyen el estudio, afirmando que las empresas que cuentan con los recursos para potenciar sus capacidades de innovación pueden lograr mejoras sustanciales tanto en términos de producción como de ventas.

En tal sentido, los resultados de la presente investigación se condicen con los hallazgos obtenidos por un conjunto de estudios realizados, en distintos países, por investigadores científicos y dirigidos tanto a empresas constructoras como manufactureras.

H2: La gestión de la tecnología incide en la competitividad de las medianas empresas del rubro de la construcción de viviendas en el sector urbano de Lima Top, Lima.

En relación a la segunda hipótesis, se rechaza la misma, al evidenciarse que la gestión de la tecnología casi no incide de manera positiva y mucho menos significativa, tan solo con un 0.7% ($p > 0.001$), en la competitividad de las medianas empresas de construcción de viviendas en el sector urbano de Lima Top, siendo el efecto de la prueba Cohen (1988) pequeño, según el valor obtenido de f^2 0.033 (> 0.02 y < 0.15). Es decir que la gestión de la tecnología tiene un muy pequeño relativo impacto y poder de predicción de la competitividad de las empresas constructoras, por lo mismo que la variable gestión de la tecnología se encuentra mediada con la innovación, siendo menor su impacto relativo en la competitividad. Asimismo, con respecto a su relevancia predictiva, la gestión de la tecnología tiene un efecto pequeño en la competitividad, siendo el valor q^2 0.022 (> 0.02 y < 0.15), y que junto con la gestión de la tecnología explican en un 63.2% la competitividad de las medianas empresas de construcción de viviendas en el sector urbano de Lima Top. Por consiguiente, no se puede afirmar que el nivel de gestión tecnológica de las empresas constructoras incida de manera significativa en la competitividad de las mismas. Por lo tanto,

se rechaza la hipótesis planteada H2.

En tal sentido, los resultados obtenidos coinciden con los hallazgos encontrados por el informe Global Construction Survey (2016), realizado por la consultora KPMG y dirigido a 218 directivos de todo el mundo de compañías de ingeniería y construcción, operadores de infraestructuras y entidades públicas y privadas de inversión, sobre la adopción tecnológica por parte de las empresas del sector de la construcción. En las conclusiones, se evidencia que la industria aún no ha adoptado completamente la tecnología; que pese al aumento exponencial en la cantidad de datos, los promotores aún luchan por darle sentido a tanta información; que los informes de proyectos integrados y en tiempo real siguen siendo un sueño en lugar de una realidad; que el uso de la tecnología móvil no ha alcanzado aún su potencial y que todavía hay mucho margen de mejora en el control informático de la gestión de proyectos.

Del mismo modo, en un estudio realizado por Agarwal *et al.* (2016), sobre el futuro de la tecnología digital en la industria de la construcción, se señala en las conclusiones que pese al lento crecimiento que sufre la industria de la construcción, con índices de productividad y rendimientos financieros relativamente bajos, se está tardando mucho en adoptar el progreso tecnológico y las innovaciones tecnológicas que podrían ayudarlo a mejorar, tanto con respecto a su rentabilidad como a su desempeño.

Y, finalmente, los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación en relación a la incidencia de la variable gestión de la tecnología con la competitividad, también coinciden con los hallazgos encontrados por la consultora Roland Berger (2016), en un estudio dirigido a las empresas de construcción y a los proveedores de las empresas constructoras en los países de Alemania, Austria y Suiza. En el estudio se evidencia que, pese a que una gran mayoría de actores de la industria de la construcción reconoce el impacto de la digitalización en cada área de su negocio y procesos, tan solo el 6% emplea de manera efectiva las herramientas de planificación digitales y casi la totalidad de los encuestados reconoce que no están aprovechando a plenitud el potencial digital que existe, en sus actividades de construcción, tanto de proyectos como de materiales.

En tal sentido, los resultados obtenidos coinciden con los hallazgos encontrados por un conjunto de estudios realizados, en distintos países, por empresas de consultoría de primer nivel y dirigidos únicamente a empresas constructoras.

H3: La gestión de la tecnología incide en la innovación de las medianas empresas del rubro de la construcción de viviendas en el sector urbano de Lima Top, Lima.

Y, por último, con respecto a la tercera hipótesis, se valida la misma al evidenciarse que la gestión de la tecnología incide positiva y significativamente, en un 76.1% ($p < 0.001$), en la Innovación de las medianas empresas de construcción de viviendas en el sector urbano de Lima Top, siendo el efecto de la prueba Cohen (1988) elevado, según el valor

obtenido de de f^2 1.375 (>0.35). Es decir que la gestión de la tecnología tiene un elevado impacto y poder de predicción en la innovación de las empresas constructoras. Por otro lado, con respecto a su relevancia predictiva, la gestión de la tecnología tiene un efecto elevado en la Innovación, siendo el valor q^2 0.352 (>0.35) y que por sí solo explica en un 57.9% la innovación de las medianas empresas de construcción de viviendas en el sector urbano de Lima Top. Por consiguiente, se puede concluir que el nivel de innovación de las empresas constructoras incide de manera determinante en la competitividad de las mismas. Por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada H3.

En tal sentido, los resultados obtenidos coinciden con los hallazgos encontrados por Pellicer *et al.* (2014), sobre los “cómos” y “porqués” que respaldan el impulso innovador de las empresas constructoras. En el estudio se destaca que las oportunidades de innovación son el resultado de un examen minucioso de los procesos internos de la empresa, de las obras y del entorno empresarial. Por consiguiente, para identificar, desarrollar y transferir cualquier solución innovadora se requiere la implantación de la vigilancia tecnológica y de la gestión del conocimiento en la organización.

Del mismo modo, Liao *et al.* (2007), en su investigación empírica con empresas taiwanesas de la industria de conocimiento intensivo, dentro de ellas la construcción, acerca de la relación entre la capacidad de innovación, la gestión del conocimiento y la capacidad de absorción del conocimiento, concluyen que la capacidad de absorción del conocimiento es un factor interviniente tanto en la capacidad de innovación como en la gestión del conocimiento, siendo la gestión del conocimiento uno de los indicadores usados, en la presente investigación, para medir la variable gestión de la tecnología.

Y, por último, en un estudio comparativo acerca del desarrollo de productos nuevos en las empresas manufactureras de Italia y Japón, realizado por Matsui *et al.* (2007), evidencia que las capacidades tecnológicas y de mercadeo son las que más influyen en el desarrollo de nuevos productos, que estas innovaciones en productos contribuyen grandemente al desempeño financiero de las empresas encuestadas.

En tal sentido, los resultados obtenidos coinciden con los hallazgos encontrados por un conjunto de estudios realizados, en distintos países, por investigadores científicos y dirigidos tanto a empresas constructoras como manufactureras y de la industria de conocimiento intensivo.

10 | IMPLICACIONES

En las conclusiones de la revisión teórica, sobre las tres variables objeto de investigación, las implicancias evidencian la poca disponibilidad de información con respecto a los factores de éxito empresarial objeto de investigación y su interrelación con la variable competitividad, en el rubro específico de la construcción de viviendas. En tal sentido, por los resultados obtenidos, que claramente señalan el efecto positivo de la innovación en

la competitividad y de la gestión de la tecnología en la innovación; y por la importancia que tiene el sector construcción en el PBI nacional en la generación de empleo y en el desarrollo de las demás actividades productivas directa e indirectamente afectadas; para las futuras líneas de investigación, se recomienda explorar en mayor medida las siguientes informaciones: En relación a la variable innovación, explorar qué tipos de innovación existen en el sector de la de la construcción de viviendas en la actualidad; y, del mismo modo, cuáles serían las dimensiones y los indicadores correspondientes por cada tipo de Innovación encontrado. Posteriormente, en relación a la variable gestión de la tecnología, implantar algún modelo de gestión de la tecnología en alguna empresa de construcción de viviendas, para explorar los posibles beneficios de la misma aplicación y si, al igual que en otras industrias, esta produce mejoras sustanciales en los indicadores de calidad y productividad de los proyectos de edificación inmobiliarias y en la gestión empresarial de las empresas de construcción de viviendas. Y, finalmente, se recomienda elaborar un nuevo modelo de medición de la competitividad para las empresas constructoras de viviendas, con base en la investigación científica y empírica, que conjugue factores económicos, de producción y de responsabilidad social y corporativa, siendo los modelos existentes mayormente preocupados por el aspecto económico y financiero de la inversión.

Del mismo modo, con respecto a la implicancia número dos, de la primera hipótesis, para los dueños y los gerentes de las medianas empresas de construcción de viviendas, ante un público de clientes potenciales cada vez más informado y exigente por lo que es la adquisición de un bien tan caro y duradero, consiste en motivar el redireccionamiento de las estrategias empresariales para darle un enfoque especial a la innovación empresarial. En tal sentido, la apertura y la flexibilidad al cambio ha de convertirse en una competencia clave; por lo que ante el enfriamiento del sector, así como frente a una coyuntura económica y política actual poco favorable para el país y el sub-sector, aunados al ingreso al mercado de empresas extranjeras y de grandes empresas peruanas que muestran un evidente interés en expandir sus actividades edificadoras para incluir incluso a proyectos menores; tan solo las empresas que lograrán concretizar esta transformación sobrevivirán al nuevo entorno económico. Por consiguiente, la estrategia de innovación no podrá limitarse al diseño de los proyectos y a las prácticas de gestión de proyectos, sino que deberá incluir el uso de tecnologías de avanzadas, para que estas se conviertan en inductores de innovación tanto a nivel empresa como en las obras mismas. Por otro lado, el enfoque de liderazgo de los directivos de estas empresas deberá fomentar la creatividad de los colaboradores, el aprendizaje continuo, la gestión del conocimiento y, sobre todo, la contratación y la estimulación de personas que puedan contribuir al desempeño innovador mediante la creación y el mejoramiento de productos, servicios, procesos comerciales y de producción.

Del mismo modo, con referencia a la implicación número tres, acerca de la segunda hipótesis planteada en el presente trabajo de investigación, al conocerse que la gestión de la tecnología no es un factor determinante en la competitividad de las empresas de

construcción encuestadas, y que dichos resultados coinciden con los hallazgos de varios estudios realizados por empresas de consultorías internacionales y de gran prestigio; se recomienda que los dueños y los gerentes de las medianas empresas de construcción de viviendas, por el gran costo que implica la implementación de un modelo de gestión de tecnología y el bajo aprovechamiento de este en términos de desempeño competitivo, opten por la contratación de servicios de *outsourcing* en temas tecnológicos o, tal vez, que solamente consideren en la elaboración y la implementación de sus estrategias empresariales la adquisición de tecnologías claves y básicas únicamente. Sin embargo, y como veremos en la siguiente implicación, es muy difícil prescindir de un modelo de gestión de la tecnología en la era de la modernidad, aunque no sea de manera integral o parcial. En tal sentido, los directivos de las empresas constructoras deberían enfocar esfuerzos e invertir en las dimensiones del modelo aplicado que tuvieron mejores resultados ante los encuestados; porque como ha sucedido en estudios anteriores, la capacidad tecnológica que una empresa posee resulta ser más un facilitador que una determinante de su desempeño competitivo, siendo su incidencia mayor en la capacidad de innovar, y cuyo resultado se vería reflejado solo indirectamente en su posición competitiva.

Y, finalmente, con respecto a la implicancia número cuatro, referente a la tercera hipótesis planteada; al conocerse que la gestión de la tecnología sí es un factor determinante en la innovación de las empresas encuestadas, se recomienda a los dueños y gerentes de las medianas empresas de construcción de viviendas en el sector urbano de Lima Top, la adopción de un modelo de gestión de tecnología integral para las actividades de: Vigilancia del mercado, de la competencia y el monitoreo tecnológico; la planificación estratégica-tecnológica, en conformidad con el diagnóstico tecnológico interno y externo; la habilitación tecnológica mediante la adquisición de la tecnología y la asignación de los recursos necesarios; y, la implantación de capacidades tecnológicas, a fin de concebir innovaciones exitosas en productos, procesos y mercadotecnia. En este sentido, la implementación correcta de todas estas actividades y funciones permitirá alcanzar los niveles de competitividad que la empresa requiere, haciendo frente a las exigencias del mercado, altamente competitivo y dinámico, en el que se desenvuelve la organización. Por consiguiente, los directivos deberían considerar, en la elaboración y la implementación de sus estrategias empresariales, además de las tecnologías claves y básicas, también las incipientes y emergentes.

REFERENCIAS

Acosta, J., Turrent, G., & Gonzalez, O. (2000). *A model for management of technology*. *Engineering Management Society*, 2000. Proceedings of the 2000 IEEE.

Agarwal, R., Chandrasekaran, S., & Sridhar, M. (2016). *Imagining construction's digital future*. *McKinsey&Company*.

Ambastha, A., & Momaya, K. (2004). Competitiveness of firms: review of theory, frameworks, and models. *Singapore Management Review*, 45-61.

Bimbola, A. E., & Temitope, A. B. (2016). *Value management – creating functional value for construction project: an exploratory study*. Akure: World Scientific News.

Blayse, A., & Manley, K. (2004). Key influences on construction innovation. *Construction Innovation*, 143-154.

Bossink, B. (2004). Effectiveness of innovation leadership styles: a manager's influence on ecological innovation in construction project. *Construction Innovation*, 211-228.

Buckley, P., Pass, C., & Prescott, K. (1988). Measures of international competitiveness: a critical survey. *Journal of Marketing Management*, 175-200.

CAPECO (2016). 21º Estudio de edificaciones urbanas en capital metropolitana y Callao. *Construcción e Industria*, 13.

CAPECO (2017). *Informe económico de la construcción*. Lima: Instituto de la Construcción y el Desarrollo.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Cuevas Vargas, H. (2016). *La influencia de la innovación y la tecnología en la competitividad de las pymes manufactureras del estado de Aguascalientes*. Aguascalientes: Universidad Autónoma de Aguascalientes.

De Neufville, R., & Scholtes, S. (2011). *Flexibility in engineering design*. Massachusetts: The MIT press.

Dewick, P., & Miozzo, M. (2004). Networks and innovation: sustainable technologies in Scottish social housing. *R&D Management*, 323-33.

Dubois, A., & Gadde, L. E. (2002). The construction industry as a loosely coupled system: implications for productivity and innovation. *Construction Management and Economics*, 621-31.

Erosa, V. E., Arroyo, Pilar E. 2007. *Administración de la Tecnología. Nueva fuente de creación de valor para las organizaciones*.

Esser, K., Hillebrand, W., Messner, D., & Meyer-Stamer, J. (1996). Competitividad sistémica: nuevo desafío para las empresas y la política. *Revista de la CEPAL*, 39-52.

FONCODES. (5 de Abril de 2018). *Unidad de Comunicación e Imagen*. Recuperado el 14 de Mayo de 2018, de MYPEs contribuyen al crecimiento de la economía.

Gann, D., & Salter, A. (2000). Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and systems. *Research Policy*, 955-972.

Goodland, H., Lindberg, C., & Shorthouse, P. (2015). *Construction innovation process: building BC's vision*. North Vancouver: Brantwood Consulting.

Gordillo Otárola, V. (2014). *Evaluación de la gestión de proyectos en el sector construcción del Perú*. Piura: Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura.

Guevara Bellodas, F. A. (2014). *I+D+i en las empresas de la construcción en Perú*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Günday, G., Ulusoy, G., Kılıç, K., & Alpkan, L. (2009). Effects of innovation types on firm performance. *International Journal of Production Economics*, 662-676.

Hair, J., Hult, G., Ringle, C., & Sarstedt, M. (2014). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.

Huerta Reynoso, G. (2010). *Implementación de un modelo de gestión de la innovación, en las capacidades esenciales de la nueva empresa desarrolladora de vivienda como elemento clave para el incremento de su competitividad*. Querétaro: Instituto Tecnológico de la Construcción de Querétaro.

ICB S.L. (2015). *ISO 14001*. España: Interconsulting Bureau S.L.

Khalil, Tarek (2000). *Management of Technology: the key to competitiveness and wealth creation*. United States of America: Mc Graw-Hill.

Koellinger, P. (2008). The relationship between technology, innovation, and firm performance. Empirical evidence from e-business in Europe. *Research Policy*, 1317-1328.

KPMG. (2016). *Global Construction Survey 2016*. China: KPMG International.

Liao, S.-H., Fei, W.-C., & Chen, C.-C. (2007). Knowledge sharing, absorptive capacity, and innovation capability: An empirical study of Taiwan's knowledge-intensive industries. *Journal of Information Science*, 340-359.

Manseau, A. (1998). Who cares about overall industry innovativeness? *Building Research and Information*, 241-245.

Man, W., Lau, T., & Chan, K. (2002). The competitiveness of small and medium enterprises. A conceptualization with focus on entrepreneurial competencies. *Journal of Business Venturing*, 132-142.

Matsui, Y. (2007). An empirical analysis of just-in-time production in Japanese manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 153-164

Megat Zuhairy, M. T., Hadijah, I., & Noraini, I. (2015). Relationship between innovation and organizational performance in construction industry in Malaysia. *Universal Journal of Industrial and Business Management*.

OECD (2005). *Oslo manual: Proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data*. Paris: OECD Publications.

Okae Adow, A., Allotey, S., & Arthur-Aidoo, B. (2013). The impact of innovation of the construction industry in Ghana. Accra, Ghana.

Panuwatwanich, K., Stewart, R., & Mohamed, S. (2008). Critical pathways to enhanced innovation diffusion and business performance in Australian design firms. *Automation in Construction*, 790-797.

Peansupap, V., & Walker, D. (2005). Factors affecting ICT diffusion: a case study of three large Australian construction contractors. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 21-37.

Pellicer, E., Yepes, V., Correa, C., & Alarcón, L. (2014). Modelo para la innovación sistemática en empresas constructoras. *Journal of Construction Engineering and Management*.

Plato, L., & Meskin, A. (2003). Aesthetic value. *Encyclopedia of Quality of Life Research*.

PMI (2016). *Construction extension to the PMBOK® Guide*. United States: Project Management Institute.

Pons Achell, J. F. (2014). *Introducción a Lean Construction*. Madrid: Fundación Laboral de la Construcción.

Qi, G. S. (2010). The drivers for contractors' green innovation: an industry perspective. *Journal of Cleaner Production*, 1358-1365.

Reyes, J. C. (11 de Octubre de 2017). Capeco: venta de viviendas en Lima se redujo hasta julio, pero repuntaría hacia fin de año. Lima, Lima, Perú.

Ringle, C., Wende, C., & Becker, J. (2015). *Smart PLS 3*. Obtenido de Boenningstedt: SmartPLS GmbH: <http://www.smartpls.com>

Roland Berger. (2016). *Think Act - Digitization in the construction industry*. Munich: Roland Berger GMBH.

Seaden, G., & Manseau, A. (2001). Public policy and construction innovation. *Building Research and Information*, 182-196.

Seaden, G., Guolla, M., Doutriaux, J., & Nash, J. (2003). Strategic decisions and innovation in construction firms. *Construction Management and Economics*, 603-612.

Sexton, M., & Barrett, P. (2003). A literature synthesis of innovation in small construction firms: insights, ambiguities and questions. *Construction Management and Economics*, 613-622.

Thamhain, Hans J. (2005). *Management of Technology: managing effectively in technology intensive organizations*. Estados Unidos de América: Mc Graw-Hill.

Vilca Chunga, J. L., Castillo Lujan, F. W., Linares Cueva, E., & Dominguez Roldan, J. C. (2012). *Planeamiento estratégico para el sector construcción del departamento de La Libertad*. Trujillo: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Yu, I., Jung, Y., Kim, K., & Chin, S. (2007). Comparable performance measurement system for construction companies. *Journal of Management in Engineering*, 131-139.

AVALIAÇÃO DA INSERÇÃO DE FIBRAS DE SISAL CURTAS NA OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE PASTA GEOPOLIMÉRICA

Data de aceite: 26/02/2021

Data de submissão: 04/02/2021

Lorayne Cristina da Silva Alves

Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Engenharia Civil
Uberlândia – MG
<http://lattes.cnpq.br/2685736187149216>

Rondinele Alberto dos Reis Ferreira

Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Engenharia Química
Uberlândia – MG
<http://lattes.cnpq.br/3621010663786980>
ORCID: 0000-0002-5492-5557

Leila Aparecida de Castro Motta

Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Engenharia Civil
Uberlândia – MG
<http://lattes.cnpq.br/3604233375792763>
ORCID: 0000-0002-1597-2297

RESUMO: Analisando a indústria da construção civil, nota-se um aumento, a cada ano, do consumo de concreto e, conseqüentemente, percebe-se o crescimento do emprego de cimento Portland, cujo processo de fabricação gera emissão de grandes quantidades de CO₂ na atmosfera. O uso de geopolímero, com adição de fibras, pode configurar uma forma mais sustentável de material cimentício, já que, no processo de fabricação, podem ser utilizados resíduos industriais como material base. Assim, o objetivo do trabalho foi produzir e caracterizar

compósitos geopoliméricos à base de metacaulim ativados com solução de silicato de sódio e hidróxido de sódio, reforçados com fibras de sisal curtas, otimizando o processo de produção com o uso de técnicas estatísticas como planejamento composto central e superfície de resposta. As variáveis independentes utilizadas no estudo foram o teor de fibras de sisal (0 a 2,95%), relação solução ativadora/metacaulim (0,352 a 0,748) e tempo de cura (1 a 28 dias), para o estudo do comportamento da variável módulo de ruptura. O comprimento das fibras de sisal estudado foi de 1,5 cm. De acordo com o planejamento composto central, as melhores condições (otimizadas) das variáveis, alcançando um valor médio de 2,66 MPa para o módulo de ruptura, foram com os valores nos pontos centrais para as três variáveis, ou seja, 1,4% de fibras de sisal, relação solução ativadora/metacaulim de 0,55 e tempo de cura de 14,5 dias. Com relação à interação fibra-matriz, observou-se nas análises de microscopia uma boa aderência, com sinal de ruptura da fibra, o que mostra que o comprimento crítico foi atendido.

PALAVRAS-CHAVE: Fibras naturais; Metacaulim; Módulo de ruptura; Otimização.

EVALUATION OF THE INSERTION OF SHORT SISAL FIBERS IN THE OPTIMIZATION OF THE PRODUCTION OF GEOPOLIMERIC PASTE

ABSTRACT: Analyzing the construction industry, there is an increase, every year, in the consumption of concrete and, consequently, there is an increase in the use of Portland cement, whose manufacturing process generates

the emission of large amounts of CO₂ in the atmosphere. The use of geopolymer, with the addition of fibers, can configure a more sustainable form of cementitious material, since, in the manufacturing process, industrial waste can be used as the base material. Thus, the objective of the work was to produce and characterize geopolymers composites based on metakaolin activated with sodium silicate and sodium hydroxide solution, reinforced with short sisal fibers, optimizing the production process with the use of statistical techniques such as central composite design and response surface. The independent variables used in the study were the sisal fiber content (0 to 2.95%), activator solution/metakaolin ratio (0.352 to 0.748) and cure time (1 to 28 days), to study the behavior of the modulus of rupture variable. The length of the sisal fibers studied was 1.5 cm. According to the central composite design, the best (optimized) conditions for the variables, reaching an average value of 2.66 MPa for the modulus of rupture, were with the values at the central points for the three variables, that is, 1.4 % sisal fibers, 0.55 activator solution/metakaolin ratio and 14.5 days cure time. Regarding the fiber-matrix interaction, a good adherence was observed in the microscopy analyzes, with a sign of fiber breakage, which shows that the critical length was reached.

KEYWORDS: Natural fibers; Metakaolin; Modulus of rupture; Optimization.

1 | INTRODUÇÃO

Observando a indústria da construção civil, observa-se que o consumo de concreto, que empregam cimento Portland como material de base, vem aumentando a cada ano. Para fabricação de uma tonelada de clínquer (material base do cimento Portland) são emitidos, aproximadamente, uma tonelada de CO₂ na atmosfera, bem como são necessárias grandes quantidades de recursos naturais para sua produção, o que gera diversos problemas ao meio ambiente. Uma das alternativas para conter esses problemas é o uso de concretos geopoliméricos, que configuram uma forma mais sustentável através da utilização de resíduos industriais como material aglomerante (Alves et al., 2019; Lloyd e Rangan, 2010a).

A ativação alcalina, presente na concepção do geopolímero, vem ganhando destaque devido ao potencial de redução de emissão de CO₂ em comparação com materiais a base de cimento Portland (Provis, 2014). McLellan et al. (2011) estudaram a produção de cimento geopolimérico à base de cinzas volantes e concluíram que houve uma diminuição de 44 a 64% nas emissões de gases estufa se comparado ao cimento Portland. Entretanto, os autores ressaltaram que essa porcentagem varia conforme o material base utilizado para produção.

O termo geopolímero é usado para retratar ligantes de aluminossilicato com baixo teor de cálcio ativados alcalinamente. Esta definição abrange o uso de pozolanas e escórias de alto forno como materiais precursores, mas o cimento Portland ainda pode ser adicionado, no entanto, em quantidades menores (Provis, 2018).

Pode-se citar, como aplicações do geopolímero, a utilização em concreto armado e simples, em peças pré-fabricadas reforçadas ou não, em concretos leves, tubos, matrizes para imobilização de resíduos tóxicos e argamassas. Destaca-se que a elevada

alcalinidade dos ligantes se mostra propícia à proteção do aço no concreto armado (Provis, 2018).

Uma alternativa para melhora das propriedades mecânicas no geopolímero é o uso de fibras naturais, por exemplo, o sisal e o algodão, como reforço a resistência à flexão. Compósitos ecológicos podem ser produzidos com boas características mecânicas, através da utilização de resíduos industriais e recursos renováveis (Korniejenko et al., 2016).

Para avaliar a significância de diferentes fatores em um estudo, algumas técnicas estatísticas são muito utilizadas, tais como o planejamento composto central (PCC) que, de acordo com Machado et al. (2020), Alves et al. (2019) e Ferdosian e Camões (2017), permite fazer a análise da interferência das variáveis estudadas, estimando os efeitos principais de cada variável de forma linear, quadrática e a interação entre elas. Já com relação à metodologia de superfície de resposta (MSR), esta técnica tem como objetivo modelar dados experimentais otimizando resultados diretamente correlacionados às variáveis de resposta. A MSR, em comparação com outras técnicas, apresenta diversos benefícios, tais como geração de grande quantidade de informações a partir de um pequeno número de experimentos e a possibilidade de avaliar o efeito da interação entre as variáveis na resposta (Ferreira et al., 2020; Santana et al., 2010).

Diante do exposto, esta pesquisa tem por objetivo produzir e caracterizar compósitos geopoliméricos à base de metacaulim ativados com solução de silicato de sódio e hidróxido de sódio, reforçados com fibras de sisal curtas, otimizando o processo de produção com o uso de técnicas estatísticas como planejamento composto central e a superfície de resposta.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Características dos materiais - fibras de sisal, metacaulim e ativadores

As fibras de sisal (densidade de $1,511 \text{ g/cm}^3$) foram adquiridas da empresa Sisalsul Indústria e Comércio Ltda, localizada na cidade de São Paulo. O metacaulim (Met) utilizado foi doado pela empresa Metacaulim do Brasil Indústria e Comércio Ltda., localizado na cidade de Jundiaí, no estado de São Paulo. O silicato de sódio (NaSi) foi comprado da empresa Una-Prosil - Usina Nova América, com nome Silicato de sódio alcalino em pó 2.0 com relação entre os óxidos ($\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$) de aproximadamente 2. O hidróxido de sódio (98%) foi adquirido da empresa Dinâmica Química Contemporânea Ltda.

2.2 Planejamento Composto Central - PCC

Os ensaios com fibras de sisal curtas dispersas na matriz geopolimérica foram realizados conforme PCC apresentado na Tabela 1, possuindo quatro réplicas no ponto central e três variáveis independentes, resultando em 18 experimentos. A primeira variável independente consistiu no teor de fibras de sisal, valor este adotado entre 0%,

correspondente a matriz sem reforço, e 2,95% (~ 3,0%), valor escolhido devido a ensaios preliminares. A segunda variável equivaliu a relação NaSi/Met onde, através de ensaios preliminares e consulta à literatura, foi possível obter os intervalos de 0,352 a 0,748. Finalmente, o tempo de cura, equivalente a terceira variável estudada, possui intervalo mínimo de 1 dia e máximo de 28 dias, condizendo com os valores adotados na prática da engenharia civil. O processo de moldagem consistiu na mistura das fibras ao metacaulim e posteriormente, adição do hidróxido de sódio e silicato de sódio. A variável resposta analisada foi o módulo de ruptura (M.R.).

Para a produção dos geopolímeros, alguns parâmetros foram previamente definidos: molaridade do silicato de sódio foi adotada com valor de 12 M e do hidróxido de sódio equivalente a 15 M, sendo a relação mássica entre o primeiro e segundo ativador, respectivamente citados, igual a 2,5. Além disso, a relação água/aglomerante (a/agl) e a espessura do corpo de prova, possuem valores fixados em 0,7 e 0,6 cm, respectivamente.

Codificação	Sisal no compósito – x_1 (%)	Relação NaSi/Met – x_2	Tempo de cura – x_3 (dias)
-1	0,3	0,41	5
0	1,4	0,55	14,5
1	2,5	0,69	24
- α (-1,41421)	0	0,352	1
+ α (+1,41421)	2,95	0,748	28

Tabela 1. Planejamento composto central para fibras de sisal curtas

2.3 Moldagem dos geopolímeros

Para moldagem dos geopolímeros, as fibras, foram cortadas com comprimento igual a 1,5 cm, pesadas e saturadas pelo período de 24 h, sendo posteriormente adicionadas gradativamente ao material seco e misturadas manualmente até obter uniformidade. Os ativadores alcalinos foram então pesados e dissolvidos em água destilada, obtendo concentrações diferentes de soluções alcalinas para cada ativador. A solução de hidróxido de sódio foi acrescentada primeiramente na mistura seca e misturada, para posterior inserção da solução de silicato de sódio. Foi feita a homogeneização da mistura, os CPs (corpos de prova) foram colocados em formas de madeira e, posteriormente, vibrados em uma mesa de vibração durante 10 s, selados com plástico filme e curados à temperatura ambiente ($25 \pm 5^\circ \text{C}$). As idades dos ensaios alternaram de 1 a 28 dias (Tabela 1).

2.4 Caracterização dos geopolímeros

2.4.1 Microscopia Eletrônica de Varredura - MEV

Todos os corpos de prova ensaiados foram submetidos à análise por MEV após ruptura por flexão. Os corpos de prova rompidos eram cortados, com o uso de uma serra circular e amostras de dimensões de 1 cm x 1 cm foram obtidas. As amostras foram então impregnadas com uma resina epóxi da marca Avipol, com proporção resina/endurecedor de 100/15 e cura do material por 72 h, conforme empregado por Francklin et al. (2019). A superfície submetida ao MEV foi lixada com emprego de lixas d'água de granulação 80 a 3000. Posteriormente, para análise no MEV, a metalização dos corpos de prova foi realizada com ouro. As micrografias foram realizadas no Laboratório de Multiusuários do Instituto de Química da Universidade Federal de Uberlândia – UFU, e também foram realizadas análises no aparelho de Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS) acoplado ao MEV (modelo Vega3 e marca Tescan), com o intuito de verificar a composição da matriz.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Planejamento Composto Central – Análise global

A influência da porcentagem de fibra de sisal, da relação ativador/metacaulim e do tempo de cura foi estudada na otimização de geopolímero à base de metacaulim ativados com uma solução de hidróxido de sódio e silicato de sódio. Os resultados do módulo de ruptura para os 18 experimentos realizados estão apresentados na Tabela 2.

A análise global foi realizada através de regressão múltipla para obtenção dos parâmetros relativos às variáveis isoladas, às interações e aos termos quadráticos.

E*	Codificação			Sisal (%)	Descodificação		Resposta M.R. (MPa)
	x_1	x_2	x_3		NaSi/Met	Tempo de cura (dias)	
1	-1	-1	-1	0,3	0,41	5	1,81
2	-1	-1	1	0,3	0,41	24	2,55
3	-1	1	-1	0,3	0,69	5	1,11
4	-1	1	1	0,3	0,69	24	0,95
5	1	-1	-1	2,5	0,41	5	1,24
6	1	-1	1	2,5	0,41	24	0,78
7	1	1	-1	2,5	0,69	5	1,38
8	1	1	1	2,5	0,69	24	1,60
9	-1,41421	0	0	0	0,55	14,5	3,05

10	1,41421	0	0	2,95	0,55	14,5	2,35
11	0	-1,41421	0	1,4	0,352	14,5	0,91
12	0	1,41421	0	1,4	0,748	14,5	0,80
13	0	0	-1,41421	1,4	0,55	1	1,36
14	0	0	1,41421	1,4	0,55	28	2,26
15	0	0	0	1,4	0,55	14,5	2,63
16	0	0	0	1,4	0,55	14,5	2,50
17	0	0	0	1,4	0,55	14,5	2,90
18	0	0	0	1,4	0,55	14,5	2,62

*E: experimentos.

Tabela 2. Planejamento composto central para fibras de sisal curtas com os módulos de ruptura (M.R.)

3.1.1 Módulo de ruptura – M.R.

A equação empírica obtida, referente à variável independente M.R., é mostrada na equação 1:

$$M.R. = 2,64 - 0,201x_1 + 0,044x_1^2 - 0,125x_2 - 0,88x_2^2 + 0,134x_3 - 0,40x_3^2 + 0,41x_1x_2 - 0,103x_1x_3 - 0,028x_2x_3 \quad (1)$$

Onde: x_1 = porcentagem de fibra sisal (%); x_2 = relação NaSi/Met; x_3 = tempo de cura (dias).

Como pode ser observado na Tabela 3 (quadro de ANOVA – $p < 0,10$) a variável isolada de porcentagem de fibras (x_1), a variável quadrática da relação NaSi/Met (x_2^2) e o tempo de cura (x_3^2) foram significativas, bem como, a interação (x_1) (x_2). O parâmetro da análise de variância resultante (F^2) foi equivalente a 0,88735, com nível de confiança de 90%.

	Soma dos quadrados	G.L.	Quadrado médio	F	Valor p	Significância (I.C.: 90%)
x_1	0,48399	1	0,483988	5,79694	0,042662	Significante
x_1^2	0,01561	1	0,015606	0,18691	0,676914	Não significativa
x_2	0,18639	1	0,186393	2,23251	0,173490	Não significativa
x_2^2	6,17176	1	6,171756	73,92184	0,000026	Significante
x_3	0,21676	1	0,216758	2,59621	0,145785	Não significativa
x_3^2	1,28534	1	1,285339	15,39507	0,004396	Significante
$x_1 x_2$	1,32845	1	1,328450	15,91143	0,004011	Significante
$x_1 x_3$	0,08405	1	0,084050	1,00670	0,345073	Não significativa

x_2x_3	0,00605	1	0,006050	0,07246	0,794596	Não significativa
----------	---------	---	----------	---------	----------	-------------------

G.L.: grau de liberdade; F: estatística F; I.C.: Intervalo de confiança.

Tabela 3. Análise de variância (ANOVA) para o modelo quadrático de superfície de resposta para o módulo de ruptura (M.R.)

A Figura 1 apresenta a superfície de resposta da porcentagem de fibras de sisal curtas (x_1) e da relação NaSi/Met (x_2) para um tempo de cura no nível central ($x_3=0$).

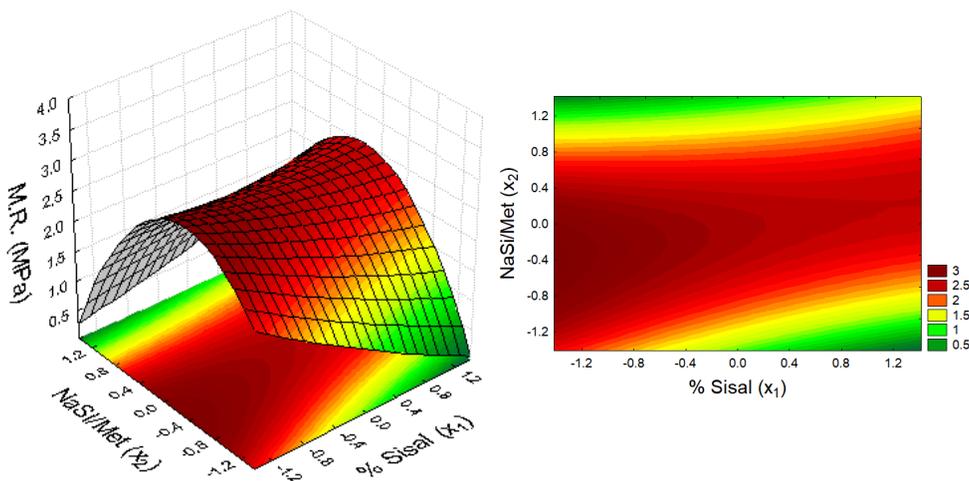


Figura 1. Superfícies de resposta para a porcentagem de fibras de sisal curtas (x_1) e da relação NaSi/Met (x_2) para um tempo de cura no nível central ($x_3=0$)

Observou-se que uma maior resistência à flexão foi obtida quando se utilizou uma relação NaSi/Met próxima ao ponto central (valor decodificado de 0,55), sendo que a variação da porcentagem de fibra pouco interferiu nos valores de resistência mecânica finais, se analisada conjuntamente com o valor ótimo para a relação NaSi/Met. Isto pode ser explicado pelo pouco teor de fibra incorporado à matriz, pois, em volumes menores que o crítico, uma diminuição da capacidade portante é apresentada assim que acontece a ruptura da matriz, sendo então a resistência da própria matriz a considerada limitante.

A Figura 2 mostra a superfície de resposta da porcentagem de fibras de sisal curtas (x_1) e do tempo de cura (x_3), para uma relação NaSi/Met no nível central ($x_2=0$).

Notou-se que um tempo de cura próximo ao ponto central juntamente com uma menor porcentagem das fibras de sisal culminou em uma maior resistência à flexão. Possivelmente, o ganho efetivo de resistência mecânica do geopolímero acontece até o período de cura de 14,5 dias e essa evolução não acontece substancialmente para tempos

de cura maiores, ou seja, até 28 dias.

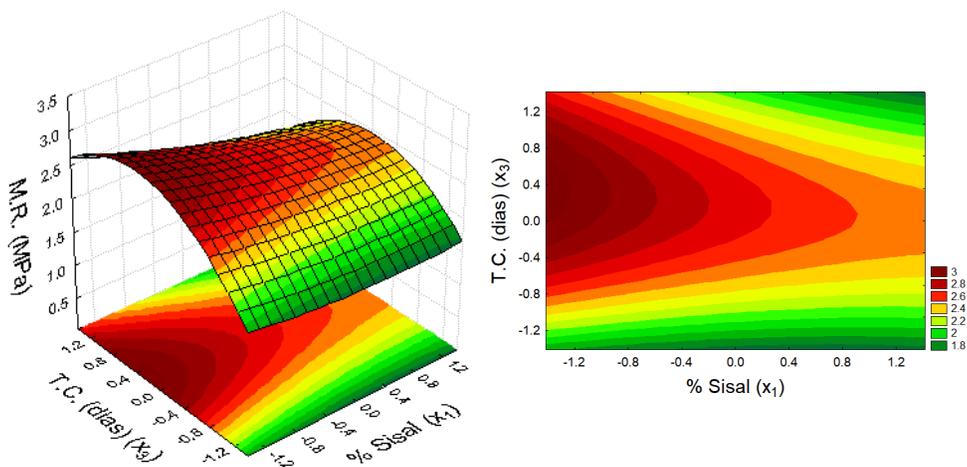


Figura 2. Superfícies de resposta para porcentagem de fibras de sisal curtas (x_1) e do tempo de cura (x_3), para uma relação NaSi/Met no ponto central ($x_2=0$)

A Figura 3 mostra a superfície de resposta da relação NaSi/Met (x_2) e do tempo de cura (x_3), com porcentagem de fibras de sisal curtas no ponto central ($x_1=0$).

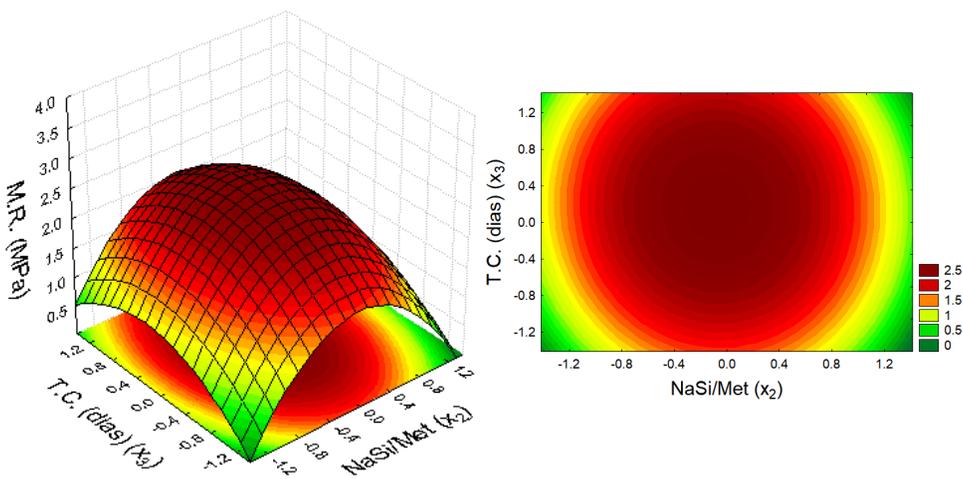


Figura 3. Superfícies de resposta para relação NaSi/Met (x_2) e do tempo de cura (x_3), com porcentagem de fibras de sisal curtas no ponto central ($x_1=0$)

Percebeu-se que uma relação NaSi/Met e o tempo de cura próximos ao ponto

central gerou uma maior resistência à flexão. Provavelmente, os dois parâmetros aqui foram otimizados no ponto central pois uma relação NaSi/Met intermediário permite a evolução mais rápida da resistência mecânica até os 14,5 dias, valor em que a resistência se estabiliza. A porcentagem de fibras de sisal curtas no ponto central (1,4%) também auxiliou na resistência mecânica, justificando a sua inserção na pasta geopolimérica.

3.2 Microscopia Eletrônica de Varredura - MEV

A fim de verificar a matriz geopolimérica em tempos mais avançados, análise através do MEV foram feitas, de acordo com a Figura 4. A mesma representa a matriz geopolimérica moldada segundo os preceitos do plano experimental 13, após 85 dias de cura. O plano experimental foi escolhido, pois quando realizada as análises do MEV, foi aquele que apresentou o maior tempo de cura, sendo possivelmente o que melhor representaria a matriz e os produtos de hidratação. Na Figura 4a notou-se uma microestrutura maciça, sendo possível observar algumas microfissuras. De acordo com a Figura 4b, observa-se, possivelmente, alguns produtos de reação resultantes do processo de geopolimerização.

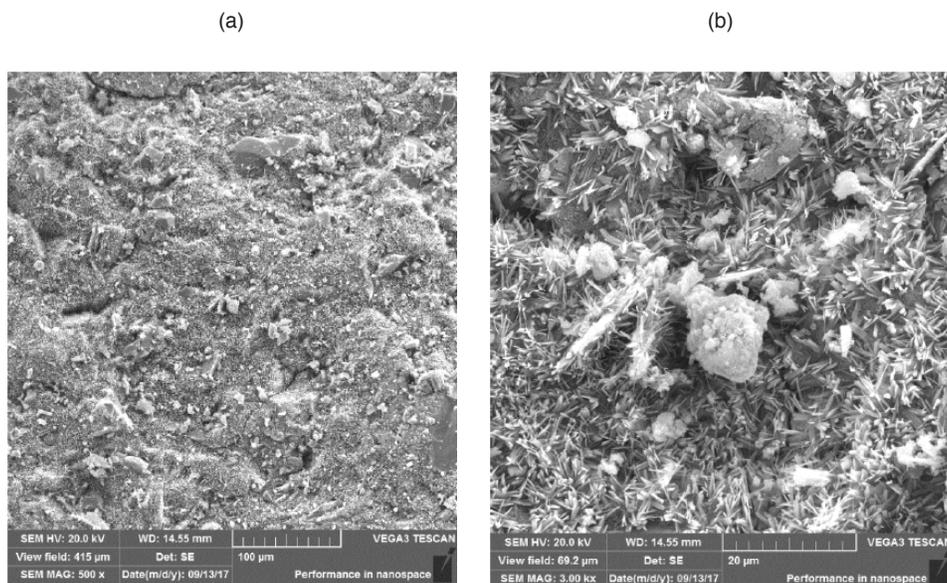


Figura 4. MEV da matriz geopolimérica do plano experimental 13 após 85 dias de cura

Na Figura 5b foi apresentada a Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS) de uma região aleatória da matriz (Figura 5a) correspondente ao mesmo plano experimental. Constatou-se a presença majoritária de oxigênio, sílica, sódio e alumínio, todos esses componentes representantes dosossilatos formadores da matriz geopolimérica.

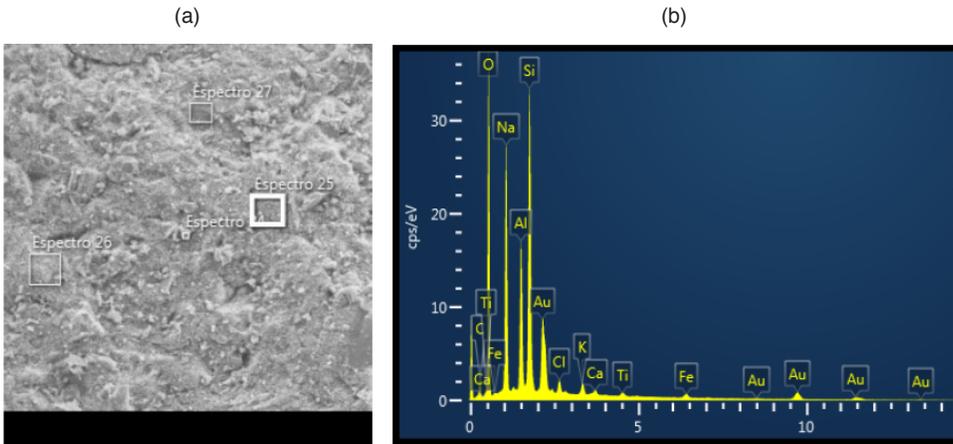


Figura 5. EDS da matriz geopolimérica do plano experimental 13, com 85 dias de cura

Figueiredo (2000) ressalta que o comprimento crítico da fibra é um dos fatores que interfere na interface matriz-fibra e, conseqüentemente, nas propriedades mecânicas, já que, quando a fibra tem comprimento menor que o crítico, o comprimento embutido não se faz satisfatório para gerar uma tensão que supere a resistência da fibra, ou seja, com o aumento da deformação a fibra é arrancada de lado. A interação matriz-fibra pode ser observada pelas imagens geradas pelo MEV, de acordo com a Figura 6. Notou-se que há indício de impregnação de material geopolimérico na fibra de sisal, onde se pode pressupor a boa aderência matriz-fibra do material trabalhado. Além disso, há sinal de ruptura da fibra, assim como, do não arrancamento da mesma, o que mostra que o comprimento crítico foi atendido.

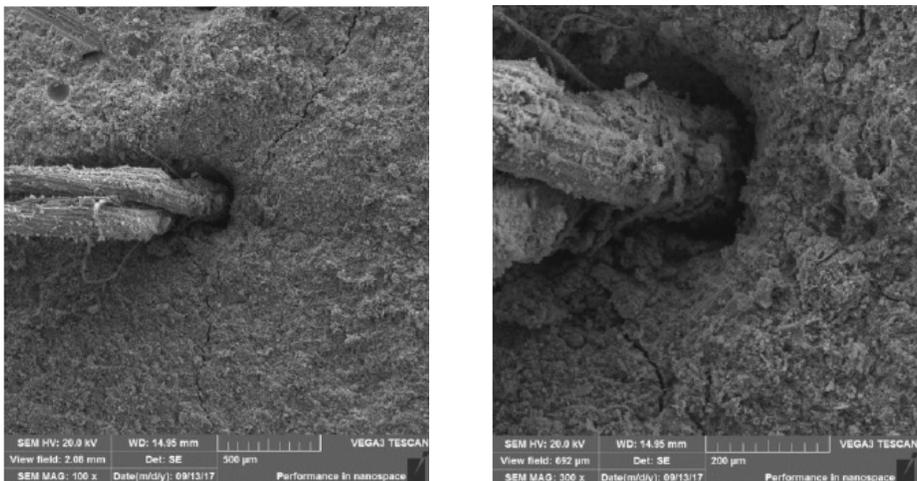


Figura 6. Interação matriz-fibra

Além disso, pode-se observar, através da Figura 7, que a análise de EDS detectou a presença de sódio na fibra da matriz geopolimérica. A imagem também corresponde ao plano experimental 13, em que a presença de Na no entorno da mesma acarretou uma aceleração da degradação da fibra. Isto pode ter acontecido devido à ordem de adição dos ativadores, já que o hidróxido de sódio era o primeiro a ser adicionado e, possivelmente, o contato da fibra com a solução de NaOH ocasionava a inserção do sódio na fibra, causando, possivelmente, sua degradação.

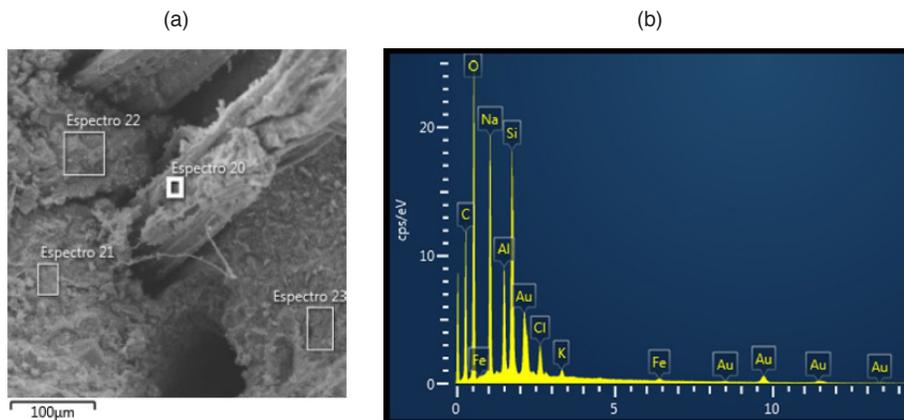


Figura 7. EDS da fibra de sisal curta mostrando a presença do elemento sódio (Na)

4 | CONCLUSÃO

A inserção de fibras de sisal curtas em matrizes de concretos geopoliméricos mostrou ser uma alternativa viável para a produção de materiais de construção. As fibras de sisal curtas apresentaram boa aderência na matriz geopolimérica, que alcançou um valor médio para o módulo de ruptura de 2,66 MPa. O planejamento composto central, analisado conjuntamente com as superfícies de resposta, possibilitou observar que os valores para as três variáveis nos pontos centrais otimizavam o módulo de ruptura. Desta forma, os melhores valores encontrados foram 1,4% de fibras de sisal curtas, relação solução ativadora/metacaulim de 0,55 e tempo de cura de 14,5 dias.

REFERÊNCIAS

ALVES, L. C. S., FERREIRA, R. A. R., MACHADO, L. B., MOTTA, L. A. C. **Optimization of metakaolin-based geopolymer reinforced with sisal fibers using response surface methodology.** *Industrial Crops and Products*, v. 139, p. 111551, 2019.

FERDOSIAN, I., CAMÕES, A. **Eco-efficient ultra-high performance concrete development by means of response surface methodology.** *Cement and Concrete Composites*, v. 84, p. 146–156, 2017.

FERREIRA, R. A. R., MEIRELES, C. S.; ASSUNÇÃO, R. M. N.; BARROZO, M. A. S., SOARES, R. **R. Optimization of the oxidative fast pyrolysis process of sugarcane straw by TGA and DSC analyses.** Biomass and Bioenergy, v. 134, p. 105456, 2020.

FIGUEIREDO, A. D. **Concreto com Fibras de Aço.** 2000. 69 p. Boletim Técnico, Série BT/PCC/260–Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

FRANCKLIN, H. M.; MOTTA, L. A. C.; CUNHA, J.; SANTOS, A. C.; LANDIM, M. V. **Estudo da viabilidade da utilização de compósitos epóxi e fibras de sisal como reforço de estruturas de concreto armado.** Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, v. 12, n. 2, p. 255-287, 2019.

KORNIEJENKO, K.; FRACZEK, E.; PYTLAC, E.; ADAMSKI, M. **Mechanical properties of geopolymer composites reinforced with natural fibers.** Procedia Engineering. v. 151, p. 388-393, 2016.

LLOYD, N. A.; RANGAN, B. V. **Geopolymer concrete: a review of development and opportunities.** In: Our world in concrete and structures, 35, 2010, Singapore. Anais... Singapore: Orchard Plaza, 2010a.

MACHADO, P. J. C., FERREIRA, R. A. R., MOTTA, L. A. C. **Study of the effect of silica fume and latex dosages in cementitious composites reinforced with cellulose fibers.** Journal of Building Engineering, v. 31, p. 101442, 2020.

McLELLAN, B. C.; WILLIAMS, R. P.; LAY, J.; VAN RIESSEN, A.; CORDER, G. D. **Costs and carbon emissions for geopolymer pastes in comparison to ordinary Portland cement.** Journal of Cleaner Production, v. 19, n. 9-10, p. 1080-1090, 2011.

PROVIS, J. L. **Geopolymers and other alkali activated materials: why, how, and what?** Materials and Structures, v. 47, n. 1-2, p. 11-25, 2014.

PROVIS, J. L. **Alkali-activated materials.** Cement and Concrete Research, v. 114, p. 40-48, 2018.

SANTANA, R. C., SANTOS, M. A., ATAÍDE, C. H., BARROZO, M. A. S. **Evaluation of the influence of process variables on flotation of phosphate.** Materials Science Forum, v. 660-661, p. 555–560, 2010.

SOBRE A TEMÁTICA DO REAPROVEITAMENTO DE REJEITOS E ESTÉRIL

Data de aceite: 26/02/2021

Rafaela Baldí Fernandes

RESUMO: As discussões acerca das etapas de descomissionamento e descaracterização de barragens tem sido mais frequentes e ampliadas no sentido de estabelecer cenários onde a estabilidade das estruturas, durante e pós fechamento, sejam uma constante no mercado brasileiro. As recentes rupturas de estruturas de contenção de rejeitos, e a retomada gradativa do setor pós janeiro 2019, direcionam para a temática do reaproveitamento destes resíduos, uma possibilidade que não é uma novidade técnica, mas que ainda vive nos bastidores da mineração. Os volumes de rejeitos e estéreis são consideráveis, mas o acesso e aproveitamento dos mesmos são comprometidos por divergências sobre domínio e responsabilidade, o que ainda exige discussões mais amplas e regulações mais específicas. Historicamente, os empreendimentos não se planejaram para o reaproveitamento e a grande variabilidade de tipos de substâncias, alterações parâmetros físico-químicos ao longo dos anos, nos processos produtivos e áreas de deposição, associadas a uma legislação desatualizada e inadequada às necessidades de mercado, são causas para o baixo índice de reaproveitamento no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Reaproveitamento de rejeitos, rejeitos, mineração.

ABSTRACT: Discussions about the stages of decommissioning and de-characterization of

dams have been more frequent and expanded in order to establish scenarios where the stability of structures, during and after closure, is a constant in the Brazilian market. The recent ruptures in the tailings containment structures, and the gradual resumption of the sector after January 2019, lead to the theme of reusing this waste, a possibility that is not a technical novelty, but that still lives behind the scenes of mining. The volumes of tailings and waste are considerable, but their access and utilization are compromised by differences in dominance and responsibility, which still requires broader discussions and more specific regulations. Historically, the companies were not planned for reuse and the great variability of types of substances, changes in physical-chemical parameters over the years, in production processes and deposition areas, associated with outdated legislation and inadequate to market needs, are causes for the low rate of reuse in Brazil.

KEYWORDS: Reuse of tailings, tailings, mining.

As discussões acerca das etapas de descomissionamento e descaracterização de barragens tem sido mais frequentes e ampliadas no sentido de estabelecer cenários onde a estabilidade das estruturas, durante e pós fechamento, sejam uma constante no mercado brasileiro. As recentes rupturas de estruturas de contenção de rejeitos, e a retomada gradativa do setor pós janeiro 2019, direcionam para a temática do reaproveitamento destes resíduos, uma possibilidade que não é uma novidade

técnica, mas que ainda vive nos bastidores da mineração. Os volumes de rejeitos e estéreis são consideráveis, mas o acesso e aproveitamento dos mesmos são comprometidos por divergências sobre domínio e responsabilidade, o que ainda exige discussões mais amplas e regulações mais específicas. Historicamente, os empreendimentos não se planejaram para o reaproveitamento e a grande variabilidade de tipos de substâncias, alterações parâmetros físico-químicos ao longo dos anos, nos processos produtivos e áreas de deposição, associadas a uma legislação desatualizada e inadequada às necessidades de mercado, são causas para o baixo índice de reaproveitamento no Brasil.

A questão gerencial em torno das disposições de rejeitos consideram variáveis técnicas, assim como itens relacionados a custo e prazo. A fixação de prazos para a descaracterização de estruturas para 25 de fevereiro de 2022, conforme Lei nº 14.066 de setembro de 2020, vem de encontro a questões de reaproveitamento que já haviam sido apresentadas no Projeto de Lei nº 1.496 de 2019, que ainda tramita no Senado e propõe a alteração da Política Nacional de Resíduos Sólidos. A Política foi estabelecida sob a Lei nº 12.305 de 2010 e, na revisão, poderá obrigar as mineradoras a destinar parte dos rejeitos para a fabricação de artefatos e materiais para construção civil.

Sobre as tecnologias disponíveis para um beneficiamento mais robusto, que proporcione rejeitos mais secos e com a possibilidade de empilhamento, há uma imensidão de produtos, técnicas e maquinário. Estamos vivendo a era da Indústria 4.0 com acesso mais facilitado a todo tipo de informação, em todo o mundo, bem como pesquisas mais diretas e desenvolvimento de interfaces que permitam uma maior sinergia entre processos e aproveitamento de produtos. Nesse sentido, aproveitar os rejeitos e estéreis de mineração para uso em pavimentos, tintas, agregados da construção ou demais inúmeras possibilidades, requer pesquisa e entendimento da aplicabilidade das técnicas disponíveis e que ainda podem ser desenvolvidas.

Sendo assim, com prazos e técnicas bem amparados, a variável determinante desse gerenciamento é o custo, que sempre norteou as questões relacionadas a disposição de rejeitos na mineração. As tradicionais barragens são uma opção vantajosa do ponto de vista do custo e de operação, haja visto que comportam qualquer tipo de material proveniente do beneficiamento, ainda requerendo manutenção e operação, mas com um custo atrativo na construção do depósito. Remover água do processo tem um custo elevado e, na maioria das vezes, não é compensado, mesmo com os benefícios à longo prazo dos empilhamentos. Ainda, opções de espessamento, filtragem e empilhamento drenado não são indicadas para todos os tipos de rejeitos, do ponto de vista geotécnico.

As inseguranças jurídicas perante a responsabilização no uso e destinação destes rejeitos reaproveitados e dos produtos que podem ser comercializados, é um fator a ser considerado no custo. O Código de Minas, revisado pelo Decreto-Lei nº 227 de 1967 e o Decreto nº 62.934 de 1968, não faziam menção ao aproveitamento de rejeitos nas atividades de mineração e aplicabilidade do regime de autorização e concessão, haja

visto que o foco era a lavra. A Norma Regulamentadora de Mineração NRM n° 19 de 2001 também aborda sobre o reaproveitamento mas, sem referências ao aproveitamento econômico. A Lei n° 13.540 de 2017 estabelece que os rejeitos e estéreis gerados em áreas de direitos minerários que possibilitem lavra, serão considerados como bem mineral para fins de recolhimento de CFEM. Ainda, que o reaproveitamento de rejeitos e estéril de minerais associados a outras cadeias em relação a substância mineral, terão redução de 50% da alíquota de CFEM.



O Decreto n° 9.406 de 2018 regulamentou o Código de Mineração, revogando os dois anteriores e incluindo conceitos de aproveitamento de resíduos, mas sem aprofundar muito na matéria, e atribuindo à ANM edição de resolução específica. Em dezembro de 2018, o Seminário de Reaproveitamento de Resíduos de Mineração e Economia Circular promovido pela SEMAD/FEAM, levantou a questão da necessidade de alterar conceito de que o rejeito é um material sem valor, devendo ser considerado um produto. Somente em 2018, foram geradas 289 milhões de toneladas de resíduos, sendo que cerca de 95% foram destinadas a barragens, 3% para pilhas de estéril e 2% foram reutilizados (cerca de R\$ 9,9 mil de toneladas). Entre o período de 2010 a 2019, segundo dados do Relatório Anual de Lavra, estima-se que foram gerados cerca de 3,4 bilhões de toneladas de rejeitos e 8,1 bilhões de toneladas de estéril. Deste total, cerca de 62% na região Sudeste, com quase a totalidade em Minas Gerais, sendo 41% relacionados à produção de minério de ferro.

Na Resolução ANM n° 13 de agosto de 2019 há o estabelecimento de diretrizes mais específicas para as estruturas alteadas por montante, exigindo o descomissionamento e a descaracterização. Para o reaproveitamento, determina que deve ser feita uma Revisão

Periódica de Segurança de Barragens (RPSB) antes do processo ser iniciado, mas sem citar as condições de contorno dessa atividade. O mesmo foi apresentado na Resolução ANM n° 32 de maio de 2020. Em novembro de 2020 foi aberta a Consulta Pública ANM n° 04/2020 para a proposta de regulamentação do “Aproveitamento de Estéril e Rejeitos”, constante no Eixo Temático 2 da Agenda Regulatória ANM 2020/2021, com finalização em 26 de janeiro de 2021. Além da minuta da resolução, foi disponibilizado o Relatório de Análise de Impacto Regulatório, com informações técnicas e conclusões acerca de discussões e debates públicos. É a oportunidade para que consultores, pesquisadores, mineradoras, indústrias e todos os interessados nessa temática contribuir para aperfeiçoamento do regulamento.

O rejeito ou estéril não aproveitado compromete a vida útil do empreendimento e do aproveitamento racional dos recursos minerais, à medida em que se torna um passivo ambiental, extingue a arrecadação de CFEM e requer estruturas permanente para destinação. Há o risco de que a União seja responsabilizada pelo passivo, além de não receber o retorno pelo aproveitamento dos recursos, sem considerar a amplitude da redução da estabilidade ao longo dos anos e possibilidade de rupturas, com um alto custo de gestão por parte do empreendedor. A ilegalidade no reaproveitamento, além de todas as considerações anteriores, amplia os conflitos sociais. Há ainda que se considerar que a demora na análise dos requerimentos por parte da ANM pode gerar atrasos nos projetos de reaproveitamento, comprometendo o mercado consumidor, a vida útil do empreendimento e ampliando custos de produção e manutenção.

Uma estratégia viável para gestão de rejeitos é minimizar os processos de disposição, ampliando a reciclagem e reuso, o que levará a um cenário de minimização de custos e danos, favoráveis a prevenção de grandes intervenções ou rupturas. Avaliar os nichos de mercado que podem ser desenvolvidos no curto e longo prazo requer que haja inovação em processos e tecnologias que gerem menos rejeito, consumam menos água e priorizem o uso de rejeitos que saem da usina, antes de se considerar uma disposição. As soluções mais “eco sustentáveis” para os rejeitos vão de encontro as políticas de sustentabilidade.

A mudança de perspectiva do mundo industrial através da economia linear precisa considerar que vivemos em um mundo exponencial, de economia circular, com dinâmicas que precisam avaliar o reuso, a reciclagem, redução, dentre outros. A China possui uma Associação de Economia Circular (CACE), a mais importante referência sobre o tema, que apoia diversos setores industriais no desenvolvimento de inovações tecnológicas para aproveitamento de rejeitos e resíduos na mineração chinesa. O percentual de reciclagem de rejeitos na China avançou de 7% em 2010 para 20% em 2020. Segundo os estudos publicados pela associação, é possível reduzir quase que 95% dos materiais naturais da construção com a reciclagem de rejeitos, com mesma qualidade e um custo até 25% menor.

A demanda mundial de rochas compostas para bancadas apresenta uma possibilidade de uso de, aproximadamente, 30 milhões de toneladas de rejeito/ano. O mercado brasileiro ainda é pequeno, em comparação com o mundial, mas possui um grande potencial de

crescimento, competindo na movimentação mundial que gira em torno de 2 bilhões de dólares por ano. Atualmente, o Brasil é o quinto maior exportador de rochas ornamentais acabadas, atrás do líder Estados Unidos, do Canadá, China e Alemanha.

O Projeto Taconita, nos Estados Unidos, utilizou coprodutos a partir de rejeitos de taconita para pavimentação em 1k de rodovia, em dois sentidos, sendo utilizados 16.000 toneladas de agregados para a camada de base. No Brasil, há registros de usos de rejeitos na pavimentação, fabricação de tijolos e blocos, uso em ladrilhos e como pigmentos de tintas. O potencial econômico da reutilização é grande, principalmente se consideradas as receitas para o estado através do pagamento de impostos e de CFEM. O artigo 7 da consulta pública, traz a possibilidade de doação dos rejeitos e estéril para entes públicos, mas ainda precisa considerar a responsabilidade atribuída a quem produz, quem reaproveita e a quem irá utilizar. A possibilidade de venda do direito de reaproveitamento do rejeito a outras empresas ainda é uma pergunta sem respostas, principalmente quando associadas as responsabilidades do passivo ambiental. A legislação atual considera o aproveitamento como um direito e, ainda, não há a obrigatoriedade de que o mesmo seja realizado.

O Plano de Aproveitamento Econômico (PAE) é um documento elaborado para atividades de extração, beneficiamento e comercialização de bens minerais, parte integrante do conjunto para requerimento de lavra, sendo exigido pela legislação para que a mineradora realize atividades em uma determinada área. O PAE possibilita o processo de transformação do regime de autorização de pesquisa em regime de lavra e, necessariamente, deve considerar análises sobre disposição de resíduos e reaproveitamento dos mesmos. É importante considerar que o bem mineral não é um recurso renovável e, desta forma, a sustentabilidade deve estar, principalmente, relacionada a análise do PAE, processos considerados e fiscalização. A viabilidade tecnológica, econômica e mercadológica irá depender do tipo de rejeito produzido.

A Licença Social para Operar (LSO) é um termo que relaciona à percepção da comunidade e sua aceitabilidade em relação a um empreendimento e suas operações, que surgiu em decorrência do descontentamento social durante a intensa expansão extrativa. Vem sendo incorporada por instituições, fundações e empresas, em conjunto com práticas a ele associadas, de forma conexas à sustentabilidade. Sendo assim, é mandatório que haja uma integração do governo, dos centros de pesquisa e comunidades, em uma interface contínua com as mineradoras, para que as possibilidades de aproveitamento de rejeitos e estéril sejam uma realidade vantajosa para todas as partes.

ADEQUABILIDADE DAS TERRAS DO RIBEIRÃO DAS AGULHAS – BOTUCATU (SP), VISANDO A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Data de aceite: 26/02/2021

Ana Paola Salas Gomes Duarte Di Toro

<http://lattes.cnpq.br/3421336107485656>

Sérgio Campos

<http://lattes.cnpq.br/4147899091047166>

Marcelo Campos

<http://lattes.cnpq.br/0717563036484228>

Thyellenn Lopes de Souza

<http://lattes.cnpq.br/1898048247976324>

Edéria Pereira Gomes Azevedo

<http://lattes.cnpq.br/8849179116306638>

RESUMO: A determinação da capacidade de uso das terras é muito importante para o planejamento de uso do solo, pois o uso inadequado e sem planejamento das terras provoca a baixa produtividade das culturas. Este trabalho objetivou determinar as classes de capacidade de uso da terra da microbacia do Ribeirão das Agulhas - Botucatu (SP), visando o planejamento de práticas de conservação do solo na área. A sub-bacia com 1445 ha, situa-se entre as coordenadas geográficas 22° 47' 05" a 22° 51' 55" de latitude S e 48° 28' 10" a 48° 30' 04" de longitude W Gr. O mapa de capacidade de uso da terra da sub-bacia foi obtida a partir do cruzamento dos mapas de declividade e de solos com a tabela de julgamento das classes de capacidade de uso do solo e das recomendações constantes no levantamento utilitário do meio físico e classificação das terras no sistema de

capacidade de uso. O Sistema de Informações Geográficas Idrisi Selva permitiu verificar que a sub-bacia é essencialmente constituída pelas subclasses (1/3) IIIs, IIIe,s e IVs, por 2/3 de solo Podzólico Vermelho e quase a metade de relevo ondulado, mostrando o grande potencial de uso para culturas anuais, perenes, pastagens e ou reflorestamentos.

PALAVRAS-CHAVE: Unidades de solo; classes de declive; geoprocessamento.

ADEQUABILITY OF DAS TERRAS DO RIBEIRÃO DAS AGULHAS - BOTUCATU (SP), VISANDO TO CONSERVAÇÃO TWO WATER RESOURCES

ABSTRACT: The determination of the land use capacity is very important for land use planning, as the inadequate and unplanned use of land causes low crop productivity. This work aimed to determine the classes of land use capacity of the Stream of Agulhas watershed - Botucatu (SP), aiming at planning soil conservation practices in the area. The 1445 ha sub-basin is located between the geographical coordinates 22° 47' 05" to 22° 51' 55" of latitude S and 48° 28' 10" to 48° 30' 04" of longitude WGr. The capacity map of land use in the sub-basin was obtained from the crossing of the slope and soil maps with the judgment table of the classes of capacity of land use and the recommendations contained in the utilitarian survey of the physical environment and land classification in the system capacity. The Geographic Information System Idrisi Selva allowed to verify that the sub-basin is essentially constituted by the subclasses (1/3) IIIs, IIIe, if IVs, by 2/3 of Red Podzolic soil and almost half

of wavy relief, showing the great potential use for annual crops, perennials, pastures and or reforestation.

KEYWORDS: Soil units; slope classes; geoprocessing.

ADECUACIÓN DE DAS TERRAS DO RIBEIRÃO DAS AGULHAS - BOTUCATU (SP), VISANDO A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

RESUMEN: La determinación de la capacidad de uso de la tierra es muy importante para la planificación del uso de la tierra, ya que el uso inadecuado y no planificado de la tierra provoca una baja productividad de los cultivos. Este trabajo tuvo como objetivo determinar las clases de capacidad de uso del suelo de la cuenca del Arroyo de Agulhas - Botucatu (SP), con el objetivo de planificar las prácticas de conservación de suelos en la zona. La subcuenca de 1445 ha se ubica entre las coordenadas geográficas 22° 47' 05" a 22° 51' 55" de latitud S y 48° 28' 10" a 48° 30' 04" de longitud WGr. El mapa de capacidad de uso del suelo en la subcuenca se obtuvo a partir del cruce de los mapas de taludes y suelos con la tabla de juicio de las clases de capacidad de uso del suelo y las recomendaciones contenidas en el relevamiento utilitario del medio físico y clasificación del suelo en la capacidad del sistema. Sistema de Información Geográfica Idrisi Selva permitió verificar que la subcuenca está esencialmente constituida por las subclases (1/3) IIIs, IIIe, si IVs, por 2/3 de suelo Podzólico Rojo y casi la mitad de relieve ondulado, mostrando el gran relieve uso potencial para cultivos anuales, plantas perennes, pastos o reforestación.

PALABRAS CLAVE: Unidades de suelo; clases de pendiente; geoprocasamiento.

INTRODUÇÃO

A população mundial vem sofrendo as conseqüências das constantes agressões efetuadas pelo homem ao meio ambiente, principalmente quanto à ocupação e uso inadequado das terras, o que ocasiona empobrecimento e depauperamento do solo, influencia a qualidade e disponibilidade de água, leva à destruição das reservas florestais. Assim, é necessário a implantação de uma efetiva política conservacionista, que contemple o desenvolvimento econômico, urbano, rural e social de uma região, para que se possa preservar os recursos naturais para futuras gerações (POLITANO et al., 1980).

A utilização indiscriminada do solo, sem manejo e planejamento adequado do uso da terra, sem levar em conta suas características físico-químicas e condições de relevo torna-o improdutivo em curto espaço de tempo, com prejuízos irrecuperáveis e sérios danos ao meio-ambiente e às populações regionais que dependem diretamente do cultivo destas terras (SOARES et al., 2010).

A capacidade de uso visa o aproveitamento das condições do solo com um mínimo de perdas, baseando-se num detalhamento expressivo dos fatores que possam influenciar a estruturação e composição deste meio, tais como relevo, erosão, solo, clima, entre outros; tornando-se mais confiáveis as bases para planejamento de uso racional (NORTON, 1940).

A classificação das terras pelo sistema de capacidade de uso fundamenta-se na

classificação quantitativa das terras, sendo voltada para suas limitações e sua utilização, segundo princípios de conservação de solo (LEPSCH et al., 1991).

O presente estudo teve por objetivo elaborar o mapa de capacidade de uso das terras da microbacia do Ribeirão das Agulhas - Botucatu (SP), através do Sistema de Informações Geográficas Selva, visando o planejamento adequado do uso e ocupação do solo para proteção dos mananciais d'águas, bem como servindo de subsídio para futuros planejamentos rurais e urbanos e análise de recursos naturais e da agricultura.

MATERIAL E MÉTODOS

A microbacia do ribeirão das Agulhas, situada no município de Botucatu, possui uma área de 1445ha. Sua situação geográfica é definida pelas coordenadas: Latitude 22° 47' 05" a 22° 51' 55" S e Longitudes 48° 28' 10" a 48° 30' 04" WGr.

O clima predominante do município, classificado segundo o sistema Köppen é do tipo Cwa - Clima Mesotérmico de Inverno Seco - em que a temperatura do mês mais frio é inferior a 18°C e do mês mais quente ultrapassa os 22°C.

Na caracterização morfométrica da área foi utilizada a carta planialtimétrica do IBGE (1973), em escala 1:50.000, folha Botucatu, com curvas de nível de 20 em 20 metros, para extração da rede de drenagem e da planialtimetria. O estudo da capacidade de uso da terra da sub-bacia (Figura 1) foi feito a partir da metodologia proposta por LEPSCH et al. (1991), através do cruzamento dos mapas de declividade e de solos (PIROLI, 2002), utilizando-se da tabela de julgamento de classes de capacidade de uso, elaborada conforme FRANÇA (1963), BELLINAZI et al. (1983) e ZIMBACK & RODRIGUES (1993).

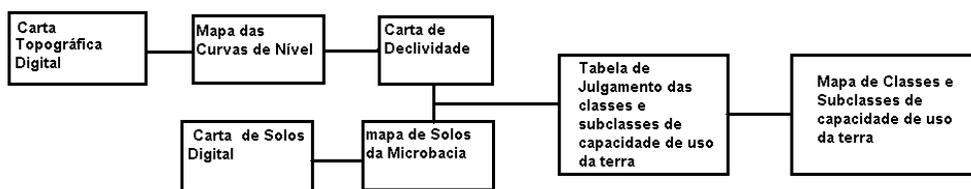


Figura 1. Fluxograma metodológico de obtenção do mapa de capacidade de uso da área.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da carta clinográfica (Figura 1 e Tabela 1) obtida permitiu inferir que as classes de declive de 0 a 3% (áreas planas) e 3 a 6% (suavemente ondulada) representam mais de 23% da microbacia. Estas são destinadas para o plantio de culturas anuais com o uso das práticas simples de conservação do solo.

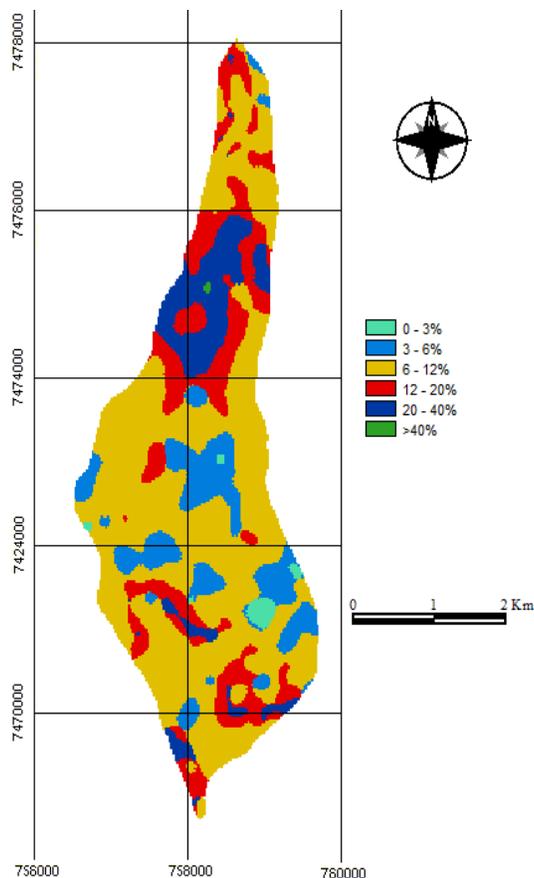


Figura 1. Clinografia da microbacia do Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP).

Classes de Declive (%)	Área em relação à microbacia ha %	
0 – 3	168,97	4,45
3 – 6	712,99	18,78
6 – 12	1830,62	48,22
12 – 20	844,47	22,24
20 – 40	239,55	6,31
Total	3796,6	100

Tabela 1. Clinografia da microbacia do Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP).

As áreas com relevo ondulado (6 a 12%), representando 48,22% da área total da microbacia (1830,62ha), são indicadas para o plantio de culturas anuais com o uso de práticas de conservação do solo⁴.

A microbacia apresenta-se com grande potencial agricultável, pois apresenta quase

94% da área propícia para o cultivo com culturas anuais e permanentes, ou seja, com a declividade variando de 0 a 20%.

Os solos (Figura 2 e Tabela 2) ocorrentes na área estudada mostram que a unidade mais significativa foi o solo Podzólico Vermelho com 2428,09ha (63,96%). As outras unidades de solo encontradas foram o Latossolo Vermelho com 1170,59ha (30,83%) e o solo Hidromórfico com 197,92ha (5,21%).

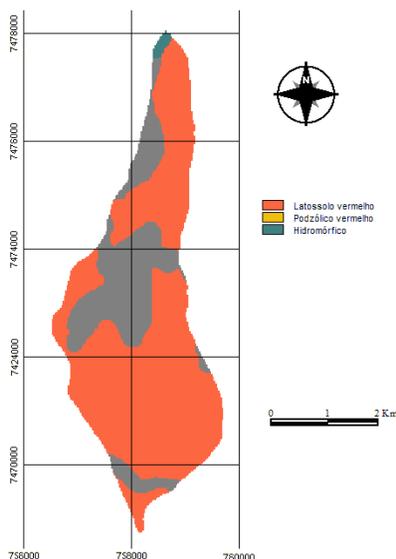


Figura 2. Unidades de solo da microbacia do Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP).

Classe de solo	ha	%
Podzólico Vermelho (PV)	2428,09	63,96
Latossolo Vermelho (LV)	1170,59	30,83
Hidromórfico (HI)	197,92	5,21

Tabela 2. Unidades de solo da microbacia do Ribeirão Duas Águas – Botucatu (SP).

As terras das classes III e IV, pertencem ao grupo A e são terras passíveis de utilização com culturas anuais, perenes, pastagens e ou reflorestamento e vida silvestre e as classes V e VI pertencem ao grupo B, sendo consideradas terras impróprias para cultivos intensivos, mas ainda adaptadas para pastagens ou reflorestamento e ou vida silvestre.

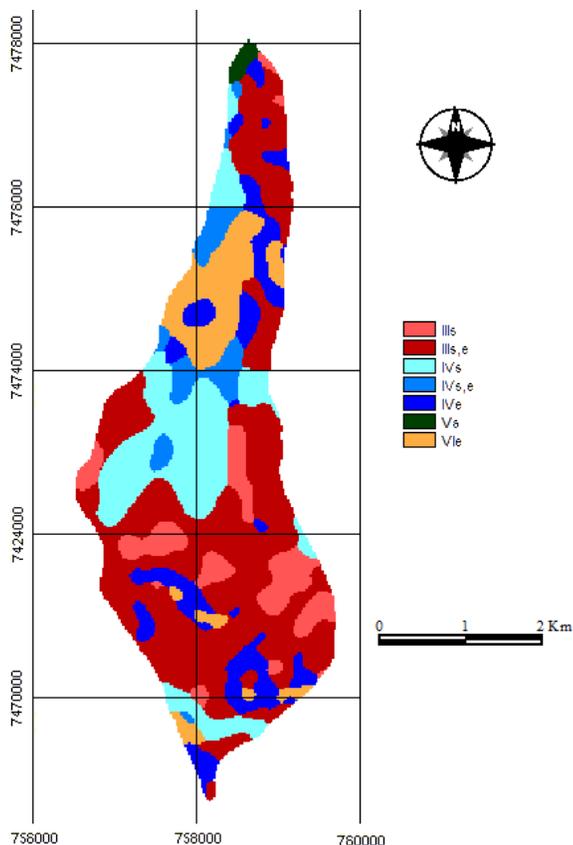


Figura 3. Subclasses de capacidade de uso do solo da microbacia do Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP).

Classes de Capacidade	Área	
	ha	%
IIIs	847,97	22,34
IIIs,e	1755,72	46,24
IVs	774,95	20,41
Va	214,01	5,64
VIe	203,95	5,37
Total	3796,6	100

Tabela 3. Subclasses de capacidade de uso do solo da microbacia do Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP).

A subclasse IIIs é composta por terras cultiváveis com problemas complexos de conservação e/ou de manutenção de melhoramentos. São terras praticamente planas ou

suavemente onduladas com fertilidade natural muito baixa.

A subclasse IIIe,s por apresentar limitação por problemas de erosão e solo, são indicadas para plantio e cultivo em nível aliado a culturas em faixas e/ou aumento da proporção de culturas densas nos planos de rotação; culturas em faixas; rotação de culturas; aumento da proporção de culturas densas nos planos de rotação; terraceamento; canais de divergência; plantio direto; alternância de capinas; rompimento de camadas compactadas no solo superficial e no subsolo, através de escarificação e subsolagem; melhoramento das condições físicas do solo através da incorporação de matéria orgânica, rotação com culturas de raízes profundas e com grande quantidade de resíduos vegetais; adubação e calagem e cultivo mínimo do solo (arações, gradagens, etc...).

A subclasse de capacidade de uso do solo IVs abrange 20,41% (774,95 ha) e segundo Lepsch et al. (1991), como terras limitadas por riscos medianos a severos de erosão em cultivos intensivos, com declividades acentuadas, com deflúvio muito rápido, podendo apresentar erosão em sulcos superficiais muito frequentes, em sulcos rasos frequentes ou em sulcos profundos ocasionais. Nestas classes são indicadas culturas permanentes protetoras do solo, não podendo tais áreas ser ocupadas com culturas anuais, apresentando dificuldades severas a motomecanização.

A Subclasse Va representando 5,64% da microbacia (214,01ha) são terras planas não sujeitas à erosão, com deflúvio praticamente nulo, severamente limitadas por excesso de água, sem possibilidade de drenagem artificial e/ou com risco de inundação frequente, mas que podem ser usadas para o pastoreio em algumas épocas do ano.

A subclasse de capacidade de uso do solo VIe, representa 5,37% da área da microbacia e, são terras impróprias para culturas anuais com risco de erosão que pode chegar a severo, com deflúvio moderado a severo e presença de sulcos rasos muito frequentes ou sulcos profundos frequentes⁴.

CONCLUSÕES

Os resultados permitiram constatar que as classes de capacidade de uso III e IV, divididas nas subclasses IIIs, IIIs,e e IVs ocuparam 64,02% da área, mostrando o grande potencial de uso para culturas anuais, perenes, pastagens e ou reflorestamentos.

REFERÊNCIAS

Aronoff, S. (1989). Geographic Information Systems. WDL. *Publications*, Canada.

Bull, G. (1994). Ecosystem modelling with GIS. Environmental Management. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (1974). Secretaria de Planejamento da Presidência da República - *Carta do Brasil - Quadrícula de Botucatu*. Escala 1 : 50000.

Lepsch, J. F et al. (1991). Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas, *Soc.Bras.Cienc.do Solo*.pp. 175.

Torres, J.L.R., Fabian, A.J. (2006). Levantamento topográfico e caracterização da paisagem para planejamento conservacionista de uma microbacia hidrográfica de Uberaba. *Caminhos da Geografia*, Uberlândia

CAPÍTULO 10

BREVES CONCEITOS E DEFINIÇÕES DE BIOPROSPECÇÃO NA AMAZÔNIA LEGAL

Data de aceite: 26/02/2021

Data de submissão: 07/12/2020

Leonardo Marcelo dos Reis Braule Pinto

Faculdade Cosmos de Manaus
Departamento de Ciências Sociais
Manaus – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/2231620814700631>

Michele Lins Aracaty e Silva

Universidade Federal do Amazonas
Faculdade de Estudos Sociais
Manaus-Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/9852711626925841>

Therezinha de Jesus Pinto Fraxe

Universidade Federal do Amazonas
Faculdade de Ciências Agrárias
Manaus-Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/1464615574272190>

RESUMO: A Bioprospecção é uma ferramenta sustentável muito eficiente na geração de desenvolvimento econômico. Assim, buscar-se-á responder ao seguinte problema: Como pode ser entendida a Bioprospecção? O presente trabalho tem por objetivo, demonstrar a importância da atividade bioprospectiva no Desenvolvimento Sustentável da Amazônia brasileira. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, documental, exploratória, e descritiva. Toda a análise feita neste trabalho tem como base cinco publicações de Luiz Saccaro Junior. Como resultado, tem-se a bioprospecção como fator eficiente na geração de riqueza, renda, e prosperidade na

região amazônica brasileira, além de preservar costumes, não degradar o meio ambiente, e ser uma atividade típica amazônica. Em outras palavras, a atividade bioprospectiva deste fruto gera, de forma significativa, Desenvolvimento Sustentável na Amazônia legal e seu estímulo é necessário.

PALAVRAS-CHAVE: Bioprospecção. Conceitos. Definições. Amazônia Legal.

BRIEF CONCEPTS AND DEFINITIONS OF BIOPROSPECTION IN LEGAL AMAZON

ABSTRACT: Bioprospecting is a very efficient sustainable tool in generating economic development. Thus, we will try to answer the following problem: How can Bioprospecting be understood? This paper aims to demonstrate the importance of bioprospective activity in the Sustainable Development of the Brazilian Amazon. It is a bibliographic, documentary, exploratory, and descriptive research. The entire analysis made in this work is based on five publications by Luiz Saccaro Junior. As a result, bioprospecting is an efficient factor in generating wealth, income, and prosperity in the Brazilian Amazon region, in addition to preserving customs, not degrading the environment, and being a typical Amazonian activity. In other words, the bioprospective activity of this fruit significantly generates Sustainable Development in the legal Amazon and its encouragement is necessary.

KEYWORDS: Bioprospecting. Concepts. Definitions. Legal Amazon.

1 | INTRODUÇÃO

A Bioprospecção como ferramenta de Desenvolvimento Sustentável no ambiente amazônico brasileiro é fundamentalmente significativa e eficiente. É através dela que o produtor rural, grande ou pequeno, pode se estabelecer como agente econômico gerador de produto, de desenvolvimento, de tecnologia, de inovação; sem, contudo, prejudicar a fauna, a flora ou até mesmo a cultura local dos povos da região (SACCARO JUNIOR, 2011B).

Vale ressaltar que a atividade bioprospectiva neste trabalho será tratada apenas com breves bases teóricas a respeito de seus conceitos e definições; mas este conceito vai muito além disso, a abordagem do conceito bioprospecção engloba também a produção de fitoterápicos e antibióticos, o melhoramento genético de espécies, a descoberta de enzimas com propriedades medicinais e nutritivas, entre outros diversos fatores que podem contribuir para a economia, farmacologia, nutrição, medicina, veterinária e agronomia (STROBEL; DAISY, 2003).

Analisar a atividade bioprospectiva como geradora de Desenvolvimento Sustentável é averiguar uma atividade necessária e importantíssima para a aceleração da gênese de riqueza, tecnologia e cultura ao mesmo tempo em que se preservam os costumes, a fauna, a flora, a diversidade de povos, a água, e todas as outras variáveis econômicas, sociais e ambientais existentes no meio.

Esta pesquisa possui como assunto central um estudo bibliográfico, documental e qualiquantitativo a respeito do que seja a Bioprospecção e sua importância na geração de Desenvolvimento Sustentável para os povos amazônicos brasileiros. Por questão de delimitação, abordar-se-á este assunto com ênfase no ambiente da Amazônia brasileira. Além disso, tem-se como base os parâmetros conceituais e epistemológicos de bioprospecção elaborados por Nilo Luiz Saccaro Junior, Diretor de estudos e políticas regionais, urbanas e ambientais do IPEA, em cinco de seus trabalhos publicados.

Entendido o assunto desta pesquisa, se torna necessária a inserção desta no contexto teórico e local, para que assim, ela se situe tanto no campo científico quanto no campo prático. Entenda-se por campo prático, compreender o mecanismo de necessidade de funcionamento da atividade bioprospectiva no ambiente amazônico brasileiro.

Em se tratando do contexto teórico, ressalta-se os seguintes assuntos: contexto global e nacional da atividade sustentável como um todo; e o que é Desenvolvimento Sustentável. Já no campo prático, necessita-se entender quais as características da Amazônia Legal que a levam a se tornar um ambiente fértil e propício às práticas bioprospectivas.

No contexto global, pode-se dizer que as preocupações ambientais na era moderna possuem sua gênese na década de 50 do século passado, mas é somente a partir da década de 1960 que o movimento de insatisfação com as atuais modelagens econômicas, que prejudicam o meio ambiente, e uma consciência ambiental em nível global, ganham

destaque (LIRA; FRAXE, 2014).

A noção de Desenvolvimento Sustentável, atualmente perseguida por vários governos, empresas e ONG's, pode traçar suas origens à Conferência sobre o Ambiente Humano organizada pela ONU em Estocolmo, Suécia no ano de 1972. Desde então, várias reuniões foram realizadas e diversos tratados relativos às questões ambientais assinados (MADEIRA, 2014). Faltando apenas, que os países assinantes, coloquem em prática mais políticas públicas que se façam respeitar tais tratados.

Acerca do contexto nacional, pode-se avaliar o bom desempenho jurídico do país pois, sob as bases de um imperativo de sustentabilidade, desenvolvimento e, tendo-se em consideração a irradiação de seus efeitos sobre a ordem jurídica brasileira, tem-se que toda ela se encontra comprometida com o dever de assegurar a viabilidade da vida em uma escala de tempo duradoura, missão para a qual devem concorrer deveres estatais e sociais de proteção dos fundamentos que lhes garanta de forma unânime. É assim que se poderia entender um pacto coletivo com a proteção dos processos ecológicos essenciais à sustentabilidade. Esse compromisso encontra-se definido pelo art. 225, caput e inciso I, da Constituição Federal de 1988 e condiciona, em destaque, o exercício de todas as funções públicas para lhes exigir concretização por meio de todos os instrumentos que possam realizar compromissos significativos (SOUZA; DELPUPO, 2014).

O objetivo da sustentabilidade proposto como diretriz da política nacional do meio ambiente estabelece em primeiro lugar, a conformação de um compromisso global e um imperativo em benefício das futuras gerações, sobre a sociedade melhor e mais justa do que aquela em que vivemos nos dias de hoje, além de constituir, por outro lado, a manifestação normativa mais latente de um imperativo doméstico de sustentabilidade previsto no artigo, caput e inciso já citados, da Constituição Federal. Por meio de tal imperativo, assegurar a proteção dos espaços geográficos e dos recursos naturais não é apenas a garantia da durabilidade dos processos produtivos, senão uma condição para o desenvolvimento da vida (AYALA; LECEY, 2011, p. 126).

Neste contexto, observa-se que, os objetivos propostos por um Estado ambiental para a concretização de um projeto de longo prazo de sociedade, visando atender às necessidades presentes sem comprometer os estoques futuros, para as próximas gerações, encontram-se fortemente vinculados a um imperativo de desenvolvimento sempre com base na sustentabilidade, levando em consideração o conceito de Desenvolvimento Sustentável propriamente dito (SOUZA; DELPUPO, 2014).

Desta forma, na esfera nacional, também se encontram problemas na execução de tais normativas, baixa fiscalização de atividades ambientais prejudiciais e irregulares, falta combate incisivo a biopirataria, bem como incentivo a atividade sustentável, principalmente no ambiente amazônico (SACCARO JUNIOR, 2011A).

Em se tratando do conceito de Desenvolvimento Sustentável, é definido como a capacidade de determinada sociedade atender suas diversas necessidades sem comprometer

a capacidade das próximas gerações atenderem as suas; é um desenvolvimento duradouro, de longo prazo. Tal conceito abrange três esferas indissociáveis, a saber, econômica, social e ambiental (EMAS, 2015).

Através deste conceito, segundo Romeiro (2012, p. 69):

É possível manter o crescimento econômico eficiente (sustentado) no longo prazo, acompanhado da melhoria das condições sociais (distribuindo renda) e respeitando o meio ambiente. No entanto, o crescimento econômico eficiente é visto como condição necessária, porém não suficiente, para a elevação do bem-estar humano: a desejada distribuição de renda (principal indicador de inclusão social) não resulta automaticamente do crescimento econômico, o qual pode ser socialmente excludente; são necessárias políticas públicas específicas desenhadas para evitar que o crescimento beneficie apenas uma minoria; do mesmo modo, o equilíbrio ecológico pode ser afetado negativamente pelo crescimento econômico, podendo limitá-lo no longo prazo, sem o concurso de políticas ecologicamente prudentes que estimulem o aumento da eficiência ecológica e reduzam o risco de perdas ambientais potencialmente importantes.

Ou seja, para que exista Desenvolvimento Sustentável, é sempre necessária a ação do governo, através de políticas públicas, que garantam não apenas o crescimento econômico e a preservação ambiental, mas que também valorizem e preservem a distribuição de renda, a cultura dos diversos povos presentes naquela sociedade, além de garantir acesso aos serviços essenciais, tais como saúde e educação.

Para contextualizar as características da Amazônia Legal que levam a mesma a se tornar um ambiente fértil e propício às práticas bioprospectivas; pode-se afirmar que a sustentabilidade como ferramenta de geração de Desenvolvimento Sustentável dentro do ambiente amazônico brasileiro já vem sendo discutida a algum tempo, com programas da Era Vargas e do Regime Militar, mas, somente a partir de 2008, tem-se um programa de governo, de esfera federal, de grande significância e voltado diretamente para essa questão (BRASIL, 2008). Trata-se do Plano Amazônia Sustentável (PAS).

O Plano Amazônia Sustentável (PAS) lançado no Governo Lula, em 2008, se estabelece como um programa criado especificamente para propor um conjunto de diretrizes de forma a orientar o Desenvolvimento Sustentável Amazônico, com vistas à valorização da diversidade sociocultural, ecológica, e redução das desigualdades regionais (BRASIL, 2008). Programa este que hoje encontra-se estagnado e incompleto, com baixa participação efetiva do governo federal como principal ente atuante no estímulo e fomento ao Desenvolvimento Sustentável Amazônico.

Vale ressaltar que as políticas públicas para a Amazônia brasileira apresentam e retratam interesses ambíguos e conflituosos. São basicamente dois lados, um se apresenta como favorecedor de novas infraestruturas, suporte para o desenvolvimento econômico pautado na teoria microeconômica, com preferência no agronegócio de grande escala, que vem tomando grandes proporções nos estados de Mato Grosso e Pará. O outro, apresenta-

se com políticas focadas nos interesses das populações locais e na sustentabilidade socioambiental, destacando a importância do desenvolvimento de biotecnologias que pautem um moderno modelo de produção sustentável na Amazônia legal (OLIVEIRA; CARLEIAL, 2013).

Infelizmente, até os dias atuais, fica constatada a ausência de diálogo com a sociedade civil organizada, fato esse que se justifica pela dependência do Brasil, quase que exclusivamente, do capital externo e da utilização de modelos macroeconômicos neoliberais, de forma errônea, que distanciam a ação do governo federal dos interesses coletivos e consequentemente do desenvolvimento (OLIVEIRA; CARLEIAL, 2013).

Resumidamente, pode-se dizer que o contexto local atual da Amazônia Legal se caracteriza como um ambiente carente de políticas públicas e iniciativas privadas que busquem se utilizar da riqueza em fauna, flora, e conhecimentos nativos para geração de riqueza e crescimento sustentável, explorando esses recursos de forma equilibrada, consciente e eficientemente, trazendo à esta região, o tão sonhado Desenvolvimento Sustentável. Assim, este trabalho busca contribuir para o entendimento da eficiência e importância do uso de ferramentas como a bioprospecção para a geração de desenvolvimento na área da AMZ-L.

2 | BIOPROSPECÇÃO: CONCEITOS E DEFINIÇÕES

A palavra Bioprospecção vem da junção do radical grego – *bio*, que significa vida, com a palavra que vem do latim *prospexione*, que significa olhar à frente, muito usada como ferramenta de planejamento estratégico de futuro, principalmente no mercado financeiro onde se precisa pensar estrategicamente para se obter os melhores ganhos, os maiores lucros, as melhores vantagens (UFRGS, 2013). A partir disso, é possível afirmar Bioprospecção significa planejar estrategicamente se utilizando dos recursos biológicos, ou seja, significa em outras palavras, gerar riqueza a partir de recursos naturais.

O termo bioprospecção foi formalmente cunhado apenas em 1993 como sendo a exploração da biodiversidade para a descoberta de recursos genéticos e substâncias bioquímicas comercialmente úteis para um indivíduo ou grupo social (LAIRD, 2002,). Para Saccaro Junior (2011A, p. 7) a bioprospecção pode ser definida como:

(...)a busca sistemática por organismos, genes, enzimas, compostos, processos e partes provenientes de seres vivos em geral, que possam ter um potencial econômico e, eventualmente, levar ao desenvolvimento de um produto. É relevante para uma ampla gama de setores e atividades, incluindo biotecnologia, agricultura, nutrição, indústria farmacêutica e de cosméticos, biorremediação, biomonitoramento, saúde, produção de combustível por meio de biomassa, entre outros. Os alvos da Bioprospecção são coletivamente chamados de recursos genéticos. Seu conjunto forma o patrimônio genético nacional.

Vale ressaltar a importância sustentável que a bioprospecção possui em essência, pois além de contribuir com a geração de riqueza, contribui também com a preservação ecológica, visto que se utiliza dos recursos ambientais e não do patrimônio ecológico, e ainda estimula o desenvolvimento social já que necessita de tecnologia e pessoal capacitado para desenvolvimento de produtos.

Entre a infinidade de finalidades da bioprospecção, o desenvolvimento de novos fármacos tem-se mostrado com importante destaque, devido à sua relação com a saúde e bem-estar humanos, ao mesmo tempo em que se destaca também com as cifras econômicas envolvidas no processo mercadológico (SACCARO JUNIOR, 2011A).

Dentro do contexto histórico mundial; dado o grande potencial econômico que o patrimônio ecológico possui, os países em desenvolvimento, que por sua vez, concentram a maior parte da biodiversidade global, começaram, nas últimas décadas do século XX, a discutir a ideia de propriedade sobre os recursos genéticos e os conhecimentos tradicionais associados aos mesmos (SACCARO JUNIOR, 2013A). O Brasil foi um dos atores mais ativos nas negociações multilaterais decorrentes.

Foi considerada injusta a situação em que o acesso aos recursos genéticos era livre em qualquer lugar, mas os produtos obtidos daí eram objetos de apropriação monopolística, principalmente por meio de patentes, por empresas sediadas na maioria dos casos em países desenvolvidos, que possuem maior aparato tecnológico, financeiro e informacional (SACCARO JUNIOR, 2013A). Uma nova visão se consolida com a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), que reconhece a soberania de cada país sobre os recursos genéticos localizados em seu território.

Ao mesmo tempo, são reconhecidos os direitos das comunidades tradicionais e indígenas sobre seus saberes. Tais saberes devem ser acessados apenas com o consentimento das comunidades envolvidas, e com elas, deve haver uma repartição justa dos benefícios auferidos, principalmente os econômicos (SACCARO JUNIOR, 2012).

No caso do Brasil, o maior entrave ao desenvolvimento da atividade bioprospectiva está intimamente relacionado ao ambiente regulatório. E este, para Saccaro Junior (2013B), deriva de características socioculturais internas associadas a um contexto mundial de mudanças recentes na forma de se encarar o patrimônio natural.

Pode se dizer que, a bioprospecção é uma atividade inserida na cultura brasileira (SACCARO JUNIOR, 2013B). Registros arqueológicos indicam que os indígenas utilizavam plantas de tabaco, e outras medicinais para a construção de moradias e de canoas antes da chegada dos colonizadores. O consumo intensivo de moluscos por indígenas na costa do país levou à formação de sambaquis, literalmente “monte de conchas”, os quais eram utilizados na fabricação de objetos como raspadores e facas de pedra, batedores e suportes do mesmo material (BERLINCK, 2012).

Os índios também caçavam aves para utilizar suas penas como ornamentos e como moeda de troca com outros produtos de necessidade pessoal, principalmente alimento

(BERLINCK, 2012). Com a chegada dos europeus, as atividades de bioprospecção se intensificaram. A primeira foi a exploração da madeira nobre de várias espécies de árvores, sendo o PauBrasil a mais conhecida. Estimase que nos primeiros anos de exploração do PauBrasil foram derrubadas cerca de 1.200 toneladas/ano de madeira, o que corresponderia a cerca de 2 milhões de árvores entre 1500 e 1600 (BERLINCK, 2012).

Entre 1859 e 1861 foi instituída a Comissão Científica do Império, a primeira formada exclusivamente por pesquisadores genuinamente brasileiros (BERLINCK, 2012). O projeto dessa comissão foi conhecer e relatar diversos aspectos da natureza e cultura do sertão do Ceará, e, em menor extensão, Pernambuco e Paraíba, dentre os quais extensa variedade da flora e fauna locais, bem como conhecimentos tradicionais e populares sobre virtudes medicinais de plantas e animais. A publicação comentada dos documentos dessa comissão inclui riquíssima iconografia que apenas recentemente foi divulgada em bela edição extensamente ilustrada (BERLINCK, 2012).

No fim do século XIX, três dos primeiros institutos de pesquisa criados em território brasileiro desenvolviam atividades ligadas, direta ou indiretamente, à atividade Bioprospectiva: a Imperial Estação Agronômica de Campinas (1887), o Instituto Soroterápico Federal – atual Fiocruz – (1900) e o Instituto Butantã (1901). A vocação da pesquisa brasileira para atividades que envolvem bioprospecção se firmou com a criação do Instituto de Química Agrícola no Jardim Botânico do Estado do Rio de Janeiro (BERLINCK,2012).

Desta etapa participaram diretamente aqueles que seriam os fundadores dos estudos em química de produtos naturais no Brasil: Affonso Seabra, Paulo Lacaz, Walter Mors, Benjamin Gilbert e Otto Richard Gottlieb (BERLINCK,2012). Em paralelo, investigações desenvolvidas na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (SP) por Maurício Oscar da Rocha e Silva e Sergio Ferreira levaram à descoberta de peptídeos bioativos da jararaca, que seriam mais tarde utilizados como matriz para desenvolver um dos principais fármacos para o tratamento da hipertensão: o captopril (BERLINCK, 2012).

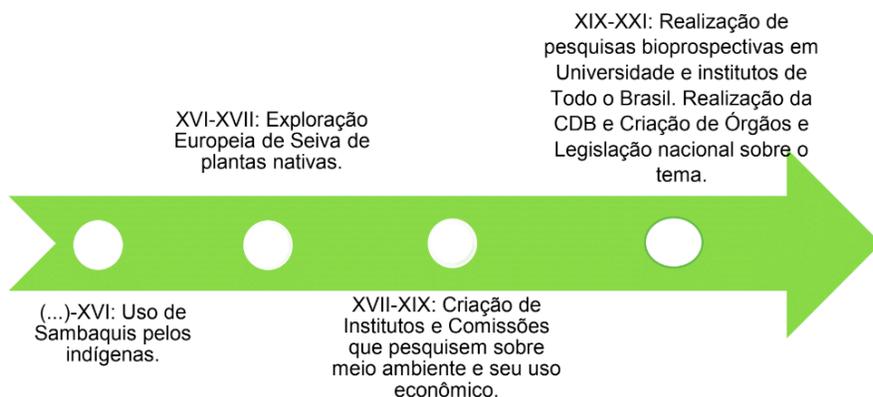


Figura 01 – Panorama Histórico da Bioprospecção no Brasil: Linha do tempo

Fonte: Elaboração Própria.

Na Figura, tem-se resumidamente o histórico do surgimento da Bioprospecção brasileira desde antes do século XVI até o século XXI.

Este breve histórico omite muitas outras áreas de desenvolvimento da ciência brasileira, diretamente ligadas à bioprospecção, tais como a bioquímica, a biologia molecular, a microbiologia e a biotecnologia, por exemplo, mas dá um rápido panorama do potencial e importância da atividade bioprospectiva (BERLINCK, 2012).

Os mais diversos trabalhos de pesquisadores nos primeiros 60 anos do século XX levou à formação de uma verdadeira escola de Bioprospecção brasileira, da qual nos dias de hoje participam dezenas, quiçá centenas, de cientistas ambientais em todo o país, distribuídos por todas as regiões, presentes nas principais Universidades e institutos de pesquisa do Brasil, buscando-se conhecer, entender e explorar racionalmente os recursos naturais como plantas, animais e microrganismos para a produção de substâncias e desenvolvimento de processos com as mais diversas atividades e utilidades, principalmente na busca de desenvolver produtos com viabilidade produtiva e potencial econômico para atender a demanda nacional e internacional (BERLINCK, 2012).

Uma decorrência óbvia dessa intensa atividade de bioprospecção foi o firmamento de várias indústrias de cosméticos e fármacos que buscam aproveitar elementos da biodiversidade brasileira para a produção de cosméticos, medicamentos, aditivos alimentares, cremes de pele, e outros produtos de imensa importância econômica, ambiental e biológica. O Acheflan, desenvolvido e produzido pelo laboratório Aché, foi o primeiro exemplo de fitofármaco brasileiro a entrar no seleto mercado farmacêutico com sucesso em suas expectativas produtivas, de demanda, e oriundo de práticas bioprospectivas (BERLINCK, 2012).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos conceitos e definições propostos, pode-se afirmar que a atividade bioprospectiva dentro do contexto da AMZ-L atende os três pilares necessários à entender essa ferramenta como sustentavelmente eficiente, a saber, o econômico por que ajuda na geração de riquezas, o ambiental por que é uma atividade que busca se utilizar do recurso natural e não do patrimônio e sua respectiva destruição e esgotamento, e o social por que é uma ferramenta que pode ser usada pelos povos locais, principalmente em atividades que os mesmos já praticam culturalmente e transpassam de geração em geração.

REFERÊNCIAS

AYALA, Patryck de Araújo. LECEY, Eladio (coord.); CAPPELLI, Silvia (coord.). Direito Ambiental de Segunda Geração e o Princípio de Sustentabilidade na Política Nacional do Meio Ambiente. **Revista de Direito Ambiental**. São Paulo, v. 63, n° 16, Jul. 2011.

BERLINCK, Roberto Gomes de Souza. Bioprospecção no Brasil: um breve histórico. **Cienc. Cult.** São Paulo, v.64, n° 3, 2012. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v64n3/a10v64n3.pdf>. Acesso em: 09 de agosto de 2019.

BRASIL. Presidência da República. **Plano Amazônia Sustentável**: diretrizes para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia Brasileira. Brasília: MMA, 2008. 112 p. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sca/_arquivos/plano_amazonia_sustentavel.pdf. Acesso em: 09 de abril de 2019.

EMAS, Rachel. The Concept of Sustainable Development: definition and defining principles. **Global Sustainable Development Report**, ONU, 2015. Disponível em: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5839GSDR%202015_SD_concept_definiton_rev.pdf. Acesso em: 09 de abril de 2019.

LAIRD, S. A. in **Biodiversity and traditional knowledge** – equitable partnerships in practice, Edited by Sarah A. Laird, Earthscan Publications Ltd., London & Sterling (USA), p. 22, 2002.

LIRA, Sandro Haoxovell; FRAXE, Therezinha de Jesus Pinto. O percurso da Sustentabilidade do Desenvolvimento: aspectos históricos, políticos e sociais. **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 14, n° 02, p. 3172-3182, jan. 2014.

MADEIRA, Welbson do Vale. Sustainable Amazon Plan and Uneven Development. **Revista Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v. 17, n° 03, p. 19-34, jun. 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/asoc/v17n3/en_v17n3a03.pdf. Acesso em: 08 de abril de 2019.

OLIVEIRA, Robson Quintino de; CARLEIAL, Liana Maria da Frota. Desenvolvimento amazônico: uma discussão das políticas públicas do estado brasileiro. **Revista Eletrônica da Faculdade de Alta Floresta**. Alta Floresta, v. 02, n° 01, Jan. 2013. Disponível em: <http://faflor.com.br/revistas/refaf/index.php/refaf/article/view/90/html>. Acesso em: 07 de novembro de 2020.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Desenvolvimento Sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. **Estudos Avançados**. São Paulo, v.26, n° 72, jan. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ea/v26n74/a06v26n74.pdf>. Acesso em: 08 de novembro de 2020.

SACCARO JUNIOR, Nilo Luiz. A Regulação do acesso a recursos genéticos no Brasil: sugestões para um novo cenário. **Sustentabilidade em debate**, Brasília, v. 04, n° 02, jan. 2013 (A). Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/sust/article/view/15572>. Acesso em: 13 de novembro de 2020.

SACCARO JUNIOR, Nilo Luiz. A regulamentação de acesso a recursos genéticos e repartição de benefícios: disputas dentro e fora do Brasil. **Ambient. soc.**, Campinas, v. 14, n. 1, 2011B.

SACCARO JUNIOR, Nilo Luiz. Bioprospecção e Desenvolvimento Sustentável. **Repositório do Conhecimento do IPEA**, Brasília, v. 01, n°73, p. 1-2, Ago.2012. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9120/1/Bioprospec%c3%a7%C3%a3o%20e%20desenvolvimento%20sustent%c3%a1vel_p87.pdf. Acesso em: 08 de novembro de 2020.

SACCARO JUNIOR, Nilo Luiz. Como impulsionar a bioprospecção no Brasil: Bases para uma moderna regulação do acesso a recursos genéticos e ao conhecimento tradicional associado, **Texto para Discussão**, No. 1807, 2013 (B). Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília. Disponível em: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/91140/1/744898447.pdf>. Acesso em: 13 de novembro de 2020.

SACCARO JUNIOR, Nilo Luiz. Desafios da Bioprospecção no Brasil. **Texto para Discussão**, No. 1569, 2011A. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1568/1/TD_1569.pdf. Acesso em: 07 de novembro de 2020.

SOUZA, José Fernando Vidal de; DELPUPO, Michely Vargas. **O Brasil no Contexto do Desenvolvimento Sustentável**, 2014. Disponível em: <http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=aae094199bf30b0b>. Acesso em: 07 de novembro de 2020.

STROBEL, Gary; DAISY, Bryn. Bioprospecting of microbial endophytes and their natural products. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, Whashington, v. 67, n° 04, p.491-502, Dez.2003. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC309047/>. Acesso em: 07 de novembro de 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). **Bioprospecção**: conceitos e definições. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/patrimoniogenetico/conceitos-e-definicoes/bioprospeccao>. Acesso em: 12 de novembro de 2020.

CAPÍTULO 11

AGENDA AMBIENTAL DA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA (A3P): CAPACITAÇÃO E GERENCIAMENTO PARA AÇÕES RESPONSIVAS NA REDE FEDERAL DE EDUCAÇÃO DO SUL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Data de aceite: 26/02/2021

Data de submissão: 23/12/2020

Sílvia Cristina de Souza Trajano

Instituto Federal do Rio de Janeiro, IFRJ, Brasil
Nilópolis, Rio de Janeiro, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0732465111854485>
<https://orcid.org/0000-0002-0433-1988>

RESUMO: A presente pesquisa surge do interesse em ampliar o horizonte social por meio da educação gerenciada pela administração pública, capacitando em formação de pessoas, os profissionais da educação pública para a multiplicação institucional de saberes relacionados a Agenda Ambiental da Administração Pública (A3P) em uma unidade da rede pública federal de educação. A proposta é aprofundar os estudos na área socioambiental, articulando-a ao campo de pesquisa, em uma unidade do Instituto Federal de Educação do Rio de Janeiro (IFRJ), elaborando projetos com atividades mobilizadoras, sensibilizando, monitorando e avaliando ações de implementação em capacitação em serviço (curso a distância de gerenciamento de setores para ações responsivas da A3P). O objetivo é propor a implantação da A3P no IFRJ, capacitando sujeitos, com apoio de parcerias que colaborem no estímulo a tomada de consciência ambiental, gerando produto de pesquisa e subsídio para a gestão administrativa do campus. Os sujeitos da pesquisa são agentes federais da educação

e a comunidade. Como metodologia optou-se pela pesquisa-ação participante e pesquisa bibliográfica de autores da Educação Ambiental, Ensino de Ciências, alfabetização científica, legislação ambiental, bem como políticas públicas, periódicos e documentos da modalidade a distância. A qualificação implantada pelo projeto de extensão da A3P vem se desenvolvendo com discussões pela comissão local da A3P (grupo de trabalho) instaurada no campus de pesquisa. Vale dizer que a proposta inicial do curso foi interrompida devido a pandemia ocasionada pelo SARS COV-2. Contudo, ações vêm sendo praticadas e objetivos alcançados por meio de discussões da comissão local na perspectiva da Educação Ambiental-Crítica. Dessa forma, todos os resultados obtidos até o momento são parciais, mas contemplam etapas importantes da 1ª fase do cronograma proposto da implantação da qualificação, com algumas consideráveis mudanças de percurso.

PALAVRAS-CHAVE: Qualificação; educação a distância; agenda ambiental da administração pública; educação ambiental-crítica.

PUBLIC ADMINISTRATION
ENVIRONMENTAL AGENDA (A3P):
TRAINING AND MANAGEMENT FOR
RESPONSIVE ACTIONS IN THE
SOUTHERN FEDERAL EDUCATION
NETWORK OF THE STATE OF RIO DE
JANEIRO

ABSTRACT: The present research arises from the interest in expanding the social horizon through education managed by the public administration, training public education professionals for

the institutional multiplication of knowledge related to the Environmental Agenda of Public Administration (A3P) in a unit the federal public education network. The proposal is to deepen the studies in the socio-environmental area, articulating it with the research field, in a unit of the Federal Education Institute of Rio de Janeiro (IFRJ), elaborating projects with mobilizing activities, raising awareness, monitoring and evaluating implementation actions in training in service (distance sector management course for A3P responsive actions). The objective is to propose the implementation of A3P at IFRJ, training subjects, with the support of partnerships that collaborate in stimulating environmental awareness, generating research product and subsidy for the administrative management of the campus. The research subjects are federal agents of education and the community. As a methodology, we opted for participatory action research and bibliographic research by authors of Environmental Education, Science Teaching, scientific literacy, environmental legislation, as well as public policies, journals and documents of the distance modality. The qualification implemented by the A3P extension project has been developed with discussions by the local A3P commission (working group) established on the research campus. It is worth mentioning that the initial proposal of the course was interrupted due to the pandemic caused by SARS COV-2. However, actions have been taken and objectives achieved through discussions by the local commission from the perspective of Environmental-Critical Education. In this way, all the results obtained so far are partial, but include important stages of the 1st phase of the proposed timetable for the implementation of the qualification, with some considerable changes of course.

KEYWORDS: Qualification; distance education; public administration's environmental agenda; critical-environmental education.

1 | APRESENTAÇÃO DO CONTEXTO

Em outubro de 2017, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), aderiu à Agenda Ambiental da Administração Pública (A3P), um programa do Ministério do Meio Ambiente (MMA), que estimula órgãos públicos do país para a implementação de atitudes sustentável no cotidiano funcional de sua natureza de serviços. Uma proposta semelhante a norma ISO 14001. Trata-se de uma concepção prática que pretende diminuir o desperdício, através dos 3R's: reduzir, reciclar e reutilizar a quantidade de resíduos gerados nas instituições públicas. A proposta é aprofundar na área socioambiental, articulando-a ao campo de pesquisa, diagnosticando problema institucional, elaborando projetos com atividades mobilizadoras, sensibilizando os envolvidos, monitorando e avaliando ações de implementação, por meio de qualificação em serviço (cursos).

Propor formas de implantação da A3P no interior de um dos *Campi* do IFRJ, utilizando-se de metodologia baseada em Projetos para promover a qualificação dos sujeitos, com apoio de parcerias que estimulem a tomada de consciência, com orientação, informação e ações práticas para a implantação da A3P, gerando produto de pesquisa na modalidade a distância, com metodologia aplicada para a implantação da A3P, baseada em experiências práticas do cotidiano, sendo estes o resultado de projetos dos cursistas.

Tassoni (2000), aborda que:

Toda aprendizagem está impregnada de afetividade, já que ocorre a partir das interações sociais, num processo vincular. Pensando, especificamente, na aprendizagem escolar, a trama que se tece entre alunos, professores, conteúdo escolar, livros, escrita, etc. não acontece puramente no campo cognitivo. Existe uma base afetiva permeando essas relações. (p.270).

Vale dizer que a proposta, a princípio, era de qualificar servidores em serviço na modalidade semipresencial, de modo que os momentos *in loco* fossem valorizados pelos relatos, tarefas e troca de saberes presencialmente entre ofertante e cursistas. No entanto, isso não foi possível devido a pandemia (SARS COV-2) que forçou o isolamento social e como consequência a suspensão do calendário acadêmico, a partir de fevereiro de 2020 no IFRJ.

Como metodologia o presente estudo partirá de amostragens quantitativas, com análise qualitativa, utilizando-se como instrumentos de coleta de dados a análise por observação participante não estruturada das atividades realizadas: questionários e possíveis entrevistas em videoaulas ao vivo, diário de bordo, relatórios, atas de reuniões e outras ações oriundas da equipe de implantação de um curso de extensão para a qualificação em serviço para a implementação da A3P no campus na modalidade de Educação a Distância (EAD).

2 | REORGANIZAÇÃO DEVIDO A PANDEMIA: SARS COV-2

O desenvolvimento do projeto de extensão pela A3P visava ofertar cursos com finalidade de reeducação socioambiental, análise e reflexão das questões dessa natureza, mas no decorrer das intenções, tal interesse se mostrou importante, mas pouco viável diante das ferramentas disponíveis o trabalho, porque em março de 2020, o calendário acadêmico-escolar do IFRJ (proponente do trabalho de extensão com a A3P), foi suspenso, devido a pandemia gerada pelo SARS-CoV-2 que colocou a sociedade em reclusão social, matando milhões de pessoas no Brasil e milhares no mundo todo. Por causa disso, os estudos sofreram adequações a realidade presente e a A3P deixou de ser a principal referência para o trabalho com o ensino, pesquisa e extensão, mas a educação socioambiental como tema transversal na proposta do trabalho com extensão. Para tanto Da Silva e Schnetzler (2005), afirmam que:

É indispensável, também, adotar estratégias que priorizem a análise as práticas vivenciadas e a reflexão sobre elas, tanto na formação inicial como na formação continuada. Adotar a prática reflexiva significa uma outra maneira de encarar os professores em formação: Vê-los como sujeitos de sua própria formação. É articular a ação, formação e investigação, produzindo saberes sobre a ação e construindo saberes na ação. (p.1132).

Dessa forma, utilizar estratégias que estimulem o relato de experiências de práticas

durante as discussões, de modo que provoque nos sujeitos, uma análise reflexiva do seu saber, oriundo de vivências e das instruções acadêmicas é uma forma de ação na formação, aprimorando a perspectiva desse sujeito, que terá postura diferenciada daqueles que não vivenciam a formação compartilhada.

No mesmo ano do Sars-CoV-2, foram ofertadas 40 vagas para a comunidade do IFRJ do campus Avançado Resende, para o curso de extensão intitulado como formação básica para implementadores e gestão de projetos socioambientais, com carga horária de 60 horas, na modalidade a distância. O curso não foi exaustivamente divulgado, utilizando-se das redes sociais como o site institucional, o facebook e whatsapp, entre os dias 6 e 20 de julho, com início do curso em 03 de agosto e término em 31/08, o público-alvo eram os profissionais do serviço público e privado preferencialmente atuantes em projetos socioambientais na e para indústrias, o comércio e escolas, com pelo menos o ensino fundamental e domínio das redes sociais.

O perfil dos inscritos revelou carência para a demanda local para a temática, justificando os campi da região Sul Fluminense do Rio de Janeiro como campo de interesse para a articulação externa com a sociedade. A identificação da presença de discentes de cursos técnicos da área ambiental, assim como licenciandos em Ciências biológicas que realizaram a inscrição no curso de extensão, sugerem o desejo de práticas mais efetivas para soluções ambientais na vida real.

3 | AÇÕES REALIZADAS E O CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES

Uma transformação de concepção é necessária à escola, para um ensino de Ciências que seja crítico e reflexivo e que alfabetize cientificamente, sendo a escola o ponto de partida, mas a comunidade e os discentes o ponto de continuidade da discussão. Durante o processo de formação dos sujeitos, este é o caminho mais viável para o desenvolvimento, uma vez que a vontade de transformar a realidade renova a Educação Ambiental e deve partir da motivação intrínseca do discente, da comunidade, mas principalmente do educador, sendo ele de natureza formativa e crítica, pois,

(...) o conhecimento disponível, oriundo de pesquisas em educação e em ensino de Ciências, acena para a necessidade de mudanças, às vezes bruscas, na atuação do professor dessa área, nos diversos níveis de ensino.

Assim, distinguindo-se de um ensino voltado predominantemente para formar cientistas, que não é fortemente presente nele, hoje é imperativo ter como pressuposto a meta de uma ciência para todos (DELIZOICOV, 2009, p.33-34).

Ser alfabetizado cientificamente requer entendimento sobre a concepção desse termo, que para Krasilchik (2004, p.15), significar dizer que alfabetização científica representa os “debates relacionados à forma pela qual o conhecimento científico deve

ser apreendido pela população – de maneira a não simplesmente acumular informações, mas efetivamente poder usá-las para tomar decisões (...).” As Ciências estão atreladas a tecnologia como resultado de ações sociais e em conjunto com as conquistas científicas que vem acompanhando a humanidade desde tempos antigos com manifestações específicas em cada época representando significados diferentes. É inegável a contribuição tecnológica nos avanços da sociedade e ensino.

Os referenciais bibliográficos que embasam a proposta são autores que dialogam com o ensino de Ciências (EC), alfabetização Científica (AC), a Educação a distância (EaD), Currículo e trabalho, Políticas Públicas para o Meio Ambiente, os processos de ensino localizados em artigos, livros, documentos institucionais e do governo federal, documentários, vídeos, relatos de experiência dos discentes. O tipo de pesquisa que melhor se adéqua para as práticas metodológica no curso de extensão é a Pesquisa-Ação (PA), pois tem características situacionais, porque diagnostica um problema específico, visando alcançar resultado prático. (NOVAES; GIL, 2009, p. 10). Assim, a Pesquisa Participante (PP) também faz parte da metodologia por descreve os interesses do trabalho, e:

Existem semelhanças entre a PP e a PA, pois ambas caracterizam-se pela interação entre os pesquisadores e as pessoas envolvidas nas situações investigadas. Mas há uma grande diferença, que está no caráter emancipatório da PP. Enquanto a PA supõe alguma forma de ação, que pode ser de caráter social, educativo, técnico ou outro, a PP tem como propósito fundamental a emancipação das pessoas ou das comunidades que a realizam. (NOVAES; GIL, 2009, p. 11).

A análise prioritária é a qualitativa, visto que para Ludke, (2003) a pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador, como seu principal instrumento. Os dados são descritivos e a preocupação com o processo é maior do que com o produto, a análise dos dados segue a um processo indutivo.

O quadro 1 - “formação básica de educadores para elaboração de projetos socioambientais”, apresenta a matriz proposta do curso de extensão: na modalidade EaD, com 40 vagas, com previsão para início em agosto de 2020.

CURSO DE EXTENSÃO (NÍVEL I)	FORMAÇÃO BÁSICA DE EDUCADORES PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS SOCIOAMBIENTAIS - CARGA HORÁRIA DE 80 HORAS, NA MODALIDADE A DISTÂNCIA	
Público-alvo	1. Docentes da educação básica	
	2. Estudantes de licenciatura	
	3. Interessados afins em ações com projetos socioambientais aplicado a educação.	
Objetivo	Preparar educadores para o trabalho com projetos socioambientais, de forma interdisciplinar em instituição escolar, a partir da A3P.	
Unidades de estudo	Ambientação ao Moodle	5 horas
	Alfabetização Científica e Meio Ambiente	10 horas
	Currículo e Trabalho e o ensino de Ciências	10 horas
	Interdisciplinaridade com a Educação Ambiental	10 horas
	Pedagogia de Projetos e o Meio Ambiente	10 horas
	Questões Sociais, Ambientais, Ética e Cidadania	10 horas
	Educação Ambiental Crítica e Reflexiva ao Contexto	15 horas
	Seminário de apresentação: Temáticas socioambiental	10 horas

Quadro 1 - Curso de extensão: Nível I (discussão conceitual – crítica e reflexiva)

Fonte: da autora

Trata-se de um curso piloto que passará pela apreciação da equipe organizadora, sendo que, inicialmente, a intenção era a qualificação em serviço dos servidores (agente federais), mas se apresentou bem mais efetivo devido as mudanças promovida pela pandemia, a ampliação da proposta para a comunidade externa e educadores da educação básica e não apenas os servidores federais local, visto que as instituições de modo geral possuem responsabilidade ambiental com descarte do lixo e desfazimento de patrimônio, conforme legislação, entre outras ações que em forma de projetos, a escola pode adotar com os alunos, numa perspectiva socioambiental responsiva, a partir da A3P.

A adaptação às especificidades do público-alvo e a correlação teórica e prática, possibilitarão que as discussões em cursos virtuais produzam melhor sentido, aguçando a curiosidade, a criatividade dos participantes, transformando-os em coautores de suas próprias aprendizagens. Para tanto Da Silva e Schnetzler (2005), afirmam que:

É indispensável, também, adotar estratégias que priorizem a análise as práticas vivenciadas e a reflexão sobre elas, tanto na formação inicial como na formação continuada. Adotar a prática reflexiva significa uma outra maneira de encarar os professores em formação: Vê-los como sujeitos de sua própria formação. É articular a ação, formação e investigação, produzindo saberes sobre a ação e construindo saberes na ação. (p.1132).

Dessa forma, utilizar estratégias que estimulem o relato de observação, de experiências e práticas durante as discussões, de modo que provoque nos sujeitos uma análise reflexiva do seu saber, resultado de vivências e instruções acadêmicas, é uma

forma de ação na formação, aprimorando a perspectiva desse sujeito, que terá postura diferenciada daqueles que não vivenciam a formação compartilhada.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado deseja-se analisar junta a equipe proponente as pontos forte e fracos da oferta, visando melhorá-lo para uma nova versão do curso em nível mais elevado na elaboração da proposta de extensão em Formação Inicial Continuada – FIC, com uma maior carga horária e profundidade, com finalidade de aprimorar o acompanhamento e sensibilizar os participantes à responsabilidade ambiental crítica.

Materiais produzidos por diferente sujeitos envolvidos na implantação e no decorrer do curso serão registros, compondo um arquivo de dados para diagnóstico, análise, planejamento, implantação e acompanhamento (avaliação) da A3P.

O interesse é principalmente promover oportunidade de mudança efetiva na postura socioambiental e sustentável, não apenas dos trabalhadores/ servidores do campus do IFRJ, mas de outros educadores, a comunidade discente, através do ensino de Ciências, da Alfabetização Científica na modalidade EAD, atendendo o formato de elaboração da qualificação.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como considerações desta pesquisa, mas não do trabalho, destacamos que a implantação prosseguirá em ritmos lentos, mas com foco de concluirmos, conforme a ordem das etapas apresentadas no cronograma de implantação da qualificação para a A3P. Vem ocorrendo uma adaptação de datas e junção de etapas possíveis de supressão de outras fases que exigem presença física. É importante ressaltar que mesmo no período de reclusão devido ao novo COVID 19, tem sido promissor para a reorganização e o repensar da oferta que toma um novo corpo de proposta em uma versão na modalidade a distância.

REFERÊNCIAS

DA SILVA, Rejane Maria Ghisolfi; SCHNETZIER, Roseli Pacheco. **Constituição de professores universitários de disciplinas sobre ensino de Química**. Química Nova, vol. 28, n. 6, 1123-1133, 2005.

DELIZOICOV, Demétrio. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortes, 2009.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 6ª edição. São Paulo: EPU, 2003.

KRASILCHIK, Myriam; MARANDINO, Martha. **Ensino de ciências e cidadania**. São Paulo: Moderna, 2004.

NOVAES, Marcos Bidart Carneiro de; GIL, Antonio Carlos. **A pesquisa-ação participante como estratégia metodológica para o estudo do empreendedorismo social em administração de empresas.** *RAM, Rev. Adm. Mackenzie (Online)* [online]. 2009, vol.10, n.1, pp.134-160.

TASSONI, Elvira. Cristina. Martins. **Afetividade e aprendizagem: a relação-professor aluno.** Anuário 2000. Gt Psicologia da Educação, Anped, setembro de 2000.

CAPÍTULO 12

IMOBILIZAÇÃO DE LIPASES: UMA VISÃO GERAL DOS MÉTODOS DE IMOBILIZAÇÃO E APLICAÇÕES

Data de aceite: 26/02/2021

Data de submissão: 08/12/2020

Marta Maria Oliveira dos Santos Gomes

Universidade Federal de Alagoas
Instituto de Química e Biotecnologia
Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/5925280745485828>

Márcia Soares Gonçalves

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Departamento de Ciências Exatas e Naturais
Itapetinga – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/0328533015965604>

Marise Silva de Carvalho

Universidade Estadual de Santa Cruz
Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia
Ilhéus – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/2190359141711686>

Polyany Cabral Oliveira

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Departamento de Ciências Exatas e Naturais
Itapetinga – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/7578844724780696>

Luiz Henrique Sales de Menezes

Universidade Estadual de Santa Cruz
Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia
Ilhéus – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/7873841538951603>

Adriana Bispo Pimentel

Universidade Estadual de Santa Cruz
Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia
Ilhéus – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/7246866330149159>

Ozana Almeida Lessa

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Programa de Pós-graduação em Engenharia
de Processos Químicos e Bioquímicos
Rio de Janeiro – RJ
<http://lattes.cnpq.br/9047955858362609>

Íasnaia Maria de Carvalho Tavares

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Departamento de Ciências Exatas e Naturais
Itapetinga – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/1637034507089065>

Julieta Rangel de Oliveira

Universidade Estadual de Santa Cruz
Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia
Ilhéus – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/6707892522245728>

Adriano Aguiar Mendes

Universidade Federal de Alfenas
Instituto de Química
Alfenas – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/2926571414651131>

Marcelo Franco

Universidade Estadual de Santa Cruz
Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia
Ilhéus – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/1435414547926102>

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo revisar processos de imobilização da lipase e suas aplicações biotecnológicas. A biocatálise tem ganhado interesse de pesquisadores, por sua aplicação ligados a química verde. A utilização de enzimas na indústria favorece a biocatálise, porém o seu custo torna o processo com valor

elevado, como também a enzima no processo final não pode ser recuperada para ser reutilizada, com base nessa realidade, o estudo de métodos de imobilização, que auxiliam na fixação de uma enzima em um suporte, favorece a reutilização das enzimas e promovendo o reuso, assim diminuindo custos. Os métodos de imobilização mais conhecidos são: por adsorção física, ligação iônica, ligação covalente, aprisionamento (encapsulação) e por reticulação. É importante o conhecimento de cada método que consiste em vantagens e desvantagens para assim ser utilizado. Atualmente é relatado aplicações dessas enzimas (lipases) imobilizadas e aplicadas em processos biotecnológicos, com aplicabilidade em indústrias. Sendo assim, o presente trabalho visa apresentar um panorama das principais métodos de imobilização e aplicações.

PALAVRAS-CHAVE: Suportes, imobilização, lipases, biocatálise.

IMMOBILIZATION OF LIPASES: AN OVERVIEW OF IMMOBILIZATION METHODS AND APPLICATIONS

ABSTRACT: This work aimed to review lipase immobilization processes and their biotechnological applications. Biocatalysis has gained interest from researchers, for its application linked to green chemistry. The use of enzymes in the industry favors biocatalysis, but its cost makes the process high in value, as well as the enzyme in the final process cannot be recovered to be reused, based on this reality, the study of immobilization methods, which help in the correction of an enzyme in a support, it favors the reuse of enzymes and promoting reuse, thus reducing costs. The best known methods of immobilization are: by physical adsorption, ionic bonding, covalent bonding, trapping (encapsulation) and by crosslinking. It is important to know each method that consists of advantages and disadvantages to be used in this way. Currently, applications of these enzymes (lipases) immobilized and applied in biotechnological processes are reported, with applicability in industries. Thus, the present work aims to present an overview of the main immobilization methods and applications.

KEYWORDS: Supports, immobilization, lipases, biocatalysis.

1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a biocatálise vem se destacando por ser uma ferramenta importante para indústria e tem sido explorado principalmente na área de biocatalisadores naturais, que tem por finalidade transformar reações químicas através de compostos orgânicos, assim destacando-se por ser uma tecnologia aplicada em síntese de produtos (SCHMID A et al., 2001; SUN et al., 2018).

Enzimas tem se destacado por suas condições de catalisadores naturais, entre elas a lipase, atuam na interface orgânica aquosa catalisando a hidrólise das ligações éster-carboxílicas presentes em acilgliceróis liberando ácidos orgânicos e glicerol (POHANKA, 2019). Apesar de serem catalisadores com alta especificidade pela reação que catalisam em condições amenas, as lipases tem restrição quando a sua aplicação em forma livre, devido a sua difícil remoção da solução, tornando o processo caro (LAGE et al., 2016).

Sendo assim a imobilização surge como um processo que visa reduzir a perda de

atividade ou inativação da enzima por influência de moléculas de substratos como ácidos graxos e álcoois (LAGE et al., 2016). Para eficiência do processo de imobilização a escolha do método adequado é importante, pois irá promover um biocatalisador estável. Mendes e colaboradores (2011) afirmaram que deve ser feito testes com finalidade de identificar qual a melhor técnica e suporte para que haja efeitos eficientes para imobilização.

Com o devido crescimento do processo de imobilização (suportes com enzimas) as indústrias que mais tem utilizado produtos derivados de enzimas imobilizadas são, indústrias de bebidas, cosméticos e farmacêutica (OLIVEIRA et al., 2018). A partir dessas informações objetivo-se nesse trabalho revisar a literatura os métodos de imobilização enzimática e suas aplicações biotecnológicas.

2 | BIOCATÁLISE

A biocatálise é uma ferramenta que explora o uso de biocatalisadores naturais, com finalidade de transformar reações químicas através de compostos orgânicos, sendo que a biocatálise tem como a principal diferença dos processos químicos convencionais, a cinética enzimática, proteínas estabilizadas para aplicações industriais, uma ferramenta com amplas aplicações em processos indústrias (SCHMID et al., 2001).

Os biocatalisadores se destacam por conter características importantes ligados a “Química verde” (OMORI et al, 2012). Estes possuem características como: uso de reagentes biodegradáveis (catalisadores de fontes naturais), alta seletividade, condições brandas de reações (temperatura e pressão) (OMORI et al, 2012), a mínima formação de produtos indesejáveis (produtos secundários), os produtos finais são de fáceis separações e recuperação (CASTRO et al, 2014).

Consequentemente, a biocatálise tem se destacado até agora como uma das principais tecnologias quando se trata da síntese de produtos. E mesmo com inúmeras histórias de sucesso no passado e presente, no entanto, uma série de desafios ainda existe, como a descoberta de novos biocatalisadores (SUN et al., 2018).

3 | ENZIMAS

Atualmente enzimas têm sido exploradas não só por ser altamente seletiva para a síntese de moléculas, mas também por conter atividades elevadas, estabilidade e por conduzirem reações (SUN et al., 2018). Por serem biocatalisadores não-tóxicos, as enzimas aceleram a taxa de reação, com grande potencial de versatilidade na catálise (MENESES et al., 2017).

A utilização de enzimas, embora seja altamente atrativa, possui a grande desvantagem na sua utilização, seja na forma solúvel ou na forma de preparados em pó (forma livre) que é a sua remoção do meio para posterior aplicação, assim como a

contaminação do produto final desejado. (LAGE et al., 2016).

Com objetivo de evitar perdas e atender a qualidade, se faz necessário o processo de imobilização, permitindo a aplicação de enzimas como biocatalisadores em processos produtivos e a utilização em indústrias. (ANTONY; MOHANAN, 2019). Chibata e colaboradores (1978), definiu como imobilização enzimática sendo a técnica que mantém o biocatalisador fisicamente confinado ou localizado numa região específica do suporte com retenção da sua atividade catalítica, podendo ser reutilizado continuamente (FERNANDES et, al., 2010).

São conhecidos vários métodos de imobilização enzimática (Figura 1), aplicando diferentes protocolos no processo de imobilização em que suportes sólidos são baseados em imobilizações físicas e químicas (NEKTARIA MARKOGLU, 2003).

Com o processo de imobilização algumas características da enzima podem sofrer alterações, tais como atividade catalítica e a sua conformação, isso irá variar conforme método escolhido de imobilização (NEKTARIA MARKOGLU, 2003).

Sendo assim diversos protocolos têm sido empregados no processo de imobilização. Esse processo está ligado a vantagens e desvantagens, (MENESES et al., 2017). Por essa razão é importante o conhecimento sobre os diferentes tipos de suporte.

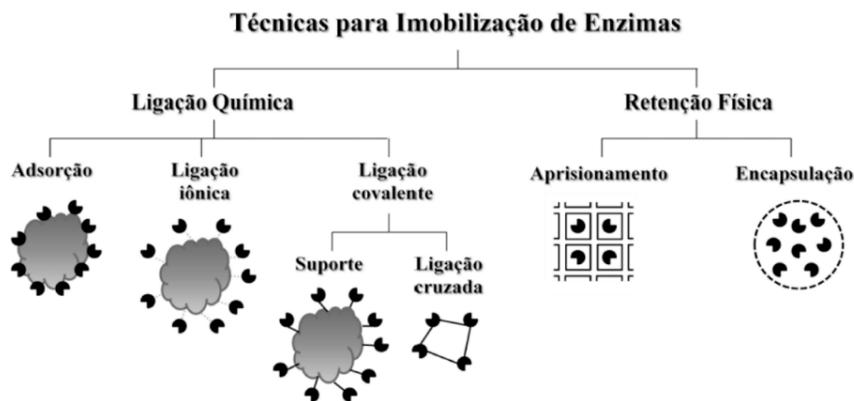


Figura 1: Principais técnicas de imobilização enzimática (JEGANNATHAN; ABANG, 2008).

3.1 Suportes

Os suportes podem ser classificados como orgânicos e inorgânicos, em relação à morfologia podem ser classificados em porosos, não porosos e estrutura em gel (DALLA-VECCHIA; NASCIMENTO, 2004). A importância de conhecer as características físicas do suporte (polaridade, razão molar de hidrófilo para grupos hidrofóbicos, tamanho de partícula, área superficial, porosidade e tamanho de poro) irá definir a quantidade de lipase ligada e a atividade da lipase após a imobilização. (STOYTICHEVA et al., 2011). De maneira

geral os suportes que tem características de porosidade tem vantagens por conter uma área superficial maior onde a lipase pode ser adsorvida tanto na parte externa quando interna dos poros (OZTURK, 2001).

Os polímeros naturais como os sintéticos são muito utilizados em processos de imobilizações, os polímeros naturais apresentam características de serem de baixo custos e degradáveis na natureza, enquanto os polímeros sintéticos são versáteis e apresentam características de variedades em suas formas físicas como também na estrutura química apresentando-se como um suporte ideal (DALLA-VECCHIA; NASCIMENTO, 2004).

3.2 Lipases

Entre as enzimas de interesse industrial, lipases desfrutam de uma posição privilegiada e destacam-se por sua importância, devido ao grande número de reações que são catalisadas por elas em sistemas orgânicos, com elevada estabilidade, e baixo custo comercial (MENESES et al., 2017; RODRIGUES et al., 2019).

As lipases (triacilglicerol acil-hidrolases, EC 3.1.1.3) são enzimas ubíquas, que catalisam a quebra de diversas moléculas tais como moléculas de acil glicerol de maneira aleatória, e assim produzindo intermediários como ácidos graxos livres, glicerol, monoacilgliceróis e diacilgliceróis (POHANKA, 2019).

As lipases possuem uma propriedade estrutural particular que é presença de uma “tampa” ou “borda”, que pode mudar a sua conformação de maneira a controlar o acesso das moléculas de substrato ao sítio ativo da enzima.

Conhecendo essas características a imobilização é essencial a sua aplicação, sendo assim o método a ser escolhido deve ser avaliado, para determinar qual o melhor a ser aplicado e adaptado ao processo, levando em consideração custo e tempo, para viabilizar o método, pois estes parâmetros influenciam diretamente no processo, bem como no custo do produto final (FERNANDES, et al., 2010).

4 | LIPASES IMOBILIZADAS

Para utilização das lipases se faz necessário a imobilização, para serem aplicadas, contudo, é importante conhecer os métodos de imobilização para melhorar as propriedades das lipases, conhecendo vantagens, desvantagens e custos de cada processo (RODRIGUES et al., 2019).

4.1 Imobilização por adsorção física

A adsorção física é considerado o método mais simples de imobilização, pois se trata uma mistura com condições apropriadas envolvendo o suporte insolúvel em uma determinada solução enzimática, ao qual é realizado posteriormente uma separação do derivado. Esse processo ocorre devido as interações dos grupos superficiais da enzima com os grupos superficiais do suporte através de atrações eletrostáticas e interações não-

covalentes estão envolvidos nesse processo de imobilização: interações eletrostáticas, interações hidrofóbicas, força de Van der Waals, interações iônicas, adsorção física (ZHAO et al., 2015). Comparando a imobilização por adsorção física com as demais técnicas, a adsorção é vantajosa por seguintes aspectos: custo baixo dos materiais e procedimento, condições de fáceis operações, fácil regeneração para a reciclagem, recuperação de elevada atividade da lipase e nenhuma necessidade de utilização de aditivos químicos no processo de imobilização. (ZHAO et al., 2013)

Foi relatado por Wu (2007), que a estabilidade e atividade da lipases imobilizadas, podem ser melhoradas por tratamento com uso de solventes polares, que auxilia na ativação dos sítios da enzima. Outros parâmetros no processo de imobilização como, pH e força iônica do meio e a relação entre concentração da enzima e o suporte também são importantes na eficiência da imobilização. A influência da força iônica pode afetar diretamente a capacidade de ocorrer uma adsorção eficiente, como também o pH do tampão é igualmente importante uma vez que as interações iônicas são cruciais para a imobilização. De maneira geral a adsorção máxima é observada a valores de pH perto do ponto isoelétrico da enzima. No processo de imobilização a interação eletrostática e hidrofóbica é a força motriz que direciona a imobilização (ZHAO et al., 2015)

4.2 Imobilização por ligação iônica

Ocorre no processo de imobilização por ligação iônica a ligação feita através de ligação de sal, onde o suporte possui grupos funcionais ionizáveis que interagem especificamente com os grupos funcionais da enzima. Também nesse processo podem ocorrer interações por adsorção, porém prevalecem as iônicas por serem mais fortes e ligações químicas (FERNANDES, et al., 2010).

Nesse processo os suportes iônicos são carregados negativamente (suportes catiônicos) ou positivamente (suportes aniônicos) e a eficiência da imobilização por ligação iônica pode ser analisada de acordo com as condições de operação do processo, como propriedade tamponantes do meio que devem ser compatíveis com o suporte ao qual deverá favorecer a substituição dos seus íons pelos grupos ionizados da enzima (ZHAO et al., 2015).

Assim para que ocorra a imobilização via ligação iônica, é necessário que ocorra o controle principalmente do pH e da força iônica do meio onde a preparação será realizada. Já como desvantagem, esse método faz com que a ligação iônica promova pequenas alterações na conformação e o local ativo da lipase, retendo a atividade da lipase na maioria dos casos. (ZHAO et al., 2015). Contudo, dentre as vantagens de se aplicar esse método, está na sua reutilização, simplicidade do processo e diminuição na lixiviação. Porém alguns estudos já demonstraram que diferentes níveis de estabilização podem ser efetivos utilizando diferentes métodos de imobilização (RUEDA et al., 2016).

4.3 Imobilização por ligação covalente

A ligação covalente refere-se ao processo de imobilizar enzimas através da reação química entre os resíduos de aminoácidos ativos fora do sítio catalítico e de ligação ativo da enzima para com os grupos ativos da transportadora (STOYTCHIEVA et al., 2011).

A imobilização enzimática pelo método de ligação covalente é um dos métodos mais utilizados e estudados (MOHAMAD et al., 2015a). Assim a força que ocorre pela imobilização por ligação covalente é a mais estável dentre todas as interações possíveis nos processos de imobilização. Ocasionalmente melhorias na estabilidade da enzima, ao qual dentre suas vantagens estão que a metodologia de imobilização por ligação covalente evita o fenômeno de desorção, que não é desejado nesse processo, além de favorecer o aumento da vida útil e da estabilidade térmica da enzima, ocorrendo a diminuição da velocidade de desativação espontânea enzimática (PEREZ et al., 2007).

Além disso, esse procedimento favorece a rigidez na estrutura da enzima, o que consequentemente limita o seu movimento quando submetida às altas temperaturas ou mudanças de pH (ZHAO et al., 2015). Entretanto as condições de pré-paração para imobilização covalente é rigoroso com o uso de alguns e a enzima pode perder a sua atividade durante o processo de imobilização, assim pode ocorrer uma facilidade de alteração na estrutura terciária nativa da enzima, assim causando subsequente redução da atividade catalítica enzimática. Ocorre nesse processo as condições mais drásticas e o maior número de etapas de reação, levando a mais tempo para a sua realização, são inconvenientes deste método de imobilização, portanto, o custo dessa imobilização é alta (ZHANG et al., 2012).

4.4 Imobilização por aprisionamento (encapsulação)

A imobilização por aprisionamento está relacionada à captura de enzimas dentro de uma rede polimérica ou microcápsulas de polímeros que permite que o substrato e os produtos a passar através dela, a enzima fica livre no meio reacional, mas restrita a um espaço físico (ZHANG et al., 2012).

Contudo, após o aprisionamento das enzimas, a lipase não ficam ligadas na matriz polimérica ou cápsula, mas a sua difusão é limitada. Comparando com as lipases fisicamente adsorvidas, as lipases imobilizadas via encapsulação são mais estáveis devido a não correr interações físicas ou ligações químicas estabelecidas entre a enzima e o suporte. Com isso a disponibilização de grande área superficial para o contato entre o substrato e a enzima no interior de um volume relativamente pequeno, aumenta a atividade catalítica da enzima (MENDES et al., 2011).

Também pode ocorrer possibilidade de imobilização simultânea de diferentes enzimas em uma única etapa, sendo assim uma grande vantagem oferecida pela utilização deste método de imobilização (VILLENEUVE et al., 2000). Esse processo é considerado simples

e a atividade da lipase é mantida. Porém, a desvantagem está em que a lipase imobilizada mostram em um aprisionamento relativamente diminuindo a sua estabilidade. Em produção de biodiesel a taxa de conversão é baixa, devido a proteínas que contêm elevadas massas molares são impedidas de penetrar no interior de uma cápsula, porém os substratos e produtos de menor massa molar pode passar livremente pela membrana semipermeável. Como resultado somente substrato de baixa massa molar podem ser empregados com este tipo de enzima imobilizada, e esta é uma das principais desvantagens deste tipo de imobilização (ZHANG et al., 2012).

4.5 Imobilização por reticulação

O processo de imobilização por reticulação refere-se ao processo para imobilizar a enzima utilizando formação de ligações cruzadas intermoleculares. Essa ocorre através da adição reagentes de reticulação multifuncionais, tais como o glutaraldeído (OZTURK BANU, 2001).

De maneira geral esta técnica de imobilização ocorre de maneira livre, sem o apoio, envolve unir enzimas uns aos outros para formar uma estrutura tridimensional. Assim apenas as lipases podem ser imobilizadas diretamente do seu caldo fermentativo e recuperados como reticulados agregados de enzimas (GUPTA et al., 2009).

Com todas as vantagens, do processo de ligação cruzada, essas reações são geralmente realizadas em condições relativamente severas, fazendo uso de reagentes de ligação cruzada que podem alterar a conformação de lipases e potencialmente ocasionar a significativa perda de escala de atividade. Outras desvantagens desse processo são os baixos rendimentos de imobilização, como também a ausência de propriedades mecânicas desejáveis. Com finalidade de minimizar estes dois problemas, a reticulação deve ser sempre combinada com outras técnicas de imobilização, tendo como exemplo a adsorção física (ZHAO et al., 2015).

5 | APLICAÇÕES DAS ENZIMAS IMOBILIZADAS

A reação natural das lipases é catalisar a hidrólise de ligações éster o que permite que estas enzimas sejam utilizadas em diversas reações. E quando essas enzimas encontram-se imobilizadas em suportes, as suas características tornam vantajosas, pois são mais promissoras na aplicação industrial em relação às enzimas solúveis (FERNANDES et al., 2006).

Assim as lipases têm se destacado em aplicações nas indústrias de enzimas imobilizadas ao qual está a produção de xarope de glicose e frutose utilizando o amido de milho, a produção de ácido 6-amino penicilínico, penicilina semi sintética com o uso da enzima penicilina-G ou L-acilase, produção de acrilamida em que empregando células imobilizadas na produção de aspartame com a termolisina imobilizadas. Também ocorre a utilização de enzimas imobilizadas para a produção de vários L-aminoácidos (como a

L-alanina, L-isoleucina, L-metionina, L-fenilalanina, L-triptofano e L-valina), usados com finalidade de aumentar o valor nutricional de alimentos industrializados e para hidrólise da lactose presente no soro do queijo (ZHANG et al., 2012).

Atualmente a economia, estima que a produção e venda de lipase é de cerca de 10% de todas as enzimas comercializadas (GUERRAND, 2017). Na aplicação na indústria de produtos alimentares, bebidas e alimentos para animais é o mais típico para lipase ao qual representa cerca de 55% de lipase comercializados. Já na utilização de fabricação de produtos de limpeza é de cerca de 25% do mercado de lipase e a produção de biocombustíveis é de 10%. Na aplicação em biotecnologia moderna, as lipases microbianas prevalece como o tipo mais comercializado de lipase. Estima-se que 90% das lipases vendido têm uma origem microbiana (POHANKA, 2019).

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os processos de imobilização enzimática vêm se destacando dentre as pesquisas que buscam utilização de biocatalisadores para aplicações em indústrias alimentícias e farmacêuticas. Conforme observado nessa revisão de literatura, vários métodos são utilizados como meio de fixar a enzima em um suporte, assim com objetivos de reduzir custos e promover maior utilização das enzimas e suas atividades. Diversos trabalhos abordam o grande Interesse por imobilização de enzimas e a lipase, isso devido aos custos e sua aplicabilidade, sendo favorecida a utilização em escala industrial em que os métodos de imobilização podem ser aplicados conforme suas vantagens e desvantagens ao processo. Diante disso a importância de abordar e revisar a imobilização da enzima lipase.

REFERÊNCIAS

ANTONY, N.; MOHANAN, P. V. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology Template synthesized polypyrroles as a carrier for diastase alpha amylase immobilization. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, v. 19, p. 101164, 2019.

CASTRO, A. M. C. et al. **Redução enzimática do 4-(dimetilamino)benzaldeído com pedaços de cenoura (daucus carota): um experimento simples na compreensão da biocatálise.** *Química Nova*, v. 37, n. 4, p. 699–708, 2014.

DALLAS-VECCHIA, R.; Nascimento, M. G.; Soldi, V. **Aplicação sintéticas de lipases mobilizadas em polímeros.** *Química Nova*, v.27, p. 623-630, 2004

FERNANDES, K. F.; LIMA, C. S.; LOPES, F. M. **Técnicas de Imobilização de Enzimas.** *Revista Processos Químicos*, v. 4 (7), p. 53–58, 2010.

GUERRAND, D. **Lipases industrial applications: focus on food and agroindustries.** *TWB Toulouse White Biotechnology*, v. 24, n. 4, 2017.

GUPTA, P. et al. **Bioresource Technology Characterization of cross-linked immobilized lipase from thermophilic mould *Thermomyces lanuginosa* using glutaraldehyde.** Bioresource Technology, v. 100, n. 18, p. 4074–4076, 2009.

JEGANNATHAN, K. R.; ABANG, S. **Production of Biodiesel Using Immobilized Lipase — A Critical Review** Eng Seng Chan and Pogaku Ravindra. p. 253–264, 2008.

LAGE, F. A. P. et al. **Enzyme and Microbial Technology Preparation of a biocatalyst via physical adsorption of lipase from *Thermomyces lanuginosus* on hydrophobic support to catalyze biolubricant synthesis by esterification reaction in a solvent-free system.** Enzyme and Microbial Technology, v. 84, p. 56–67, 2016.

MENDES, A. A. et al. **Journal of Molecular Catalysis B : Enzymatic Immobilization and stabilization of microbial lipases by multipoint covalent attachment on aldehyde-resin affinity : Application of the biocatalysts in biodiesel synthesis.** Journal of Molecular Catalysis. B, Enzymatic, v. 68, n. 1, p. 109–115, 2011.

MENESES, A. C. DE et al. **Trends in Food Science & Technology A review on enzymatic synthesis of aromatic esters used as flavor ingredients for food , cosmetics and pharmaceuticals industries.** Trends in food science & technology, v. 69, 2017.

MOHAMAD, N. et al. **Simple Adsorption of *Candida rugosa* Lipase onto Multi-walled Carbon Nanotubes for Sustainable Production of the Flavor Ester Geranyl Propionate.** Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 2015.

Nektaria. M, et al. **Immobilized enzyme reactors in liquid chromatography: on-line bioreactors for use in synthesis and drug discovery.** Bioanalytical separations, v. 4, n. 1, p. 233–234, 2003.

OLIVEIRA, U. M. F. DE et al. **Efficient biotechnological synthesis of flavor esters using a low-cost biocatalyst with immobilized *Rhizomucor miehei* lipase.** Molecular Biology Reports, 2018.

OMORI, ÁLVARO TAKEO, V. B. P. E C. DE S. DE O. **Revisão.** Química Nova, v. 35, n. 2, p. 435–437, 2012.

OZTURK BANU. **Immobilization of Lipase from *Candida rugosa* on Hydrophobic and Hydrophilic Supports.** izmir Institute of Technology, 2001.

PEREZ, V. H. et al. **Influence of the functional activating agent on the biochemical and kinetic properties of *Candida rugosa* lipase immobilized on chemically modified cellulignin.** Biochemical Engineering Journal, v. 34, p. 13–19, 2007.

POHANKA, M. **Biosensors and Bioassays Based on Lipases, Principles and Applications.** Review. Molecules, v. 24 (3), 2019.

RODRIGUES, R. C. et al. **Immobilization of lipases on hydrophobic supports : immobilization mechanism , advantages , problems , and solutions.** Biotechnology Advances. Biotechnol Advances, v. 37 (5), p. 0–1, 2019.

RUEDA, N. et al. **Chemical Modification in the Design of Immobilized Enzyme Biocatalysts Drawbacks and Opportunities.** Biotechnology Advances, p. 1436–1455, 2016.

SCHMID A et al. **Industrial biocatalysis today and tomorrow**. Nature, v. 409, n. January, p. 258–268, 2001.

STOYTCHIEVA, M. et al. **The Immobilized Lipases in Biodiesel Production**. Intechop, 2011.

SUN, H. et al. **Biocatalysis for the synthesis of pharmaceuticals and pharmaceutical intermediates**. Bioorganic & Medicinal Chemistry, v. 26, n. 7, p. 1275–1284, 2018.

VILLENEUVE, P. et al. **Customizing lipases for biocatalysis : a survey of chemical , physical and molecular biological approaches**. Journal of Molecular Catalysis B Enzymatic, v. 9 (4-6), p. 113-148, 2000.

WU, J. C. et al. **Enhanced activity and stability of immobilized lipases by treatment with polar solvents prior to lyophilization**. Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 45, p. 108–112, 2007.

ZHANG, B.; WENG, Y.; XU, H. **Enzyme immobilization for biodiesel production**. Applied Microbiol Biotechnol, p. 61–70, 2012.

ZHAO, X. et al. **Kinetics of lipase recovery from the aqueous phase of biodiesel production by macroporous resin adsorption and reuse of the adsorbed lipase for biodiesel preparation**. Enzyme and Microbial Technology, v. 52, n. 4–5, p. 226–233, 2013.

ZHAO, X. et al. **Lipase-catalyzed process for biodiesel production : Enzyme immobilization, process simulation and optimization**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 44, p. 182–197, 2015.

PANC COM POTENCIAL GASTRONÔMICO: EXPERIÊNCIA DO CENTRO DE REFERÊNCIA EM AGROECOLOGIA DO IFAM-CMZL

Data de aceite: 26/02/2021

Andrea Paula Menezes de Almeida

Discente de graduação em tecnologia em
Agroecologia do IFAM-CMZL
<http://lattes.cnpq.br/6455539345324703>

Ana de Souza Lima

Discente de graduação em tecnologia em
Agroecologia do IFAM-CMZL

Marluce Silva dos Santos

Discente de graduação em tecnologia em
Agroecologia do IFAM-CMZL

Nailson Celso da Silva Nina

Professor EBTT do IFAM-CMZL

Rosana Antunes Palheta

Professora EBTT do IFAM-CMZL
Orientadora
<http://lattes.cnpq.br/3498476988120030>

RESUMO: O Centro de referência em Agroecologia (CRA), conta com uma área de produção de diversas espécies vegetais, dentre elas as plantas alimentícias não convencionais, Segundo Valdely Ferreira Kinupp, Doutor em botânica e autor do termo PANC (planta alimentícia não convencional), as PANC's, são plantas silvestres (da mata, floresta), espontâneas (surgem em meio plantação ou jardim), de fácil crescimento, cultivadas ou exóticas que não necessitam de cuidados especiais, de relevância ecológica possuindo partes comestíveis e utilizadas na alimentação humana (Kinupp, 2007). Foi

avaliar a produção das plantas alimentícias não convencionais de um agroecossistema existente no Centro de Referência em Agroecologia do IFAM-CMZL, identificado o seu na culinária, como a potencialidade e abrangendo o conhecimento sobre as mesmas, Foram encontradas 30 espécies de plantas alimentícias não convencionais, dentre elas 23 famílias, e sendo 5 famílias de maior frequência entre as quais estão; Araceae, Bignoniaceae, Cactácea, piperácea e Rubiaceae, depois de processadas se transformam em produtos alimentícios; doces, cremes e molhos, salada crua e cozida, chás, bebidas fermentadas, pão, biscoito doce, patês, omeletes, bolo, geleia, sopas, recheio, acompanhamento de arroz, feijão e farofa, preparações com peixe, carnes e frango, foram realizadas oficinas e amostras de degustação com a culinária das plantas alimentícias não convencionais, foram realizadas oficinas e amostras de degustação com os produtos citados acima, tem uma valiosa importância na nossa alimentação, pois as mesmas trazem uma nutrição completa com proteínas, vitaminas, cálcio etc., que na alimentação cotidiana não á temos mas, pois é cultivada de forma intensiva com grande uso de agroquímicos.

PALAVRA-CHAVE: Nutrição, alimentação humana, culinária, agroecologia, espécies vegetais.

PANC WITH GASTRONOMIC POTENTIAL: EXPERIENCE OF THE REFERENCE CENTER IN AGROECOLOGY OF IFAM-CMZL

ABSTRACT: The Reference Center on Agroecology (CRA), has a production area of several plant species, among them unconventional food plants, According to Valdely Ferreira Kinupp, PhD in botany and author of the term PANC (unconventional food plant), PANC's, are wild plants (from the forest, forest), spontaneous (arise in plantation or garden medium), cultivated or exotic that do not require special care , of ecological relevance having edible parts and used in human food (Kinupp, 2007). It was to evaluate the production of non-conventional food plants of an agroecosystem existing in the Reference Center in Agroecology of IFAM-CMZL, identified its in cooking, as the potentiality and covering the knowledge about them, 30 species of unconventional food plants were found, among them 23 families, and 5 families of higher frequency among which they are; Araceae, Bignoniaceae, Cactácea, piperacea and Rubiaceae, after being processed, become food products; sweets, creams and sauces, raw and cooked salad, teas, fermented beverages, bread, sweet biscuit, pates, omelettes, cake, jam, soups, filling, rice accompaniment, beans and farofa, preparations with fish, meat and chicken, workshops and tasting samples were held with the cuisine of unconventional food plants, workshops and tasting samples were held with the products mentioned above, has a valuable importance in our food , because they bring a complete nutrition with proteins, vitamins, calcium, etc., which in everyday food we do not have but, because it is cultivated intensively with great use of agrochemicals.

KEYWORDS: Nutrition, human food, cooking, agroecology, plant species.

1 | INTRODUÇÃO

O Centro de referência em Agroecologia (CRA), conta com uma área de produção de diversas espécies vegetais, dentre elas as plantas alimentícias não convencionais. Algumas espécies fazem parte de um agroecossistema com histórico de mais de 20 anos, onde foi iniciado como componente do Instituto de Permacultura da Amazônia (IPA) em parceria com a antiga Escola Técnica Agrotécnica Federal de Manaus (EAFM), entre outras instituições, que deram início á implantação da Unidade Demonstrativa de Permacultura (UDP-Manaus, "Projeto Sítio Urbano"). Atualmente seu uso principal é como instrumento de educação para formação técnica e profissional de estudantes de ensino técnico integrado, técnico na modalidade subsequente e de ensino superior tecnológico em agroecologia As plantas alimentícias não convencionais (PANC) pode ser entendidas como todas as plantas que não são produzidas em sistemas agrícolas convencionais, mas que contribuem na alimentação e /ou tem potencial de contribuição com a alimentação e nutrição humana.

Segundo Valdely Ferreira Kinupp, Doutor em botânica e autor do termo PANC (planta alimentícia não convencional), as PANC's, são plantas silvestres (da mata, floresta), espontâneas (surgem em meio plantação ou jardim), de fácil crescimento, cultivadas ou exóticas que não necessitam de cuidados especiais, de relevância ecológica possuindo partes comestíveis e utilizadas na alimentação humana (Kinupp, 2007).

Segundo Kinupp; Lorenzi (2014), PANCs são aquelas espécies que serviram para o sustento do homem desde a idade da pedra, mas que a maioria das pessoas não conhece mais, não usa e não chegam aos pratos porque não são produzidas e não há comércio. Uma definição semelhante, determinada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2010), considera-as como hortaliças não-convencionais, “com distribuição limitada, restrita a determinadas localidades ou regiões, exercendo grande influência na alimentação e na cultura de populações tradicionais além disso, são espécies que não estão organizadas enquanto cadeia produtiva propriamente dita, diferentemente das hortaliças convencionais (batata, tomate, repolho, alface, etc...), não despertando o interesse comercial por parte de empresas de sementes, fertilizantes ou agroquímicos.

A utilização dessas hortaliças não convencionais, muitas vezes, está ligada ao modo de vida é a identidade cultural de populações tradicionais, desde o seu preparo e consumo sendo feitos de modo característico nas mais diversas preparações, entre elas estão: saladas crua e cozida, molhos, refogados, cremes, sopa, patês, recheio, pastas, massas, doces, sucos, chás, bolos, biscoitos, geleias, omeletes, farofa, pães, bebidas fermentadas, sorvete, bombom entre outros.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na história da alimentação humana mundial há os modismos temporários e, obviamente, a alimentação sobre influências da mídia e dos interesses econômicos. Assim o homem acabou optando pela especialização ao invés da diversificação alimentar (KINUPP, 2004).

Estas espécies alimentícias poderiam ser uma das chaves para atingir a soberania alimentar de muitas comunidades, especialmente as desfavorecidas pelo sistema agroeconômico atual (Ladio ,2005).

A alimentação adequada é direito fundamental do ser humano, inerente à dignidade da pessoa humana e indispensável à realização dos direitos consagrados na Constituição Federal, devendo o poder público adotar as políticas e ações que se façam necessárias para promover e garantir a segurança alimentar e nutricional da população (BRASIL, 2006).

Por serem de fácil cultivo e manejo, não necessitam de agrotóxicos e nem de muitas condições para o plantio, são resistentes a falta de água, a competição por espaços, além de terem uma condição nutricional bem interessante e representarem de forma efetiva a diversificação na mesa, assim como a preservação da biodiversidade, tanto das espécies como também do conhecimento (ERICE, 2011).

Em geral são cultivadas por agricultores familiares, principalmente entre os povos mais tradicionais, pois seu manejo e cultivo são repassados de geração para geração, e na maioria das vezes o consumo ocorre na própria família, sem intuito comercial (BRASIL, 2010; PEDROSA, 2012).

A busca por uma vida saudável leva as pessoas a buscarem novas formas de alimentação tendo em vista sua funcionalidade e sustentabilidade, nesse sentido, podemos perceber em vários setores mudanças profundas, que vieram crescendo nas últimas décadas e levam ao indivíduo o retorno a vida natural (COSTA, 2012).

A gastronomia pode contribuir significativamente para difusão do consumo e de receitas saborosas que empregam tais plantas (OLIVEIRA; NASCIMENTO, 2016).

A biodiversidade brasileira é uma das mais ricas do mundo e as PANC representam parte dessa riqueza, com potencial econômico e nutricional, mas ainda permanecem desconhecidas por grande parte da população (PASCOHOAL et al., 2016).

São espécies espontâneas que requerem pouca intervenção agrônômica, pois normalmente completam seu ciclo de vida por conta própria, diferentemente da maioria dos vegetais consumidos no cotidiano dos brasileiros (KINUPP; LORENZI, 2014).

3 | JUSTIFICATIVA

O Centro de referência em Agroecologia (CRA) situado no Campus IFAM-CMZL conta com uma área de produção de diversas espécies vegetais, sendo uma destas áreas um agroecossistema com histórico de mais de 20 anos onde algumas panc. Dentre elas, No entanto, não há um acompanhamento regular da produção destas espécies. Considerando que as espécies componentes do agroecossistema presente no CRA, fazem parte do sistema há quase, pelo menos, duas décadas, a avaliação desses agroecossistema é fundamental para compreender o processo de transição agroecológica, sendo as PANC componente fundamental como espécies anuais.

Em um agroecossistema, o registro das mudanças e suas avaliações são a base para conhecer as mudanças em busca da sustentabilidade (Ricarte et al, 2006).

As PANC têm gerado um contingente de adeptos entre gastrônomos, gastrólogos e pesquisadores em todo o mundo (Padilha et al 2017).

4 | OBJETIVOS

4.1 Geral:

- Avaliar a produção das plantas alimentícias não convencionais de um agroecossistema existente no Centro de Referência em Agroecologia do IFAM-CMZL.

4.2 Específicos:

- Mensurar produção de espécies de plantas alimentícias não convencionais cultivadas.
- Processar a produção de espécies de plantas alimentícias não convencionais cultivadas.

5 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Manaus, no Centro de Referência em Agroecologia (CRA), localizado nas coordenadas (59° 56'00.22" W; 3°04'47.94"S) dentro do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM CMZL.



Figura 1: Imagem área da localização do Centro de Referência em Agroecologia (CRA), no IFAM-CMZL- www.google.com.br/maio-2020Manaus-AM

Para realizar o levantamento das plantas alimentícias não convencionais, foram efetuadas duas saídas em campo por semana, por um período de seis meses, no Centro de Referência em Agroecologia (CRA-IFAM-CMZL) foram coletados os seguintes dados nome popular, nome científico, a família, forma de propagação, partes utilizadas na culinária, com bases encontradas na literatura recente.

Os dados coletados na pesquisa foram tabulados no programa da Microsoft Excel para análise e elaboração dos gráficos.

FAMILIA	NOME CIENTIFICO	NOME POPULAR	CICLO DE VIDA
Araceae	<i>Xanthosoma taioaba</i> E.G.Gonç.	Taioba verde	Perene
Araceae	<i>Xanthosoma violaceum</i> Schott	Taioba roxa	Perene
Amaranthaceae	<i>Celosia argentea</i> L.	Crista de galo	Perene
Asteraceae	<i>Acmella oleracea</i> (L.)R.K.Jansen	Jambu	Perene
Basellaceae	<i>Basella alba</i> L.	Bertalha	Perene
Bignoniaceae	<i>Fridericia chica</i> (Bonpl.)L.G.Lohman	Crajiru	Perene
Bignoniaceae	<i>Mansoa alliacea</i> (Lam.)A.H.Gentry	Cipó Alho	Perene
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> L.	Urucum	Perene
Bromeliaceae	<i>Ananas ananassoides</i> (Baker)L.B.Sm.	Abacaxi-da-campina	Perene
Cactaceae	<i>Parekia bleo</i> (Kunth)DC.	Ora-pro-nóbis	Perene
Cactaceae	<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.)Salm-Dyck	Palma	Perene
Commelinaceae	<i>Tradescantia zebrina</i>	Zebrina	Perene
Cucurbitaceae	<i>Coccinia grandis</i> (L.) Voigt	Pepino doce	Perene
Lamiaceae	<i>Ocimum sellon</i>	Alfavaca braba	Perene
Malvaceae	<i>Hibiscus mutabilis</i> L	Amor de homem	Perene
Malvaceae	<i>Hibiscus sabdariffa</i> L	Vinagreira	Anual
Myrtaceae	<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh	Araça boi	Perene
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Moringa	Perene
Phyllanthaceae	<i>Sauropus androgynus</i> (L.)Merr.	Folha doce	Perene
Piperaceae	<i>Peperomia pellucida</i> (L.)Kunth	Erva de jabuti	Perene
Piperaceae	<i>Piper peltatum</i> L.	Caapeba amazônica	Perene
Polygonaceae	<i>Antigonon leptopus</i> Hook. & Arn.	Amor agarradinho	Perene
Rubiaceae	<i>Alibertia patinoi</i> (Cuatrec.)Delprete &C.H.Perss.	Borojô	Anual
Rubiaceae	<i>Morinda citrifolia</i> L.	Noni	Anual
Rutaceae	<i>Triphasia trifolia</i> (Burm.f.)P.Wilson	Limon de china	
Solanaceae	<i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal	Cubiu	Semi perene
Talinaceae	<i>Tanilum trianguiare</i> (Jacq)Willd.	Cariru	Perene
Turneraceae	<i>Turnera subulata</i> Sm.	Chanana	Perene
Urticaceae	<i>Laportea aestuans</i> (L.) Chew	Urtiga braba	Anual
Zingiberaceae	<i>Etlengera elatior</i> (jack) R.M. Sm	Bastão doimperador	Perene

TABELA 1 –Espécies de Plantas Alimentícias não convencionais pesquisada nesse trabalho, com família, nome científico, nome popular e ciclo de vida.

Conforme ocorriam as oficinas foram desenvolvidas algumas receitas, entre elas estão: cremes, sucos, geleia, vitaminada, molhos, bebidas fermentadas, refogados, pão, patês, farofa, pudim, arroz, bolo, todas elaboradas a partir das plantas alimentícias usadas e encontradas no Centro de Referência em agroecologia como: ***Solanum sessiliflorum***

Dunal (cubiu), *Eugenia stipitata* McVaugh (araça boi), *Peperomia pellucida*(L.)Kunth (erva de jabuti), *Mansoa alliacea* (Lam.)A.H.Gentry (cipó alho), *Acmella oleracea*(L.) R.K.Jansen (jambu), *Hibiscus sabdariffa* L (vinagreira), entre outras conforme descritas na tabela 1.

A maioria das plantas alimentícias não convencionais são propagada por raízes, estaquias e sementes. Ambas apresentam partes comestíveis como: folhas, raízes, caules, frutos, sementes, flores, pecíolos, e talos, que são diariamente desperdiçados pela população por falta de informações sobre estas plantas contribuem o desaparecimento das mesmas (MAPA, 2010). Nas elaborações dos pratos culinários a parte das plantas alimentícias não convencionais que, mas usei foi às folhas, sendo cozida, e in natura.



Figura 02- Andrea Paula setembro 2019-M olho do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal)



Figura 03- Andrea Paula setembro 2019- Creme de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal).



Figura 04- Ana Souza outubro 2019- Vinagrete PAnc, com algumas plantas alimentícias não convencionais .



Figura 05- Andrea Paula setembro 2019- Bolo de Araça boi (*Eugenia stipitata* McVaugh).



Figura 06- Darlan Cruz novembro 2019- produto criado no decorrer do projeto pão de ora-pro-nóbis. (*Pareskia bleo* (Kunth)DC)

Nas fotos acima temos alguns pratos culinários que foram elaborados com as plantas alimentícias não convencionais entre eles estão: patê de ora-o- nóbis feitos na base dos feijões de praia, e o feijão manteiguinha, bolo de araçá com a geleia do mesmo e decorado com flores de amor agarradinho, vinagrete de Pancs, e o pão de ora-pro-nóbis que ficou uma delicia e muito fácil de fazer e ótimo pra servir no café, no lanche da tarde ou até mesmo fazer aquele sanduiche, para a criançada.

Quanto aos equipamentos e utensílios utilizados nas oficinas de culinária PANC tanto na Agroindústria do IFAM-CMZL quanto na cozinha da Escola Agrícola Rainha dos Apóstolos, foi utilizada em ambos locais: o fogão de ambas as unidades de ensino, geladeira para gelar os sucos de araçá boi, as bebidas fermentadas de araçá boi e hibisco, e cremes de araçá boi, frigideiras antiaderentes, panelas de inox, papel toalha, tigelas de porcelana, bandejas de polietileno, faca de legumes, bandejas descartáveis, colheres, toucas e luvas descartáveis.

Aconteceu na tarde de ontem (22) no auditório do IFAM Campus Manaus Centro, um evento em homenagem a Daisaku Ikeda, fundador da Universidade Soka, do Japão. E em mais uma ação de Extensão do IFAM Campus Manaus Zona Leste, contou com a nossa participação, discentes do curso Superior de Agroecologia, na ocasião os discentes: eu Andrea Paula Menezes de Almeida, Ana de Souza Lima, Daniele Grijó Cavalvante, Ivanete Vieira de Souza, Marluce Silva e Frank de Oliveira Marques, tivemos a oportunidade de realizar uma mostra de alimentos produzidos a partir de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs), além de contribuir com a ornamentação da sala VIP, onde as autoridades foram recepcionadas.



Figura 07- Ivanete Souza agosto 2019- Amostra da Culinária Panc aos diretores da Faculdade SOKA do Japão- IFAM-CMC.

Valeu muito a pena participar do lindo trabalho do prof. Nailson Nina, Como núcleo de estudo em agroecologia do IFAM-CMZL no dia 10 de outubro de 2019, nas oficinas realizadas nesse dia na Escola Rainha dos Apóstolos, na BR- 174 entre elas os de Culinária Panc, com elaboração do molho do Cubiu feitos com pimenta malagueta e sem a mesma, o nosso famoso vinagrete Panc, que batizamos de Molho do Remorso, e o patê de ora-pro-nóbis que foi feito com o feijão de praia, para ter uma economia na receita, pois o feijão manteiguinha custa em média quinze reais o quilo, vale ressaltar que toda economia feita é válida.



Figura 08- Vânia Rolim outubro 2019- Oficina de Culinária Panc na escola EARA na BR 174.

Os alunos que participaram nessa oficina foram do 3º do ensino médio e futuros técnicos agrícolas da Escola Agrícola Rainha dos Apóstolos, ficaram bastante curiosos, na execução dos pratos culinários, e enquanto cozinhávamos, eles contavam, o que pretendiam fazer depois de formados, uns iriam voltar aos seus municípios de origem, outros logo iriam trabalhar, poucos iriam fazer faculdade, foi ótimo essa troca de experiência vivida com eles nesse dia, as visitas técnicas servem pra isso. Após a oficina, juntamente com eles, fizemos a decoração no refeitório para servir, o que havíamos preparado.

A escola é cuidada por eles, desde a limpeza, a rotina deles não é fácil, pois eles se reverteram nos cuidados dos animais, da agricultura, já que produzem produtos para vender nas feiras do MAPA aos sábados.

Na minha oficina teve 60 alunos, querendo participar, o professor que estava organizado deixou apenas 20 alunos, os restantes ficaram tristes, aí tive a brilhante ideia de fazer em vez de uma, fiz três oficinas da Culinária Panc com 20 participantes, assim todos poderão participar.

Nos quadros abaixo 1,2,3,4,5,6,7, seguem as fichas técnicas das receitas elaboradas nas oficinas realizadas entre agosto a novembro do ano de 2019 no decorrer do andamento desse projeto.

PRATO:	Pão de ora-pro- nóbis		
Categoria:	Prato de entrada	Rendimento:	15 porções
INGREDIENTE	QUANTIDADE	UNIDADE	VALORES DE CUSTO
farinha de trigo	700	g	\$2,10
Ora-pro-nóbis	80	g	\$0,40
linhaça	100	g	\$1,00
Sal	10	g	\$0,10
Açúcar	10	g	\$0,26
Azeite	5	mL	\$0,16
Fermento para pão	10	g	\$1,29
TOTAL			\$4,91
MODO DE PREPARO:			
<p>Modo de preparo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. No liquidificador iremos bate a ora-pro- nóbis com a água até fica pastosa. 2. Coloque numa bacia a mistura já batida, o fermento de pão, o sal, o açúcar, e adicione o trigo aos poucos, mecha bem, adicione o óleo e o restante da farinha de trigo, amasse bem a massa, coloque a massa na mesa já limpa para dividir a mesma. 3. Amasse bem a massa, bolear e dividir pra depois deixa descansar por 20 minutos e cobrir com um guardanapo limpo. 4. Depois dos 20 minutos modele a massa no formato que você queira fazer. 5. Depois de modelando o pão, passe um pouco de água na parte de cima e passe nas sementes de linhaças. 6. Numa assadeira grande coloque a massa e deixe assar por 25 a 30 minutos, a uma temperatura de 180 graus. 			

QUADRO 1- Ficha Técnica: Pão de Ora-pro-nóbis.

Fonte: Autora

PRATO:	Suco de araçá boi com malvarisco		
Categoria:	Bebida	Rendimento:	40 porções
INGREDIENTE	QUANTIDADE	UNIDADE	Valores de custo
Caixa de leite condensado	1	cx	\$4,00
Araçá boi	5	und	\$3,00
Folha de malvarisco	4		\$0,50
Água mineral	2	lt	\$2,20
Gelo (opcional)	1	xicara	\$0,43
TOTAL			\$10,13
MODO DE PREPARO:			
<p>Modo de preparo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pegue os araçá boi lave-os e tire as cascas e depois separe a polpa da semente. 2. Vá batendo aos poucos no liquidificador a polpa do araçá boi. 3. Acrescente o leite condensado na polpa, bata novamente e adicione o creme de leite, depois coloque no refratário para gelar. 			

QUADRO 2- Ficha Técnica; suco de araçá boi com malvarisco

Fonte: Autora

PRATO:		Patê de ora-pro-nóbis		
Categoria:		Prato de entrada	Rendimento:	40 porções
INGREDIENTE		QUANTIDADE	UNIDADE	VALORES DE CUSTO
Cebolas médias		3	und	\$1,25
Dentes de alho		2	und	\$0,10
Azeite		3	colheres	\$0,24
Feijão manteiguinha		500	g	\$6,50
Folhas de ora-pro-nóbis		100	g	\$0,50
Sal		10	g	\$0,10
TOTAL				\$8,69
MODO DE PREPARO:				
<p>Modo de preparo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cozinhe o feijão por uns dez minutos não deixando ele desmancha. 2. Escorrar o feijão cozido e reserve o caldo. 3. Numa frigideira coloque três colheres de azeite, o alho, a cebola, quando dourarem acrescente a ora-pro-nóbis, adicione o sal a gosto, quando murchar a ora-pro-nóbis está pronto e reserve. 4. No liquidificador coloque o feijão, o refogado de ora-pro-nóbis, bata bem, se for necessário use um pouco do caldo do feijão que foi reservado, ou se preferir adicione o azeite, tem que fica com uma consistência bem cremosa. 5. Depois coloque na tigela, arrume as folhas e a flor de ora-pro-nóbis para decorar e sirva acompanhada por biscoito, pão e torrada. 				

QUADRO 3 – Ficha Técnica: Patê de ora-pro-nóbis

Fonte: Autora

PRATO:		Farofa de ora-pro-nóbis		
Categoria:		Prato principal	Rendimento:	40 porções
INGREDIENTE		QUANTIDADE	UNIDADE	VALORES DE CUSTO
Farinha branca		500	g	\$ 1,50
Folhas ora-pro-nóbis		30	und	\$ 1,00
Azeite		4	Colher sp	\$ 0,64
Dente de alho amassado		1	und	\$ 0,07
Sal a gosto		1	pitada	\$ 0,01
Gás de cozinha		1/2	hora	\$ 0,60
TOTAL				\$3,82
MODO DE PREPARO:				
<p>Modo de preparo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Numa panela coloque o azeite, o alho doure um pouco e adicione a cebola, quando dourar, acrescente a ora-pro-nóbis tlavadas e secas e cortadas em pedaços. 2. Quando a mesma murchar, acrescente a farinha, acerte o ponto do sal. 3. Regue um pouco de azeite para a forofa fica molhadinha e crocante. 4. Numa tigela adicione a farofa e sirva. 				

QUADRO 4- Ficha Técnica: Farofa de ora-pro-nóbis

Fonte: Autora

PRATO:		Geleia de araçá boi		
Categoria:	Sobremesa	Rendimento:	40 porções	
INGREDIENTE		QUANTIDDE	UNIDADE	Valores de custo
açucar		20	colheres	\$1,03
Água mineral		1/2	Xicara	\$0,16
Araçá boi		3	und	\$1,50
Gás de cozinha		1	hora	\$1,20
TOTAL				\$3,89
MODO DE PREPARO:				
<p>Modo de preparo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pegue os araçá boi lave-os e tire as cascas e depois separe a polpa da semente. 2. Vá batendo aos poucos no liquidificador a polpa do araçá boi. 3. Acrescente o leite condensado na polpa, bata novamente e adicione o creme de leite, depois coloque no refratário para gelar. 				

QUADRO 5– Ficha Técnica de geleia de araçá boi

Fonte: Autora

PRATO:		Refogado de jaca verde com pirarucu seco		
Categoria:	Prato principal	Rendimento:	10 porções	
INGREDIENTE		QUANTIDADE	UNIDADE	VALORES DE CUSTO
Jaca verde		1	und	\$3,00
Cebola média		1	und	\$0,50
Pitada de pimenta do reino		1	und	\$0,19
Pimentão picado		1	und	\$0,95
Alho amassado		3	und	\$0,21
Açafrão		1	Colher de café	\$0,26
Azeitona verdes		1/2	xicara	\$3,70
Shoyo		1	Colher sp	\$0,05
Salsinha picada		1/2	maço	\$1,00
Vinagre de maçã		1	Colher sp	\$0,03
Tomate picado		1	und	\$0,04
Azeite		4	Colheres sp	\$0,64
Pirarucu		400	gr	\$5,00
TOTAL				\$15,57
MODO DE PREPARO:				
<p>Modo de preparo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cozinha a jaca inteira na panela de pressão por 1 hora, abrir a panela com 30 minutos e colocar mais um pouco de água fervendo. 2. Depois de fria, descascar com uma faca e desfiar. Não usei o miolo, nesse refogado. 3. Refogar a cebola, juntar o azeite, os temperos, a jaca desfiada, shoyo ou sal, o vinagre de maçã e deixe refogar, junte o tomate. 4. Quando estiver quase pronto junte as azeitonas picadas e deixemais 1 minuto no fogo, desligue e acrescente a salsa picada. 				

QUADRO -6 Fichas Técnica: Refogado de jaca verde com pirarucu seco

Fonte: Autora

PRATO:	Creme de araçá boi		
Categoria:	Sobremesa	Rendimento:	40 porções
INGREDIENTE	QUANTIDADE	UNIDADE	Valores de custo
Caixa de leite condensado	1	Cx	\$4,00
Creme de leite	2	Cx	\$4,00
Araçá boi	6	Und	\$3,00
TOTAL			\$11,00
MODO DE PREPARO:			
Modo de preparo: 1. Pegue os araçá boi lave-os e tire as cascas e depois separe a polpa da semente. 2. Vá batendo aos poucos no liquidificador a polpa do araçá boi. 3. Acrescente o leite condensado na polpa, bata novamente e adicione o creme de leite,depois coloque no refratário para gelar.			

QUADRO 7- Ficha Técnica: Creme de araçá boi

Fonte: Autora

6 I RESULTADO E DISCUSSÃO

Quando a constante produção não sustentável no Brasil, baseada no agronegócio, abrange as populações tradicionais ocorre a perda dos conhecimentos e de todo o legado da agricultura familiar, embora embasados por anos de experiência e muitas gerações (CARNEIRO, 2015). Não se trata somente da perda de biodiversidade, mas também do saber de comunidades tradicionais, saberes que foram por muito tempo (e ainda são) subestimados 19 pelos cientistas (ALTIEREI, 1995; RIBEIRO, 2002).

Muitas plantas estão esquecidas e já não são mais vistas como alimentos. Voltar a consumi-las é uma forma de evitar que desapareçam do nosso cotidiano, ajudando a valorizar as culturas alimentares nas quais essas plantas estão presentes (RANIERI, 2017),

Foram identificadas 30 espécies de plantas alimentícias não convencionais, para essa pesquisa, conforme estão especificadas na tabela 1 já citada nesse trabalho e estão distribuídas em 24 famílias e sendo cinco famílias de maior frequência conforme a figura 08 mostrar.

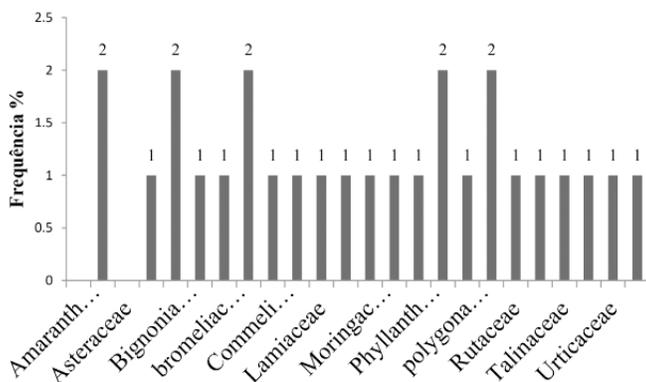


Figura 08-Frequência das Famílias botânicas cultivadas no Centro de Referência em agroecologia (CRA-IFAM-CMZL).

Foram feitas algumas oficinas no decorrer desse trabalho, com participação dos alunos do 3ºano ensino médio do IFAM-CMZ e da EARA (Escola Agrícola Rainha dos Apóstolos), situada na BR-174, discentes do curso superior em Agroecologia e algumas pessoas da comunidade em torno do IFAM, com 20 participantes em cada uma delas.

Foram criadas nesse projeto vinte e duas receitas feitas a partir das plantas alimentícias não convencionais entre elas: patê, refogado, farofa, pão de Ora-pro-nóbis; bolo, molho, suco, bebida fermentada, geleia de Araçá boi; creme e molho de Cubiu; refogado de jaca verde, arroz com Caapeba, vinagrete Panc.

Os valores de custo de cada receita elaboradas com as plantas alimentícias não convencionais ficaram entre R\$ 3,82 o menor valor da receita e R\$ 15,57 a de maior valor.

Esse trabalho com o tema: PANC COM POTENCIAL GASTRONÔMICO: EXPERIÊNCIA DO CENTRO DE REFERÊNCIA EM AGROECOLOGIA DO IFAM-CMZL, foi apresentada em forma de resumo contendo duas laudas, no Congresso Brasileiro de Inovação e Tecnologia na Gastronomia e Ciência de Alimentos, que aconteceu nos dias 7 a 9 de outubro de 2020.

DEGUSTAÇÃO DA CULINÁRIA PANC AOS DIRETORES DA FACULDADE SOKA



Figura 08- IFAM-CMC recepção aos diretores da faculdade SOKA, degustado a culinária PANC- Ivanete Souza- agosto 2019.



Figura 09- IFAM-CMC recepção aos diretores da faculdade SOKA, degustado a culinária PANC- Ivanete Souza- agosto 2019.

OFICINA NA ESCOLA AGRÍCOLA EARA (ESCOLA AGRÍCOLA RAINHA DOS APÓSTOLOS NA BR-174)



Figura 10 Vânia Rolin- outubro 2019 Oficina da Culinária Panc na EARA na BR- 174.



Figura 11- Vânia Rolin- outubro 2019 Oficina da Culinária Panc preparo do patê de ora-pro-nóbis na EARA na BR- 174.



Figura 12- Vânia Rolin- outubro 2019 Degustação da Culinária panc na EARA na BR- 174.

OFICINA E COFFEE BREAK DA CULINÁRIA PANC NA 9ª SEMANA DE AGROECOLOGIA DO IFAM-CMZL.



Figura 13- Marluce Silva novembro 2019- Oficina da Culinária Panc na Agroindústria do IFAM-CMZL.



Figura 14- Rosana Palheta novembro 2019- Preparação da farofa de Ora-pro-nóbis (*Pareskia bleo* (Kunth)DC)..



Figura 15- Darlan Cruz-novembro 2019, encerramento da 9ª Semana de Agroecologia e a degustação de pratos culinários feitos com as plantas alimentícias não convencionais (PANCs).

7 | CONCLUSÃO

A realização dessa pesquisa mostrou que é possível usar as plantas alimentícias não convencionais (PANCs), nas elaborações de pratos culinários simples ao, mas sofisticado, tem uma valiosa biodiversidade brasileira e importância vital na nossa alimentação, tem um baixo custo de produção, pois muitas delas são espontâneas e as mesmas trazem uma nutrição completa com proteínas, vitaminas, cálcio e minerais, que na alimentação cotidiana não temos mais, pois é cultivada de forma intensiva com grande uso de agroquímicos, que prejudicam a saúde humana, o projeto como já citado no início ampliou os meus conhecimentos nas elaborações da culinárias sobre as PANCs e a gastronomia pode contribuir de forma efetiva na divulgação das mesmas entre elas, temos a ora-pro-nóbis (*Pereskia Bleo* (Kunth)DC), que é neutra, suculenta e muito apreciada por seu alto teor de fibra e proteínas, usada em saladas, sucos, refogadas, igual a couve na farofas, omeletes, sopa, no recheio de salgados e massas, corante para massa.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, Miguel Angel et al. *Agroecology: the science of sustainable agriculture*. 2nd ed. Boulder, CO: Westview Press, 1995.

BRASIL. Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006. Dispõe sobre a criação da Lei de segurança alimentar e nutricional. **Lei de segurança alimentar e nutricional**: conceitos, Brasília, 2006.

BRASIL, Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento, **Manual de hortaliças não convencionais** – Brasília: MAPA, 2013. 99p.

BORGES, Carla Karoline Gomes Dutra; DA SILVA, Cirlande Cabral. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC): a divulgação científica das espécies na cidade de Manaus, AM**. Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar, v. 4, n. 11, p. 466-477, 2018.

C. Padilha et al 2017. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC): Uma Alternativa Para a Gastronomia Pernambucana**. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica, vols. 13/14, p.266-278, 2016/2017.

LADIO, A. “ Malezas exóticas comestíveis y medicinales utilizadas em poblaciones del noroeste patagónico: aspectos etnobotánicos y ecológicos.”Boletín Latinoamericano y del Caribe de plantas medicinales y aromáticas. Sociedad latino-americana de fitoquímica. Santiago, Chile. 4: 75-80, 2005.

LIBERATO, Priscila da Silva; TRAVASSOS, D.V.; DA SILVA, G.M.B. **Pancs- Plantas Alimentícias não convencionais e seus Benefícios nutricionais** /envsmoke v.2,n2, 2019.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Hortaliças não convencionais: (tradicionalis)** – Brasília: MAPA/ACS, 2010. 52 p.

MONTEIRO, C. A. Setting up a fruit and vegetable promotion initiative in a developing country. In: WHO. Fruit and vegetable promotion initiative – report of the meeting. Journal of Food Composition and Analysis, v. 2, p. 68-73, 2003.

OLIVEIRA, Viviane Florippes Gomes de; NASCIMENTO, Roberta Soares do. Plantas alimentícias não convencionais usadas na gastronomia. Revista de produção Acadêmica científica, Manaus, v. 3, n. 2, p. 6-15, 2016. Disponível em: Acesso em: 23 set. 2018.

RANIERI, Guilherme Reis (Coord.). Guia Prático sobre PANCs: plantas alimentícias não convencionais. São Paulo: Instituto Kairós, 2017.

RIBEIRO, Wanderléia Gonçalves et al. A importância da agricultura familiar na conservação de três espécies de plantas de múltiplo uso em localidades no município do Careiro da Várzea/AM, Manaus, Universidade Federal do Amazonas, 2002. SILVA, Eder Erell

KELEN, M. E. B.; NOUHUYS, I. S. V.; KEHL, L. C.; BRACK, P.; SILVA, D.B. **Plantas alimentícias não convencionais (PANCs): hortaliças espontâneas e nativas**. (1ª ed.). UFRGS,PortoAlegre, 2015.

KINUPP,V.F; BARROS, I.B.I. Riqueza de Plantas Alimentícias não convencionais na Região Metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Biociência,v.15, p.63-65, 2007.

KINUPP, V. F; LORENZI H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora; 2014.

VIANA, M.M.S. **Potencial nutricional, antioxidante e atividade biológica de hortaliças não convencionais**. 2013. 61p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas.

PARALELIZAÇÃO DO PROBLEMA DE ORDENAÇÃO COM O USO DE OPENCL

Data de aceite: 26/02/2021

Data de submissão: 28/01/2021

Heleno Pontes Bezerra Neto

Universidade Federal de Alagoas

Maceió – Alagoas

<http://lattes.cnpq.br/6653501188140086>

RESUMO: A aplicação de técnicas de ordenação está presente em diversos problemas de engenharia de modo que podem ser responsáveis por grande parte do custo computacional. Desta forma, neste artigo realiza-se um estudo sobre a viabilidade de técnicas de processamento paralelo nos algoritmos de ordenação com o objetivo de redução do tempo. Para o desenvolvimento deste artigo implementam-se o método MergeSort em serial e em OpenCL, e os métodos Buble Sort Sorting Network e Bitonic MergeSort em OpenCL. Realizam-se as simulações utilizando a plataforma Google Colaboratory (Google Colab), onde foram acessadas duas máquinas com as placas gráficas Tesla T4 (2560 CUDA cores) e Tesla P100-PCIE-16GB (3584 CUDA cores). Verifica-se que somente a versão paralela Bitonic MergeSort proporcionou uma redução do tempo computacional em relação a versão serial. Comparando-se os tempos computacionais utilizando as placas gráficas, observa-se que o tempo computacional utilizando a Tesla P100 é menor que o utilizando a Tesla T4, isso se deve, principalmente, pela quantidade de CUDA cores disponíveis. Por apresentar 1000 CUDA

cores a mais, a Tesla P100 consegue executar mais atividades ao mesmo tempo, o que gera uma redução do tempo computacional. De todo modo, a paralelização é importante de ser realizada em programas que demandam muito tempo computacional, entretanto, deve-se fazer um estudo do código, a fim de verificar se essa paralelização resultará em redução do tempo.

PALAVRAS-CHAVE: Processamento paralelo; Algoritmos de ordenação; Google Colaboratory.

PARALLELIZATION OF THE SORTING PROBLEM WITH THE USE OF OPENCL

ABSTRACT: The application of sorting techniques is present in several engineering problems so that they can be responsible for a large part of the computational cost. Thus, in this article, a study is carried out on the feasibility of parallel processing techniques in the sorting algorithms to reduce time. For the development of the article, the MergeSort method is implemented in serial and OpenCL, and the Buble Sorting Network and Bitonic MergeSort methods in OpenCL. The simulations are carried out using a Google Collaboratory platform (Google Colab), where two machines with the Tesla T4 graphics card (2560 CUDA cores) and Tesla P100-PCIE-16GB (3584 CUDA cores) were accessed. It appears that only the parallel version Bitonic MergeSort provided a reduction in computational time concerning the serial version. Comparing the computational times using graphics cards, it is observed that the computational time using a Tesla P100 is less than using a Tesla T4, this is mainly due to the amount of CUDA cores available. Because it has 1000 more CUDA cores, a Tesla P100

can perform more activities at the same time, which generates a reduction in computational time. Anyway, a parallelization is important to be performed in programs that demand a lot of computational time, however, a study of the code must be made, verify if this parallelization results in a reduction of time.

KEYWORDS: Parallel processing; Sorting algorithms; Google Colaboratory.

1 | INTRODUÇÃO

A computação de alto desempenho surge com o objetivo de fornecer mais capacidade computacional ao usuário, seja a possibilidade de executar várias atividades ao mesmo tempo em processadores/máquinas diferentes, seja pegando uma tarefa e distribuindo para vários processadores, com o objetivo principal de reduzir o tempo computacional.

Segundo Santos e Bezerra Neto (2011), o uso de programação em paralelo permite que programas sejam executados tanto em ambientes de memória distribuída quanto em ambientes de memória compartilhada, podendo utilizar, também, um ambiente híbrido.

No ambiente de memória distribuída, computadores são interligados através de uma rede de alta velocidade e trabalham juntos na resolução de problemas computacionais através da troca de mensagens entre si, com cada um destes computadores utilizando seu próprio recurso de memória (SANTOS E BEZERRA NETO, 2011).

Segundo Sena e Costa (2008), “as técnicas de memória compartilhada são utilizadas em ambiente que possuem vários núcleos de processamento compartilhando o mesmo recurso de memória”.

Segundo Silveira, Silveira Jr e Cavalheiro (2020), OpenCL é um padrão aberto para programação de alto desempenho em ambientes computacionais heterogêneos equipados com CPUs *multicore* e GPUs *many-core*.

A aplicação de técnicas de ordenação está presente em diversos problemas de engenharia de modo que podem ser responsáveis por grande parte do custo computacional. Desta forma, este artigo tem o objetivo de estudar a viabilidade de aplicações de técnicas de processamento paralelo nos algoritmos de ordenação para redução do custo do tempo computacional.

2 | METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste artigo realiza-se a implementação em serial da técnica de ordenação MergeSort. Em seguida, desenvolvem-se os códigos computacionais em OpenCL para GPU. Além do MergeSort, também se utilizam os métodos Bubble Sort Sorting Network e Bitonic MergeSort em OpenCL. Realizam-se ordenações com grandezas diferentes e calcula-se a métrica de desempenho SpeedUP, que consiste na razão entre o tempo serial e o tempo paralelo.

Realizam-se as simulações utilizando a plataforma Google Colaboratory (Google

Colab), que disponibiliza uma máquina para cada usuário com uma placa gráfica associada. Para as análises em questão, foram realizadas simulações na Tesla T4 (2560 CUDA cores) e na Tesla P100-PCIE-16GB (3584 CUDA cores).

3 | RESULTADOS

3.1 Análise de complexidade

O algoritmo de ordenação implementado é o MergeSort e o ordenação por seleção. O algoritmo MergeSort possui complexidade $O(n \log n)$, já o por seleção possui complexidade $O(n^2)$. Devido à complexidade maior do Ordenação por seleção, será tratado dele somente na versão paralela denotada Simple Sorting Network.

3.2 Implementação

Keim (2019) desenvolveu três algoritmos de ordenação MergeSort, Bitonic MergeSort e o Simple Sorting Network para OpenCL, assim como uma versão CPU do MergeSort. Em seu trabalho, Keim (2019) comparou o desempenho dos três algoritmos em GPU com a implementação em CPU do MergeSort, verificando quais dos métodos melhorou o desempenho com a paralelização.

Neste trabalho utilizam-se os códigos desenvolvidos por Keim (2019), no entanto, realizam-se simulações variando a quantidade de termos distribuídos para cada processador (núcleo de processamento). Além disso, comparam-se o desempenho dos códigos quando executados na Tesla T4 e na Tesla P100. Também se compara o desempenho do MergeSort desenvolvido por Keim (2019) e o desenvolvido pelo autor, na implementação sequencial.

O código MergeSort implementado por Keim (2019) é mostrado na Figura 1. Verifica-se que a função de ordenação não é recursiva, diferente do modo clássico implementado, além de não possuir a criação de dois vetores com metade do comprimento o vetor original cada vez que a função é chamada, o que implica em redução do consumo de memória.

```

void CSortTask::MergeSort()
{
    //temporary buffer as an helper array
    unsigned int* tmpBuffer = new unsigned int[m_N_padded];
    memcpy(tmpBuffer, m_input, m_N_padded * sizeof(unsigned int));
    for (unsigned int stride = 2; stride <= m_N_padded; stride *= 2) {
        for (unsigned int i = 0; i < m_N_padded; i += stride) {
            unsigned int middle = i + (stride / 2);
            unsigned int left = i, right = middle;
            unsigned int rightBoundary = min(i + stride, (unsigned
int) m_N_padded);
            for (unsigned int j = i; j < rightBoundary; j++) {
                if (left < middle &&
(right == rightBoundary || tmpBuffer[left]
<= tmpBuffer[right])) {
                    m_resultCPU[j] = tmpBuffer[left];
                    left++;
                }
                else {
                    m_resultCPU[j] = tmpBuffer[right];
                    right++;
                }
            }
            swap(m_resultCPU, tmpBuffer);
        }
        // final swap to have the result in the correct array
        swap(m_resultCPU, tmpBuffer);

        // delete helper array
        SAFE_DELETE_ARRAY(tmpBuffer);
    }
}

```

Figura 1 - Código MergeSort

A Figura 2 mostra a comparação do tempo de execução dos códigos sequenciais desenvolvidos por Keim (2019) e pelo autor (2021). Observa-se que para vetores de pequenas dimensões os tempos são próximos, no entanto, à medida que o número de elementos aumenta, o tempo também aumenta.



Figura 2 - Comparação dos códigos sequenciais desenvolvidos por Keim (2019) e pelo autor (2021)

Na Tabela 1 observam-se os tempos de simulação para as duas implementações, verifica-se que a implementação desenvolvida neste trabalho apresentou um custo maior que a desenvolvida por Keim (2019). Fato que pode estar relacionado a utilização da função recursiva. Os modelos utilizados representam a dimensão dos vetores a serem ordenados, cuja dimensão correspondente pode ser vista na Tabela 2.

Código	Modelos					
	1	2	3	4	5	6
Keim (2019)	0,452	9,371	50,307	186,041	399,401	16127,600
Autor (2021)	0,574	11,588	52,950	240,364	472,874	17877,800

Tabela 1 - Comparação do tempo de simulação

Modelos	Dimensão	Dimensão
1	4*1024	4096
2	64*1024	65536
3	256*1024	262144
4	1024*1024	1048576
5	2*1024*1024	2097152
6	64*1024*1024	67108864

Tabela 2 - Descrição dos modelos

Desta forma, considera-se somente a versão sequencial desenvolvida por Keim (2019) para os exemplos que serão tratados, sendo renomeado para CPU.

A Figura 3 apresenta o código em OpenCL do MergeSort. Em OpenCL as funções são definidas como kernel. Cada processador (CUDA core, utilizando GPU) executará essa função com os elementos transferidos para ele. Esta quantidade é definida pela variável LocalWorkSize. Neste trabalho se utilizam de três valores para essa variável, 64, 128 e 256, sendo 256 o limite máximo.

O método Simple Sort Network pode ser visto na Figura 4. Ele consiste na ordenação par a par dos números.

Já o Bitonic MergeSort foi desenvolvido para o uso em GPU e consiste em se trabalhar com blocos de números (inicialmente pares de números), ordená-los, em seguida combinar os pares, fazendo nova ordenação. A Figura 5 mostra o código do Bitonic MergeSort.

Cada elemento dos vetores são gerados de forma aleatória, utilizando a função rand(). Inicialmente são realizadas as ordenações considerando a quantidade de termos por processador (LWS) igual a 256.

```

// basic kernel for mergesort start
__kernel void Sort_MergesortStart(const __global uint* inArray, __global
uint* outArray)
{
    __local uint local_buffer[2][MAX_LOCAL_SIZE * 2];
    const uint lid = get_local_id(0);
    const uint index = get_group_id(0) * (MAX_LOCAL_SIZE * 2) + lid;
    char pong = 0;
    char ping = 1;

    // load into local buffer
    local_buffer[0][lid] = inArray[index];
    local_buffer[0][lid + MAX_LOCAL_SIZE] = inArray[index +
MAX_LOCAL_SIZE];

    // merge sort
    for (unsigned int stride = 2; stride <= MAX_LOCAL_SIZE * 2; stride <<=
1) {
        ping = pong;
        pong = 1 - ping;
        uint leftBoundary = lid * stride;
        uint rightBoundary = leftBoundary + stride;

        uint middle = leftBoundary + (stride >> 1);
        uint left = leftBoundary, right = middle;
        barrier(CLK_LOCAL_MEM_FENCE);
        if (rightBoundary > MAX_LOCAL_SIZE * 2) continue;
#pragma unroll
        for (uint i = 0; i < stride; i++) {
            uint leftVal = local_buffer[ping][left];
            uint rightVal = local_buffer[ping][right];
            bool selectLeft = left < middle && (right >=
rightBoundary || leftVal <= rightVal);

            local_buffer[pong][leftBoundary + i] = (selectLeft) ?
leftVal : rightVal;

            left += selectLeft;
            right += 1 - selectLeft;
        }
    }

    //write back
    barrier(CLK_LOCAL_MEM_FENCE);
    outArray[index] = local_buffer[pong][lid];
    outArray[index + MAX_LOCAL_SIZE] = local_buffer[pong][lid +
MAX_LOCAL_SIZE];
}

```

Figura 3 - Implementação do MergeSort em OpenCL

```

__kernel void Sort_SimpleSortingNetwork(const __global uint* inArray,
__global uint* outArray, const uint offset, const uint size)
{
    const uint index = (get_global_id(0) << 1) + offset;
    if (index + 1 >= size) return;

    uint left = inArray[index];
    uint right = inArray[index + 1];
    sort(&left, &right, 1);
    outArray[index] = left;
    outArray[index + 1] = right;
}

```

Figura 4 - Implementação do Simple Sorting Network em OpenCL

```

__kernel void Sort_BitonicMergeSortLocal(__global uint* data, const uint
size, const uint blocksize, uint stride)
{
    // This Kernel is basically the same as Sort_BitonicMergeSortStart
except of the "unrolled" part and the provided parameters
    __local uint local_buffer[2 * MAX_LOCAL_SIZE];
    uint gid = get_global_id(0);
    uint groupid = get_group_id(0);
    uint lid = get_local_id(0);
    uint clampedGID = gid & (size / 2 - 1);

    uint index = groupid * (MAX_LOCAL_SIZE * 2) + lid;
    //load into local mem
    local_buffer[lid] = data[index];
    local_buffer[lid + MAX_LOCAL_SIZE] = data[index + MAX_LOCAL_SIZE];

    // bitonic merge
    char dir = (clampedGID & (blocksize / 2)) == 0; //same as above, %
calc
#pragma unroll
    for (; stride > 0; stride >>= 1) {
        barrier(CLK_LOCAL_MEM_FENCE);
        uint idx = 2 * lid - (lid & (stride - 1));
        sortLocal(&local_buffer[idx], &local_buffer[idx + stride],
dir);
    }

    // sync and write back
    barrier(CLK_LOCAL_MEM_FENCE);
    data[index] = local_buffer[lid];
    data[index + MAX_LOCAL_SIZE] = local_buffer[lid + MAX_LOCAL_SIZE];
}

```

Figura 5 - Implementação do Bitonic MergeSort em OpenCL

3.3 Análise com a Tesla T4

A Tabela 3 mostra os tempos de simulação (em milissegundos) necessários utilizando a placa gráfica Tesla T4. Observa-se que não foi possível realizar a ordenação com todos os métodos, sendo a memória um dos limitantes disso.

Método	Modelo					
	1	2	3	4	5	6
CPU	0,504	9,924	43,726	201,213	496,502	17077,200
MergeSort	2,230	20,150	56,734	254,346	511,364	-
SSN	1,739	33,840	450,753	-	-	-
Bitonic	0,211	0,473	0,846	4,313	14,111	701,983

Tabela 3 - Tempo de simulação utilizando a Tesla T4 e LWS = 256

Analisando a Tabela 3, verifica-se que a paralelização nem sempre reduz o tempo computacional. Para os métodos utilizados, somente a utilização do Bitonic MergeSort resultou na melhoria do tempo computacional. A Tabela 4 mostra o SpeedUp calculado para cada um dos métodos e modelos.

Método	Modelo					
	1	2	3	4	5	6
MergeSort	0,226	0,493	0,771	0,791	0,971	-
SSN	0,290	0,293	0,097	-	-	-
Bitonic	2,393	20,994	51,668	46,656	35,185	24,327

Tabela 4 - SpeedUp utilizando a Tesla T4 e LWS = 256

Observa-se, a partir da Tabela 4, que com a utilização do método Bitonic MergeSort o SpeedUp máximo obtido foi de 51,668 e ocorreu com a ordenação do modelo 4 que possui 2^{20} termos, embora perceba-se que todos os valores de SpeedUp foram maiores que 1, o que indica que todas as análises em paralelo reduziram o tempo computacional.

Ainda utilizando a placa gráfica Tesla T4, fez-se a redução do LWS para 128 e 64, verificando qual impacto essa modificação traria em termos de tempo de simulação. A Figura 6 apresenta os gráficos dos tempos computacionais simulando o Bitonic MergeSort para os modelos de 1 a 5.

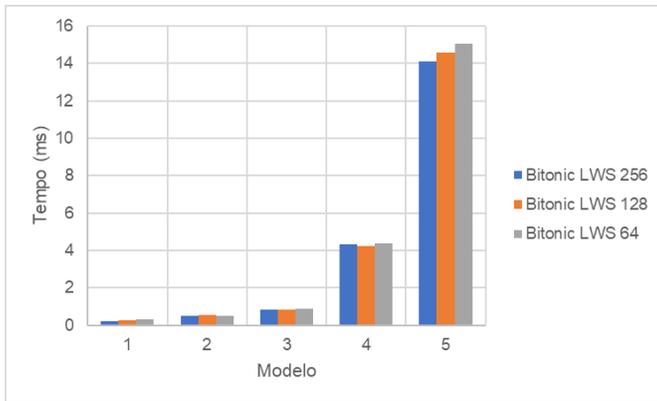


Figura 6 - Comparação das simulações com Bitonic MergeSort variando o LWS (Modelos de 1 a 5) para a Tesla T4

Percebe-se, analisando a Figura 6, que a modificação no tempo computacional ocorreu apenas no modelo 5, para uma carga grande de termos a serem ordenados. Para as quantidades menores, o tempo permaneceu praticamente o mesmo. Para o modelo 6, ausente na Figura 6, obteve-se um tempo de 732,109 ms para LWS de 64, para LWS de 128 obteve-se 715,412 ms e 701,983 para LWS de 256, observando-se uma diferença mais significativa, de aproximadamente 30 ms.

Embora o aumento seja na escala de milissegundos, alguns problemas de engenharia, por exemplo, podem necessitar que esse procedimento seja repetido milhares, ou até milhões, de vezes, o que resulta em um valor significativo para a simulação. Percebe-se, que a diminuição de termos por processador gera um aumento computacional, no entanto, ao ser analisado o SpeedUp, ainda se verifica a melhoria quanto ao código serial (Figura 7).

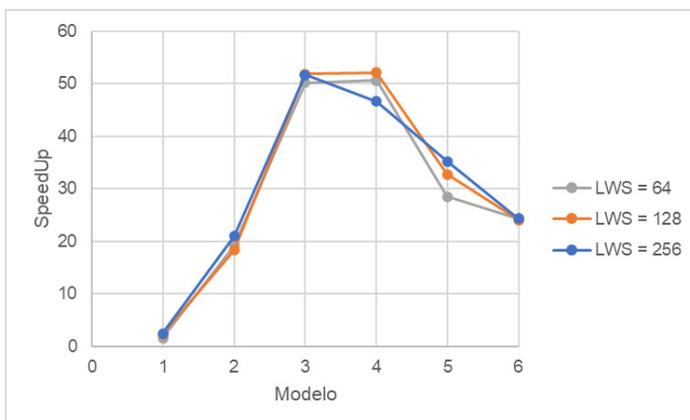


Figura 7 - SpeedUp das simulações com a Tesla T4 para o Bitonic MergeSort

Analisando a Figura 7, verifica-se que o modelo 4 apresentou os melhores valores de SpeedUp para LWS de 64 e 128, sendo somente LWS de 256 que o modelo 3 gerou um melhor valor.

3.4 Análise com a Tesla P100

Realizam-se análises semelhantes utilizando a Tesla P100. A Tabela 5 mostra o tempo de simulação considerando o LWS igual a 64. Observa-se, novamente, que somente o Bitonic MergeSort apresentou melhoria do tempo computacional.

Método	Modelo					
	1	2	3	4	5	6
CPU	0,571	10,414	47,839	206,044	450,282	17594,500
MergeSort	1,624	24,857	98,780	452,005	905,730	-
SSN	1,617	26,739	349,907	-	-	-
Bitonic	0,242	0,526	0,914	3,353	7,576	345,955

Tabela 5 - Tempo de simulação utilizando a Tesla P100 e LWS = 64

A Tabela 6 apresenta os resultados de SpeedUp para o LWS de 64. Observa-se que o maior valor ocorreu para o modelo 4, semelhante ao que ocorreu para a Tesla T4, sendo obtido um valor maior que 61,45, enquanto para a Tesla T4 foi 50,62.

Método	Modelo					
	1	2	3	4	5	6
MergeSort	0,352	0,419	0,484	0,456	0,497	-
SSN	0,353	0,389	0,137	-	-	-
Bitonic	2,362	19,807	52,324	61,454	59,435	50,858

Tabela 6 - SpeedUp utilizando a Tesla P100 e LWS = 64

Fazendo a variação do LWS, verifica-se, na Figura 8, que o aumento do LWS proporcionou uma melhoria do tempo computacional e que para o modelo 5 o tempo de simulação foi praticamente igual.

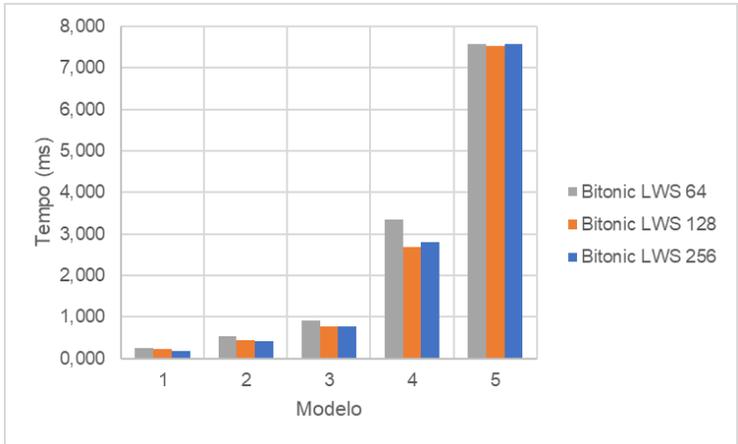


Figura 8 - Comparação das simulações com Bitonic MergeSort variando o LWS (Modelos de 1 a 5) para a Tesla P100

Para o modelo 6, computam-se tempos computacionais de 345,955 ms para LWS de 64, 347,178 ms para LWS de 128 e 352,421 ms para LWS de 256. Verifica-se que para esse modelo o aumento do LWS proporcionou um aumento do tempo computacional, embora fosse esperado que ocorresse o contrário.

Fazendo a comparação do SpeedUp variando o LWS (Figura 9) observa-se que o maior SpeedUp ocorreu com LWS igual 128, tendo um valor de 71,97.

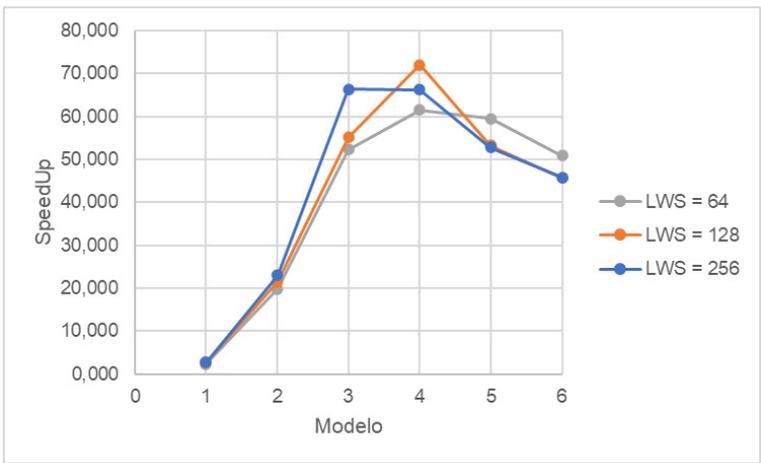


Figura 9 - SpeedUp das simulações com a Tesla P100 para o Bitonic MergeSort

3.5 Comparação entre a Tesla T4 e Tesla P100

A Tesla T4 apresenta 2560 CUDA cores, já Tesla P100-PCIE possui 3584 CUDA

cores. Como foram realizadas simulações com as duas GPUs, realiza-se a comparação entre elas. A Tabela 7 mostra os tempos computacionais do método Bitonic MergeSort variando o LWS. Observa-se que os tempos utilizando a Tesla P100 são menores que os que se utiliza a Tesla T4.

		Modelo					
Tesla	LWS	1	2	3	4	5	6
P100	256	0,169	0,407	0,759	2,808	7,567	352,421
	128	0,234	0,430	0,768	2,681	7,517	347,178
	64	0,242	0,526	0,914	3,353	7,576	345,955
T4	256	0,211	0,473	0,846	4,313	14,111	701,983
	128	0,279	0,531	0,841	4,252	14,567	715,412
	64	0,319	0,510	0,871	4,375	15,070	732,109

Tabela 7 - Tempo computacional para o Bitonic MergeSort nas Teslas T4 e P100

Na Figura 10 observa-se que o tempo computacional utilizando a Tesla P100 é menor que o utilizando a Tesla T4, isso se deve, principalmente, pela quantidade de CUDA cores disponíveis. Por apresentar 1000 cores a mais, a Tesla P100 consegue executar mais atividades ao mesmo tempo, o que gera uma redução do tempo computacional. Outros fatores como memória, também são importantes neste tipo de comparação.

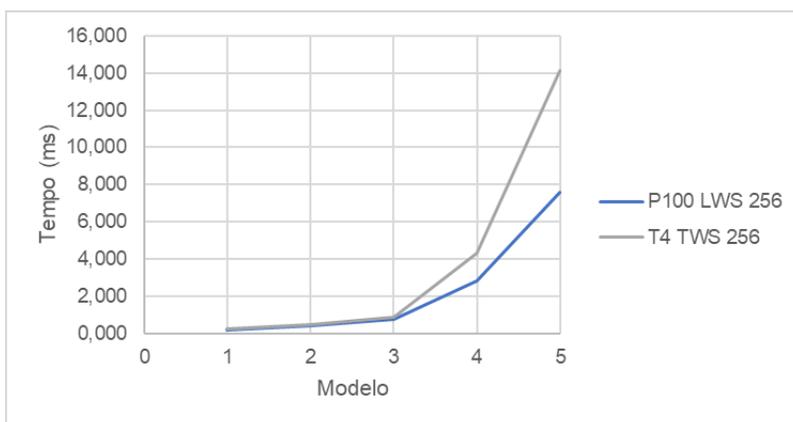


Figura 10 - Comparação do tempo computacional para o Bitonic MergeSort nas Teslas T4 e P100 com LWS = 256

4 | CONCLUSÕES

A paralelização dos códigos tem o objetivo de reduzir o tempo computacional. No entanto, a depender do código que se está utilizando, deve-se verificar se é necessário realizar este tipo de procedimento e se essa paralelização resultará numa redução de tempo.

No presente trabalho, utiliza-se o código sequencial MergeSort para ordenação, usando duas estratégias, uma com recursividade e outra sem. Verificando-se que a versão sem recursividade resultou em um código mais rápido.

Com a versão sequencial definida, criam-se três versões em OpenCL (MergeSort, Simple Sorting Network e Bitonic MergeSort) com o objetivo de utilizar o poder computacional das Placas gráficas Teslas T4 e P100. Verifica-se que somente a versão paralela Bitonic MergeSort proporcionou uma redução do tempo computacional em relação a versão serial.

Varia-se a quantidade de termos distribuídas para cada CUDA core e verifica-se o impacto dessa modificação no tempo computacional. Para a Tesla T4 observa-se que a mudança desta quantidade não afeta o tempo nos modelos de 1 a 4, já para os modelos 5 e 6 o tempo é afetado, sendo mais rápida quando se transfere mais termos. Para a Tesla P100, o comportamento foi diferente, para os modelos de 1 a 4 houve uma redução do tempo com o aumento da quantidade de termos, já para os modelos 5 e 6 o tempo foi reduzido com a redução dos termos.

De todo modo, a paralelização é importante de ser realizada em programas que demandam muito tempo computacional, entretanto, deve-se fazer um estudo do código, a fim de verificar se essa paralelização resultará em redução do tempo.

REFERÊNCIAS

KEIM, J.. (2019, October 15). Gram21/GPUSorting: Post-Course Release (Version v0.1). Zenodo. <http://doi.org/10.5281/zenodo.3490924>

SANTOS, K. R. M.; BEZERRA NETO, H. P. . **Curso de MPI**. (Apostila). Maceió, 2011.

SENA, M. C. R.; COSTA, J. A. C.. **Tutorial OpenMP C/C++**. (Apostila). Maceió, 2008.

SILVEIRA, C. L. B.; SILVEIRA JR., L. G.; CAVALHEIRO, G. G. H.. **Programação em OpenCL: Uma introdução Prática**. Disponível em http://www.inf.ufsc.br/~bosco.sobral/ensino/ine5645/Programacao_OpenCL_Introd_Pratica.pdf. Acessado em 14 de fevereiro de 2020.

GERAÇÃO DE DOMÍNIO E MALHA PARA O ESTUDO FLUIDODINÂMICO COMPUTACIONAL DE VASOS SEPARADORES HORIZONTAIS TRIFÁSICOS

Data de aceite: 26/02/2021

Data de submissão: 20/01/2021

Vittor Jorge Santos Marcelo

Universidade Estadual de Santa Cruz
Departamento de Ciências Exatas e
Tecnológicas
Ilhéus – BA

<http://lattes.cnpq.br/9901455403489298>

Jéssica Barbosa da Silva do Nascimento

Universidade Estadual de Santa Cruz
Departamento de Ciências Exatas e
Tecnológicas
Ilhéus – BA

<http://lattes.cnpq.br/9140642864690654>

RESUMO: Os vasos separadores são equipamentos utilizados no processamento primário do petróleo, com o objetivo de separar a corrente multifásica proveniente dos poços produtores. O estudo da eficiência de separação destes equipamentos é muito importante para a indústria do Petróleo e pode ser realizado por meio de fluidodinâmica computacional (*CFD*). Uma análise *CFD* requer o cumprimento de uma série de etapas, distribuídas em pré-processamento, processamento e pós-processamento. Portanto, o objetivo do trabalho foi dimensionar um vaso separador horizontal trifásico, gerar a geometria e a malha numérica do domínio em questão, realizando assim, a etapa de pré-processamento para um estudo futuro de fluidodinâmica computacional. Com o uso de modelagem semi-

empírica realizou-se o dimensionamento do vaso separador trifásico horizontal, dos seus bocais de entrada e saídas, além dos tampos elípticos. Posteriormente, foram definidos os dispositivos internos. Em posse das características estruturais do separador, diferentes domínios computacionais foram gerados com auxílio da versão estudante do *software Ansys 2020 R1* no gerador de geometria *DesignModeler*. Para a conclusão da etapa de pré-processamento a discretização do domínio foi realizada. A malha computacional foi gerada usando a ferramenta *Mesh* da versão estudante do *software Ansys R1 2020*, e possui elementos tetraédricos. Os resultados do dimensionamento estão de acordo com as normas técnicas de vasos de pressão, neste sentido, o domínio do estudo representa a física do problema e a geometria criada pode ser usada para uma análise de um vaso separador trifásico através de *CFD*. As malhas numéricas geradas apresentaram qualidade insatisfatória segundo as métricas de malha do *software*, esses resultados se justificam pela limitação do *hardware* utilizado. Tendo em vista que a discretização do domínio computacional é parte fundamental para garantir que os resultados reflitam a física do problema, se faz necessário a construção de malhas de melhor qualidade para o uso na etapa de processamento.

PALAVRAS-CHAVE: Vaso separador trifásico; Domínio computacional; Fluidodinâmica computacional.

DOMAIN AND MESH GENERATION FOR COMPUTATIONAL FLUIDODYNAMIC STUDY OF THREE-PHASE HORIZONTAL SEPARATORS

ABSTRACT: The separating vessels are equipment used in the primary processing of oil, with the objective of separating the multiphase current from the producing wells. The study of the separation efficiency of this equipment is very important for the Oil Industry and can be performed by means of computational fluid dynamics (CFD). The CFD analysis requires a series of steps, distributed in pre-processing, processing and post-processing. Therefore, the objective of the work was to design a three-phase horizontal separating vessel, to generate the geometry and numerical mesh of the domain in question, thus performing the pre-processing step for a future study of computational fluid dynamics. With the use of semi-empirical modeling, the horizontal three-phase separator vessel, its inlet and outlet nozzles, in addition to the elliptical head, were dimensioned. Later, the internal devices were defined. In possession of the structural characteristics of the separator, different computational domains were generated with the aid of the student version of the *Ansys 2020 R1* software in the *DesignModeler* geometry generator. For the conclusion of the pre-processing stage, the domain discretization was performed. The computational mesh was generated using the *Mesh* tool of the student version of the *Ansys R1 2020* software, and has tetrahedral elements. The design results are in accordance with the technical standards of pressure vessels, in this sense, the domain of the study represents the physics of the problem and the geometry created can be used for an analysis of a three-phase separator vessel using CFD. The generated numerical mesh presented unsatisfactory quality according to the mesh metrics of the software, these results are justified by the limitation of the hardware used. Bearing in mind that the discretization of the computational domain is a fundamental part to ensure that the results reflect the physics of the problem, it is necessary to build better quality meshes for use in the processing stage.

KEYWORDS: Three-phase separating vessel; Computational domain; Computational fluid dynamics.

1 | INTRODUÇÃO

A exploração comercial de petróleo em larga escala teve início no final da década de 1850, na Pensilvânia, Estados Unidos onde foi perfurado o primeiro poço comercial de petróleo que através de um sistema de percussão a vapor produzia cerca de 2m³ de óleo por dia. Entretanto, existem relatos de que os povos bíblicos e os chineses já utilizavam esse recurso natural há cerca de 6000 anos, para impermeabilizar superfícies, iluminação e aquecimento. No começo de sua utilização moderna, o principal emprego do petróleo foi como iluminante já que a essa altura o óleo de baleia começava a rarear. Desde então, foram descobertas diversas outras aplicações que tornaram esse recurso natural um importante fator de influência na economia e na política mundial (THOMAS, 2004).

O petróleo é hoje a principal fonte de energia primária do planeta. A matriz energética mundial, em 2016, era composta por 33% de óleo, 24% de gás natural, 28% de carvão, 5% de energia nuclear, 7% de hidroeletricidade e 3% de energia renovável. Além de sua importância energética, os produtos derivados do petróleo também participam direta ou

indiretamente da maioria dos processos industriais. Isto faz com que este recurso natural também seja parte fundamental na constituição dos bens de consumo modernos. Dessa forma, o petróleo possui um papel estratégico de grande importância em um mundo cada vez mais globalizado, sendo a base da economia atual (BRITISH PETROLEUM, 2017).

O sistema de separação tradicionalmente empregado no processamento primário de petróleo é constituído de um conjunto de vasos em série ou paralelo com pressões de operação decrescente. Esses vasos são denominados de separadores gravitacionais. O sistema mencionado pode ter várias configurações, dependendo da qualidade de separação desejada entre o gás e o óleo, da razão gás/óleo e da densidade da carga de petróleo (BRASIL et al., 2014). Segundo Thomas (2001), um vaso separador típico de produção é constituído por quatro seções distintas: separação primária, acumulação (ou coleta de líquido), separação secundária (ou decantação) e aglutinação; e pode ser dotado de diversos dispositivos internos, a fim de aumentar a eficiência de separação do processo.

Os separadores podem ser bifásicos ou trifásicos. No separador bifásico ocorre a separação gás/líquido, enquanto que no separador trifásico ocorre, a separação água/óleo/gás. Quanto à pressão operacional pode ser classificado como de baixa pressão (10 a 180psi), de média pressão (270 a 700psi) e de alta pressão (975 a 1500psi) Além disso, os vasos separadores são fabricados nas formas verticais e horizontais. Em geral, os separadores horizontais são mais eficientes, pois apresentam uma maior área interfacial que permite uma melhor separação gás/líquido. Esses separadores costumam ser usados em sistemas que apresentam emulsões e altas razões gás/óleo. As desvantagens estão relacionadas ao manuseio dos sólidos produzidos (a geometria dos vasos verticais facilita a remoção) e à menor capacidade de absorver grandes golfadas (variações de fluxo) (THOMAS, 2004).

O estudo dos separadores gravitacionais está baseado na imiscibilidade e diferença de densidade entre as fases gasosa, oleosa e aquosa. A partir dessas características, são aplicados os fundamentos que regem a operação unitária de sedimentação/decantação e a termodinâmica, especialmente no que tange equilíbrio líquido-vapor. Cabe ressaltar, que existe ainda uma quarta fase formada pelos sedimentos sólidos, porém essa fase é desconsiderada no estudo primário do equipamento (BRASIL et al., 2014).

Sendo geralmente os primeiros equipamentos a processar o petróleo, que em virtude das características turbulentas e cisalhantes do escoamento multifásico de elevação possui fases (água, óleo e gás) em íntimo contato, é importante que esses equipamentos possuam um dimensionamento apropriado para lidar com as dispersões água-óleo e gás-óleo.

Bothamley & Campbell (2013), ressaltam que o uso da fluidodinâmica computacional proporciona mais conhecimento e uma melhor definição do comportamento do escoamento de fluidos no interior de equipamentos de separação. O uso desse recurso proporciona melhorias significativas no dimensionamento externo e também na definição e aprimoramento dos equipamentos internos. (NASCIMENTO, 2017). Sabendo que muito do tempo gasto em

projetos industriais de fluidodinâmica computacional é dedicado à geração do domínio e da sua discretização (malha computacional) que atenda os critérios de qualidade do fenômeno a ser retratado.

Um estudo de fluidodinâmica computacional é realizado em 3 etapas principais, pré processamento, processamento e pós processamento. O pré-processamento envolve a construção da geometria em CAD, da discretização dessa geometria denominada por malha e na definição do modelo matemático que governará o fenômeno a ser representado. Através do modelo semi-empírico escolhido, é possível realizar os cálculos de dimensionamento do objeto de alvo, definir seus dispositivos internos e por fim gerar diferentes domínios computacionais que são parte da primeira etapa de um estudo de fluidodinâmica computacional.

2 | METODOLOGIA

- a. Levantamento bibliográfico sobre dimensionamento de vasos separadores horizontais para obtenção de embasamento teórico acerca dos modelos semi-empíricos existentes e sua manipulação;
- b. Dimensionamento externo do vaso separador horizontal: aplicação da modelagem semi-empírica e dimensionamento dos bocais;
- c. Geração dos domínios computacionais representativos do vaso separador dimensionado com os respectivos dispositivos internos: para criação da geometria Desenho Assistido por Computador (CAD) em 3D. Utilizou-se a ferramenta *DesignModeler Ansys Student R1 2020*;
- d. Geração e avaliação da malha computacional a partir da geometria representativa, formada por elementos tetraédricos, com o uso do *software Mesh Ansys Student R1 2020*.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Levantamento bibliográfico e definição do modelo semi-empírico

O levantamento bibliográfico inicial permitiu compreender todas as partes que compõem o equipamento, além do seu funcionamento. Esta etapa se mostrou importante, pois a compreensão dos processos físicos que regem o funcionamento do vaso separador, as principais limitações e problemas operacionais, sendo indispensável para o desenvolvimento das etapas posteriores, que visam a proposta de solução a partir do adequado dimensionamento.

Segundo Thomas (2004) os separadores trifásicos são utilizados para separar e remover qualquer água livre (camada de água limpa que aparece no fundo, após

decantação de uma emulsão óleo/água) que possa estar presente no processo. O projeto desses separadores é idêntico aos separadores bifásicos, sendo que é preciso ter em mente que ele requer mais espaço para a decantação do líquido e um dispositivo específico para remoção da água livre.

A revisão de literatura também permitiu compreender o processo de dimensionamento dos equipamentos de separação usados no processamento primário da indústria do petróleo. A etapa do dimensionamento corresponde a projetar o diâmetro e comprimento adequados para construção de um vaso separador horizontal trifásico diante de uma determinada condição de operação, para isso, o vaso é dimensionado por meio de modelos semi-empíricos que usam dados de produção dos fluidos do campo em específico e dados de condições operacionais ao qual o separador será submetido. Modelos de dimensionamento detalhado e acurado podem ser encontrados nos trabalhos de Arnold e Stewart (2008) e Svrcek e Monnery (1994).

Ghaffarkhah et al. (2016) aplicaram CFD no dimensionamento de um vaso separador trifásico. Ao comparar os modelos de Arnold e Stewart (2008) e Svrcek e Monnery (1994), construindo ambos os separadores e simulando testes de separação com auxílio do *software* Ansys CFX, chegando à conclusão de que o modelo proposto por Arnold e Stewart (2008) se mostrou mais eficiente.

Ampuero et al. (2017) estudaram o dimensionamento de separadores óleo gás horizontais e verticais, utilizando como base o modelo de Arnold e Stewart para os cálculos de dimensionamento.

Ahmed et al. (2017) fizeram um estudo comparativo entre os modelos de dimensionamento de vasos separadores trifásicos e os custos associados na construção de do equipamento quando baseado nos modelos de dimensionamento. Concluíram que quando dimensionado pelo modelo de Svrcek e Monnery (1994) o vaso geralmente tem custo mais elevado de construção em relação ao de Arnold e Stewart (2008) por conta de seu diâmetro mais largo, além disso, concluíram que a acurácia do modelo de Svrcek e Monnery (1994) tende a ser menor por ele ser baseado em tabelas e iterações manuais.

Martins (2017) estudou o desempenho de um separador trifásico devido aos efeitos dos movimentos de uma FPSO sob ação de ondas do mar com auxílio do *software* WAMIT utilizando o modelo de Arnold e Stewart (2008) no dimensionamento do vaso separador trifásico em estudo.

Yayla et al. (2018) analisaram numericamente, a partir do uso da fluidodinâmica computacional (CFD), separadores horizontais bifásicos usados em projetos petrolíferos com auxílio do *software* Ansys CFX utilizando no dimensionamento o modelo de Arnold e Stewart (2008).

Assim, diante das vantagens e aceitação científica reportada nas atuais publicações da literatura, obteve-se como resultado a definição do modelo de Arnold e Stewart (2008) para o dimensionamento do vaso separador horizontal trifásico.

3.2 Dimensionamento do vaso separador

O dimensionamento do vaso separador trifásico usando a modelagem semi-empírica de Arnold e Stewart (2008) utilizou-se as propriedades dos fluidos de um separador real denominado Gullfaks-A que constam no trabalho de Hansen et al (1993). A utilização dos dados levou em conta a projeção para produção futura, uma vez que naquele momento a água produzida tinha vazão bem inferior ao óleo e a projeção aumenta especificamente a vazão de água, problemática recorrente em poços que já têm algum tempo de exploração, e que corrobora a necessidade da utilização do separador trifásico. Os dados estão apresentados na Tabela 1.

Dados de entrada	Água	Gás	Óleo
Vazão	187789BWD	1,40MMsfcd	208469BOPD
Viscosidade	0,43cP	0,013cP	5,25cP
Massa específica	1030kg/m ³	49,7kg/m ³	831,5kg/m ³

Tabela 1- propriedades físicas dos fluidos no separador Gullfaks-A (produção projetada para o futuro).

Fonte: Hansen et al (1993). Adaptado pelo autor.

Além das propriedades físicas dos fluidos, segundo Hansen et al (1993) as condições operacionais são: pressão de 996,4Psia, temperatura de 131,72°F e o grau API de 38,7. O tempo retenção foi definido com base API do óleo como 6 min, usando a relação proposta em Arnold e Stewart (2008).

Definidos os dados de entrada o dimensionamento externo do vaso separador foi realizado de acordo com o modelo de Arnold e Stewart (2008).

Inicialmente, calculou-se a diferença entre as densidades relativas do óleo e da água de acordo com a Equação 1. A análise das densidades relativas traz a informação de qual é o mais leve em relação à água, parâmetro importante para a separação gravitacional.

$$\Delta SG = 1,03 - 0,8315 \text{ (Equação 1)}$$

$$\Delta SG = 0,1985$$

Posteriormente, foi computado a espessura (altura) máxima da fase oleosa (h_{omax}), como apresentado na Equação 2:

$$h_{\text{omax}} = 0,00128 \times \frac{tr \times (\Delta SG) \times d^2 m}{\mu_{\text{oleo}}} \text{ (Equação 2)}$$

$$h_{\text{omax}} = 0,00128 \times \frac{6 \text{ min} \times (0,1985) \times (500 \mu\text{m})^2}{5,25 \text{ cP}}$$

Por tratar-se de altura máxima, usou-se o valor de 500μm baseado no método semi-

empírico, uma vez que esse é o diâmetro associado às gotículas de água, temos esse cenário como a maior altura possível, $h_{max} = 72,6$ in. Em seguida, calculou-se a razão entre área transversal do vaso disponível para retenção de água (A_w) e área transversal total (A) do vaso, onde:

$$\frac{A_w}{A} = 0,5 \times \frac{Q_w \times t_r}{Q_o \times t_r + Q_w \times t_r} \quad (\text{Equação 3})$$

$$\frac{A_w}{A} = 0,5 \times \frac{187789\text{BWPD} \times 6\text{min}}{(208.469\text{BOPD} \times 6\text{min}) + (187.789\text{BWPD} \times 6\text{min})}$$

$$\frac{A_w}{A} = 0,237$$

Para essa relação, no modelo semi-empírico existe uma constante β . O valor estimado da constante β para esse valor de 0,237 é $\beta = 0,218$. Em posse do valor da constante β o diâmetro máximo (d_{max}) pode ser computado, de acordo com a seguinte relação:

$$d_{max} = \frac{h_{max}}{\beta} \quad (\text{Equação 4})$$

$$d_{max} = \frac{72,6 \text{ in}}{0,218}$$

$$d_{max} = 333 \text{ in}$$

A próxima etapa na modelagem semi-empírica consiste em avaliar a relação entre o diâmetro do vaso (d) e o seu comprimento efetivo (L_{eff}), através da Equação 5, que sejam menores que o diâmetro máximo determinado que satisfaça a restrição de capacidade de gás, essa restrição é referente ao volume interno do vaso separador ter tamanho suficiente para acomodar a porção gasosa da corrente multifásica que adentra o separador:

$$dL_{eff} = 420 \frac{TZQg}{P} \left[\left(\frac{\rho g}{\rho l - \rho g} \right) \frac{Cd}{dm} \right]^{0,5} \quad (\text{Equação 5})$$

$$dL_{eff} = 420 \frac{(591,39R)(0,99)(1,40 \text{ MMs} fcd)}{996,41 \text{ Psia}} \left[\left(\frac{3,1 \text{ lb}/\text{ft}^3}{(51,91 - 3,1) \text{ lb}/\text{ft}^3} \right) \frac{2,01}{100} \right]^{0,5}$$

$$dL_{eff} = 12,34$$

Em acordo com os valores de vazão da Tabela 1, o valor encontrado é baixo. Como a maior porção da corrente multifásica que adentra o separador é de líquidos a capacidade do gás não será governante para o dimensionamento, calculou-se através da Equação 6 a relação entre o diâmetro do vaso (d) e o seu comprimento efetivo (L_{eff}) que sejam menores que o diâmetro máximo determinado que satisfaça a restrição de tempo de retenção da água e do óleo, essa restrição é referente ao volume interno do vaso separador ter tamanho suficiente para acomodar durante o tempo de retenção a porção líquida da corrente multifásica que adentra o separador:

$$d^2L_{eff} = 1,42 [(Q_w \times t) + (Q_o \times t)] \quad (\text{Equação 6})$$

$$d^2L_{eff} = 1,42 [(187789\text{BWPD} \times 6\text{min}) + (208469\text{BOPD} \times 6\text{min})]$$

$$d^2L_{eff} = 3376118$$

O valor encontrado pela Equação 6 é descrito como o produto do quadrado do

diâmetro do vaso (d) e o seu comprimento efetivo (L_{eff}). O comprimento real (L_{ss}) do vaso pode ser estimado por $L_{\text{ss}} = 4/3L_{\text{eff}}$ (Equação 7).

SR representa a relação entre o comprimento real e o diâmetro dado pela expressão $12L_{\text{ss}}/d$. Segundo essa modelagem semi-empírica, a seleção do SR deve ser feita respeitando o intervalo de 3 a 5. Atrelando essa escolha a um tamanho razoável que satisfaça a restrição da capacidade de gás ou espessura (altura) máxima da fase oleosa. A Tabela 2 apresenta os valores de diâmetro do vaso (d), comprimento efetivo (L_{eff}), comprimento real (L_{ss}) e SR.

d (in)	L_{eff} (ft)	L_{ss} (ft)	SR
180	104,2	139,0	9,2
220	76,7	102,3	5,5
240	58,6	78,1	3,9
260	49,9	66,6	3,0
280	43,1	57,4	2,5

Tabela 2- Seleção de diâmetro e comprimento do vaso

Fonte: Autoria própria.

Neste caso, as escolhas possíveis estão entre aproximadamente 220 in para o diâmetro e 102,3 ft para o comprimento real e 260 in para o diâmetro e 66,6 ft para o comprimento real. Essa mobilidade de escolha se deu levando em consideração os equipamentos internos.

3.3 Obtenção dos diâmetros dos bocais

Após o dimensionamento externo do vaso, dimensionou-se os bocais com base no método proposto por Lyons (1996). Para atendimento do método de Lyons (1996) as seguintes etapas foram realizadas:

1. Cálculo da massa específica da mistura (ρ_{mix}):

$$\rho_{\text{mix}} = \frac{[Q_w \times \rho_w + Q_o \times \rho_o]2,5514 \times 10^{-5} + (Q_g \times \rho_g \times 0,06243)}{(Q_w + Q_o)4,0868 \times 10^{-4} + Q_g} \quad (\text{Equação 8})$$

$$\rho_{\text{mix}} = 36,76 \text{ lb/ft}^3$$

2. Cálculo da velocidade de entrada do fluido (VE):

$$VE = \frac{c}{\sqrt{\rho_{\text{mix}}}} \quad (\text{Equação 9})$$

onde, c é constante e igual a $80 \text{ lb}^{1/2}/(\text{ft}^{1/2} \text{ s})$. Desta forma, temos

$$VE = 13,20 \text{ ft/s}$$

3. Diâmetro do bocal de entrada (DE)

$$DE = 12 x \sqrt{\frac{4 [(Qw+Qo)4,0868x10^{-4}+Qg]}{\pi x VE}} \text{ (Equação 10)}$$

$$DE = 20,34 \text{ in}$$

4. Cálculo da velocidade da saída do gás (VSG)

$$VSG = \frac{D}{\sqrt{\rho g x 0,06243}} \text{ (Equação 11)}$$

onde, D é constante e igual a 60 lb^{1/2}/(ft^{1/2} s)

$$VSG = 34,06 \text{ ft/s}$$

5. Diâmetro do bocal de saída do gás (DSG)

$$DSG = 12 x \sqrt{\frac{4 x Qg}{\pi x VSG}} \text{ (Equação 12)}$$

$$DSG = 9,31 \text{ in}$$

6. Cálculo da velocidade da saída do óleo (VSO)

$$VSO = \frac{E}{\sqrt{\rho o x 0,06243}} \text{ (Equação 13)}$$

onde, E é constante e igual a 240 lb^{1/2}/(ft^{1/2} s)

$$VSO = 33,31 \text{ ft/s}$$

7. Diâmetro do bocal de saída do óleo (DSO)

$$DSO = 12 x \sqrt{\frac{4 x Qo x 4,0868x10^{-4}}{\pi x VSO}} \text{ (Equação 14)}$$

$$DSO = 8,65 \text{ in}$$

8. Cálculo da velocidade da saída da água (VSA)

$$VSA = \frac{E}{\sqrt{\rho w x 0,06243}} \text{ (Equação 15)}$$

onde, E é constante e igual a 240 lb^{1/2}/(ft^{1/2} s)

$$VSA = 29,93 \text{ ft/s}$$

9. Diâmetro do bocal de saída da água (DSA)

$$DSA = 12 x \sqrt{\frac{4 x Qw x 4,0868x10^{-4}}{\pi x VSA}} \text{ (Equação 16)}$$

$$DSA = 8,65 \text{ in}$$

Após dimensionamento dos bocais, o formato de tanque foi selecionado. Definiu-se o uso de tanque elíptico, este que possui as seções transversais como uma elipse geométrica perfeita e segue uma relação do código ASME VIII, Divisão 2, onde o valor da divisão entre diâmetro interno é duas vezes o valor da altura deve estar entre 1,7 e 2,2. Considerando o valor de 2 para o fator do tanque elíptico (F_{te}), e o diâmetro (D), do equipamento do dimensionamento externo, definido como 240 in, foi obtido um valor de altura (h) igual a 60 in, a partir desses valores de altura e diâmetro ambos os tanques foram construídos.

$$F_{te} = \frac{D}{2h} \text{ (Equação 16)}$$

$$h = 60 \text{ in}$$

Os dispositivos internos, demonstrados abaixo na Figura 2, possuem funções

específicas no processo de separação das fases no interior do vaso separador. A separação inercial atua na alteração do momento linear da carga logo no início do processo, separando a fração gasosa da fração líquida. A ação gravitacional ou decantação é a principal força envolvida na separação das fases, pois faz com que o fluido de maior densidade (água) se deposite no fundo do equipamento e que o de menor densidade (gás) ascenda para o topo, permanecendo o fluido de densidade intermediária (óleo) entre os dois primeiros. A coalescência age sobre as partículas muito pequenas de fluido, as quais não podem ser separadas por gravidade. Esse mecanismo faz com que as menores partículas se aglutinem para formar partículas maiores, sensíveis então a ação gravitacional (THOMAS, 2004).

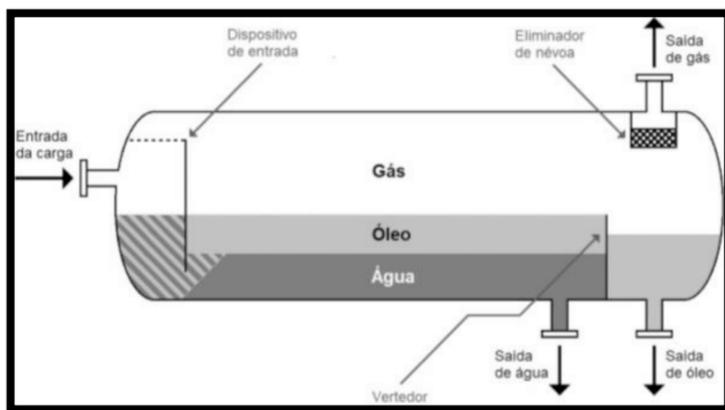


Figura 1- Esquema de um separador horizontal trifásico

Fonte: MOKHATABE, POE e SPEIGHT (2006).

A primeira etapa é denominada separação primária e ocorre no momento em que a carga adentra no equipamento pela entrada lateral. Nesse ponto, a corrente multifásica oriunda do reservatório interage com o dispositivo de entrada, o defletor, que provoca uma alteração brusca e repentina na direção e velocidade dos fluidos.

Na segunda etapa ocorrem dois processos simultaneamente, sendo um no topo e outro no fundo do vaso. No topo, temos a sedimentação das gotas de óleo remanescentes na fase gasosa, enquanto no fundo, temos a separação da fração líquida em uma fase oleosa e outra aquosa. Ambos os processos são regidos pela ação gravitacional. Temos aqui a presença do segundo dispositivo interno escolhido para este projeto, o vertedor, que funciona como um bloqueio para reter a fase (aquosa) e somente permitir a passagem da fase menos densa (oleosa).

Por fim, a etapa final é denominada eliminação de névoa e tem como função remover as menores gotículas de óleo que ainda estejam presentes na fase gasosa. Essa remoção é feita pela coalescência dessas partículas de diâmetro muito pequeno em gotas maiores.

Para tanto, o gás flui através do terceiro dispositivo interno escolhido para este projeto, o extrator de névoa, que obriga o gás a seguir por trajetórias tortuosas, fazendo assim com que as gotículas de óleo colidam umas com as outras e com as paredes do dispositivo, aglutinando-se e formando gotas maiores.

Para uma análise futura de simulação usando fluidodinâmica computacional, é interessante avaliar a influência destes dispositivos internos, expostos anteriormente, no processo de separação. Portanto, a partir da revisão de literatura o defletor, o extrator de névoa e o vertedor foram inseridos na geometria CAD do separador.

Neste sentido, após todas as etapas do dimensionamento, e a definição dos internos, o projeto do vaso separador trifásico é descrito abaixo na Tabela 3:

Tipo de casco	Cilíndrico
Diâmetro interno	240 in
Tipo de tampo	Eliptico
Fator do tampo elíptico	2
Altura do tampo elíptico	60 in
Comprimento entre tangentes	78,1 ft
Fluido	Gás/Óleo/Água
Massa específica dos fluidos	49,7/831,5/1030 kg/m ³
Viscosidade dos fluidos	0,013/5,25/0,43 cP
Ocupação do separador	50%
Temperatura operacional	131,72 °F
Pressão operacional	996,41 Psia
Tempo de retenção	6 min
Comprimento do defletor	120 in
Comprimento do vertedor	120 in
Extrator de névoa	Meio poroso

Tabela 3 - Dados do projeto do vaso separador trifásico

Fonte: Autoria própria.

3.4 Domínio Computacional

Segundo Santos (2010) a primeira etapa de uma análise de fluidodinâmica computacional é a construção da geometria, o domínio a ser estudado. Para realização dos domínios computacionais representativos desse vaso separador dimensionado com os respectivos dispositivos internos, utilizou-se uma ferramenta CAD denominada *DesignModeler*, do software *Ansys Student R1 2020*. Visando a uma análise futura usando fluidodinâmica computacional foi gerado o domínio computacional (Figura 2) com os

dispositivos internos (Figura 3), de acordo com o projeto apresentado na Tabela 3.

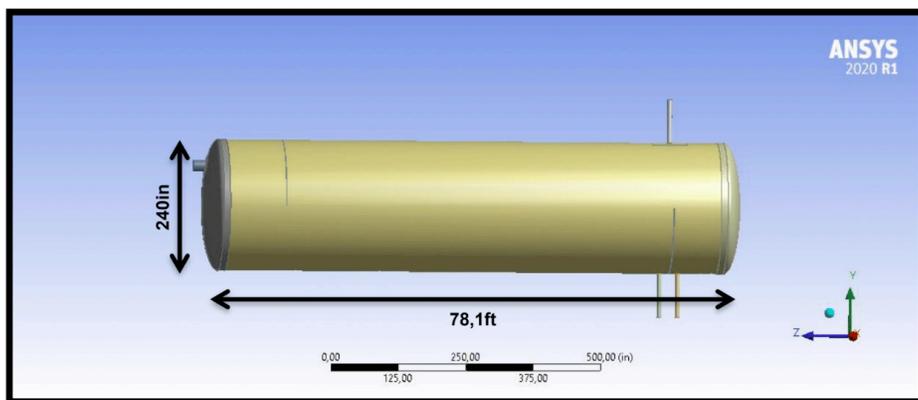


Figura 2- Domínio computacional construído no *DesignModeler*, do software *Ansys Student R1 2020*

Fonte: Autoria própria.

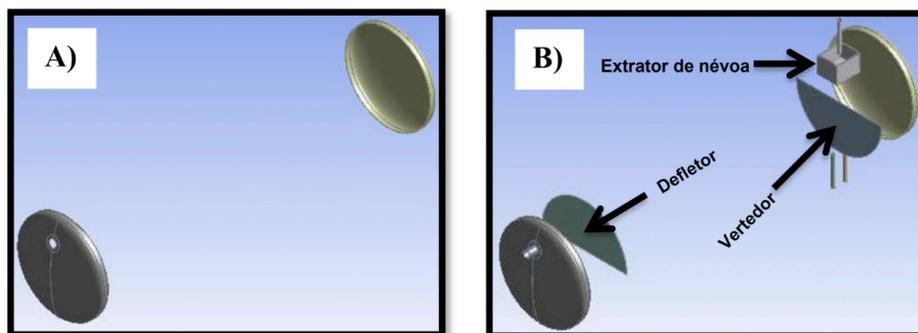


Figura 3- A) Tampos elípticos do vaso. B) Dispositivos internos (defletor, vertedor e extrator de névoa, respectivamente). Construídos no *DesignModeler*, do software *Ansys Student R1 2020*

Fonte: Autoria própria.

Em uma etapa de simulação do separador trifásico usando CFD, recomenda-se também variação nas condições operacionais (pressão, temperatura e tempo de retenção) e nos dados do fluido a ser separado, a fim de testar a eficácia do equipamento em condições diferentes do projetado.

3.5 Malha numérica

Após a geração do domínio deve ser realizada discretização do mesmo. A discretização consiste em subdividi-lo em menores volumes, nos quais as equações matemáticas serão

resolvidas no software de fluidodinâmica computacional, que utiliza o método dos volumes finitos. A malha pode ser dividida entre estruturada e não estruturada. Segundo Santos (2010) a malha estruturada tem a característica de possuir o mesmo número de elementos vizinhos, sob uma linha de orientação comum a esses elementos. Além disso, existem situações onde um determinado domínio computacional exige a utilização da malha híbrida, isso é, a utilização concomitante de malhas estruturadas e não estruturadas.

Para geração da malha computacional representativa do vaso separador horizontal trifásico dimensionado, utilizou-se de elementos tetraédricos na ferramenta *Mesh* do software *Ansys Student R1 2020*. Obteve-se uma malha não-estruturada e possui aproximadamente 56 mil elementos tetraédricos de tamanho 26in (Figura 4). A avaliação da qualidade da malha gerada foi feita com base nas principais métricas de malha, sendo elas: razão de aspecto, assimetria e ortogonalidade. A razão de aspecto é a relação entre a maior e a menor aresta do elemento, o valor ideal dessa métrica é próximo a 1. Assimetria é a distância entre o vetor que conecta o centro dos volumes vizinhos, o valor ideal dessa métrica é próximo a 0. Ortogonalidade se refere ao desvio do ângulo entre o centro dos volumes adjacentes e o vetor normal à superfície entre eles, a ocorrência frequente de não ortogonalidade (valores próximos a 0) degrada a solução (ANSYS, 2020).

Através da avaliação dos gráficos das métricas de malha fornecidos pelo software (Figuras 5, 6 e 7), concluiu-se que a malha gerada não possui a qualidade necessária para a continuidade do estudo.

Em virtude da pandemia da COVID-19 o recurso computacional (hardware) restringiu-se ao computador de uso pessoal para a realização desta etapa, que se mostrou, pois possui limitações para realizar o refino da malha. Sendo a geração da malha numérica uma das etapas mais importantes de um estudo de CFD, logo, sugere-se à realização em projetos futuros, de geração de malhas mais refinadas, com uma qualidade que não comprometa a realização do estudo fluidodinâmico computacional, e a física do problema possa ser representada.

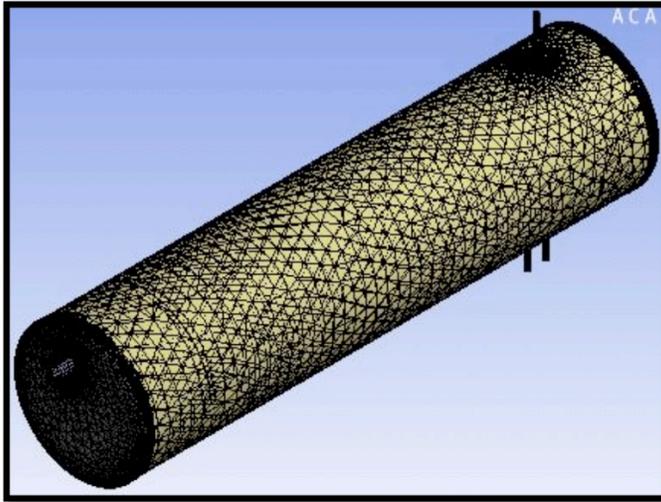


Figura 4- Malha numérica gerada no *Mesh* do software *Ansys Student R1 2020*

Fonte: Autoria própria.

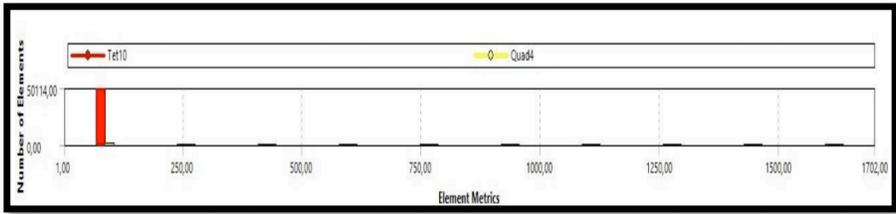


Figura 5- Avaliação da razão de aspecto. Gráfico gerado no *Mesh* do software *Ansys Student R1 2020*

Fonte: Autoria própria.

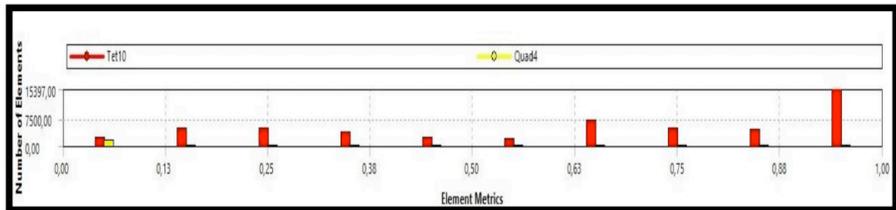


Figura 6- Avaliação da assimetria Gráfico gerado no *Mesh* do software *Ansys Student R1 2020*

Fonte: Autoria própria.

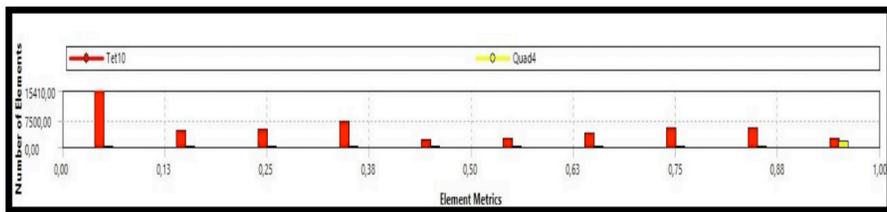


Figura 7- Avaliação da ortogonalidade Gráfico gerado no *Mesh* do software *Ansys Student R1 2020*

Fonte: Autoria própria.

4 | CONCLUSÕES

Através da revisão de literatura foi possível definir o modelo de dimensionamento semi-empírico de Arnold e Stewart (2008). O modelo atrela o dimensionamento às condições operacionais e propriedades físicas dos fluidos, portanto alterações nesses parâmetros sugerem alterações no dimensionamento externo e nos bocais dimensionados através do método proposto por Lyons (1996). A seleção dos dispositivos internos foi feita com base em suas respectivas atuações no processo de separação. E assim, com auxílio da ferramenta de CAD *DesignModeler* da versão estudante do software *Ansys R1 2020* construir o domínio computacional baseado no dimensionamento proposto, visando a realização de um estudo de fluidodinâmica computacional. Em virtude do recurso computacional inapropriado não foi possível gerar um resultado satisfatório de qualidade de malha. Tendo em vista que a discretização do domínio computacional é parte fundamental para garantir um processamento CFD que reflita a física do problema, sugere-se a continuidade do estudo com a geração de malhas de melhor qualidade.

REFERÊNCIAS

- AHMED, T. et al. **Optimisation of Three Phase Separators: A Matematical Model Design**. Teesside University, 2016.
- AMPUERO, J. F. I. et al. **Design of Oil-Gas Separators – From Hydrocarbon Stream**. Universidad Nacional de Ingeniería, 2016
- ANSYS STUDENT 2020 R1. **Theory guide**, 2020.
- ANSYS STUDENT 2020 R1. **Workbench DesignModeler**. ANSYS, Inc., 2020.
- ANSYS STUDENT 2020 R1. **Workbench Mesh**. ANSYS, Inc., 2020
- American Petroleum Institute SPEC 12J - **Specification for Oil and Gas Separators**. 2008.

American Society Mechanical Engineering Section VIII, Division 2 - **Rules for Construction of Pressure Vessels**. 2010.

British Petroleum. **Historical Data**. Disponível em: <<http://www.bp.com>>. Acesso em: 02/02/2020

BRASIL, N. I. D.; ARAÚJO, M. A. S.; SOUSA, E. C. M. D. **Processamento de Petróleo e Gás**. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

GHAFFARKHAH, A.; et al. **Application of CFD for Designing Conventional Three Phase Oilfield Separator**. Egyptian Journal of Petroleum, 2016.

HANSEN, E. W. M.; et al. **Numerical Simulation of Fluid Flow Behavior Inside, and Redesign of a Field Separator**. *Proc.*, 6th International Conference on Multiphase Production, Cannes, France, 1993.

LYONS, W.C; PLISGA, G.J. **Standard Handbook of Petroleum & Natural Gas Engineering**. 2ed. EUA:Elsevier,1996.

MARTINS, C. F. **Estudo do Desempenho de um Separador Trifásico Devido aos Efeitos dos Movimentos de uma FPSO sob Ação de Ondas do Mar**. Universidade Estadual de Campinas, 2017.

MOKHATAB, S.; POE, W. A.; SPEIGHT, J. G. **Handbook of Natural Gas Transmission and Processing**. 2 ed. Elsevier, 2006.

NASCIMENTO, J. B. D. S. D. **Modelagem e Simulação de Um Vaso Separador Horizontal Bifásico**. 107p. Dissertação (mestrado) - Curso Engenharia Mecânica – Universidade Federal de Campina Grande, 2017.

SANTOS, M. M. **Simulação numérica do escoamento bifásico óleo-água em tubos**. 81p. Dissertação (mestrado) - Curso Engenharia Mecânica – Universidade Federal de Itajubá, 2010.

SVRCEK, W. Y.; MONNERY, W. D. **Successfully Specify Three-Phase Separators**. Chemical Engineering Progress, p. 29 – 40, Setembro 1994.

STEWART, M.; ARNOLD, K. **Surface Production Operations**. 3ª ed. Oxford: Elsevier, v. 1, 2008.

THOMAS, J. E. **Fundamentos de Engenharia de Petróleo**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

YAYLA, S.; et al. **Numerical Analysis of a Two-Phase Flow (Oil and Gas) in a Horizontal Separator used in Petroleum Projects**. Journal of Applied Fluid Mechanics, 2018.

SELEÇÃO DE *SOFTWARES* PARA O ENSINO DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

Data de aceite: 26/02/2021

Marcelo Salvador Celestino

Mestre em Mídia e Tecnologia pela FAAC/UNESP
Tecnólogo em Radiologia
<http://lattes.cnpq.br/209105896072596>

Vânia Cristina Pires Nogueira Valente

Doutora em Engenharia Civil pela Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
Professora do programa de Pós-graduação em
Mídia e Tecnologia da FAAC/UNESP
Departamento de Artes e Representação Gráfica
<http://lattes.cnpq.br/8962021573218552>

RESUMO: Esta pesquisa é parte integrante da dissertação de mestrado “Aplicabilidade de *softwares* de simulação para o ensino de Tomografia Computadorizada para técnicos e tecnólogos em Radiologia”. O objetivo foi o de identificar *softwares* relacionados a conteúdos presentes na disciplina e/ou cursos de Tomografia Computadorizada, no âmbito da educação profissional e tecnológica em Radiologia, passíveis de serem aplicados em processos de ensino-aprendizagem no espectro das metodologias ativas. Foram identificados trinta e dois *softwares*, dos quais 8 foram selecionados e analisados sob uma perspectiva docente e técnico-operacional. A aplicabilidade de *softwares* para o objetivo proposto foi percebida como viável, porém dependente da criatividade e metodologia dos docentes.

PALAVRAS-CHAVE: *Software*. Educação. Mídia e Tecnologia. Tomografia Computadorizada.

SOFTWARE SELECTION FOR COMPUTED TOMOGRAPHY TEACHING

ABSTRACT: This research is an integral part of the master’s dissertation “Applicability of simulation *software* for teaching Computed Tomography for technicians and technologists in Radiology”. The objective was to identify *software* related to content present in the discipline and/or courses of Computed Tomography, within the scope of professional and technological education in Radiology, which can be applied in teaching-learning processes in the spectrum of active methodologies. Thirty-two *softwares* were identified, of which 8 were selected and analyzed from a teaching and technical-operational perspective. The applicability of *software* for the proposed objective was perceived as viable, but dependent on the creativity and methodology of the teachers.

KEYWORDS: *Software*. Education. Media and Technology. Computed Tomography.

1 | INTRODUÇÃO

Este trabalho é parte da dissertação de mestrado “Aplicabilidade de *softwares* de simulação para o ensino de Tomografia Computadorizada para técnicos e tecnólogos em Radiologia” e tomou por base inicial a proposição de Chetlen et al. (2015) a respeito dos principais desafios para a implantação da simulação em processos educacionais, que se referem aos aspectos que englobam os custos e aquisição de *softwares* ou hardwares

apropriados. Como alternativa a esta dificuldade, optou-se por selecionar, elencar e descrever diferentes *softwares* com características representativas de simulação, cuja licença fosse gratuita, *open source* (aberta) ou demonstrativa, já que possuem facilidade de acesso e baixo custo de implantação enquanto estratégia didático-pedagógica para fins educacionais; no caso do presente artigo, para o ensino de conteúdos relacionados à Tomografia Computadorizada (TC). Foi desenvolvida uma Padronização Normativa de Aplicação (PNA) para classificação geral e uso dos *softwares*, afim de facilitar a sua aplicação por parte docente, além de permitir a posterior expansão ou reprodutibilidade da pesquisa em diferentes contextos educacionais.

Os *softwares* vêm sendo objeto de estudo em diferentes contextos da sociedade, seja na busca de alternativas para a resolução de questões e problemas ou na otimização do tempo e resultados nas mais variadas atividades (MANOVICH, 2013). Na Educação, é notável o uso de computadores e *softwares* como forma de romper paradigmas com modelos tradicionais de ensino, o que possibilita aos estudantes o desenvolvimento de um caminho de aprendizagem de maneira mais autônoma, por meio de metodologias ativas (VALENTE, 1993; BERBEL, 2011; FITZSIMONS, 2014).

Eles foram escolhidos como objeto de estudo devido o atual contexto de sociedade midiática, digital e imagética, cujos processos comunicacionais e tecnológicos são evidentes, corriqueiros e inevitáveis, e a aprendizagem por meio de computadores e *softwares* (VALENTE, 1993), sobretudo na modalidade à distância, como se tem visto no atual cenário de isolamento social devido à pandemia por Coronavírus, rompe com paradigmas e com o tradicionalismo educacionais.

A TC é uma modalidade médica de diagnóstico por imagens, cujo método de aquisição de imagens faz uso de radiações ionizantes (ROMANS, 2010). Geralmente, os tomógrafos são operados por profissionais de Técnicas Radiológicas (nível técnico ou superior) ou por profissionais devidamente habilitados. Além dos aspectos técnicos que permeiam a execução de um exame, esta modalidade necessita de preparo profissional para a observância dos preceitos de Proteção Radiológica, segurança do paciente e de toda equipe envolvida, devido aos bioefeitos oriundos da radiação ionizante presente no método (BRASIL, 1998).

O processo de realização de um exame de TC, bem como o realização de exames por raios X, também requer competências que envolvem comunicação entre as equipes interdisciplinares e com os clientes/pacientes, habilidades para operação de tomógrafos na programação de protocolos, pós-processamento de imagens digitais por meio das *workstations* (estações de trabalho), envio de exames para a rede no sistema de digital de imagens PACS (*Picture Archiving and Communication Systems* - Sistemas de Arquivamento e Comunicação de Imagens) e documentação de exames em mídias ou de maneira impressa. Desta forma, o universo de aplicação da referida pesquisa é o dos profissionais operacionais que realizam exames de TC, com ênfase para Técnicos (nível

médio) e Tecnólogos em Radiologia (nível superior) (BRASIL, 1985).

Nas seções seguintes serão explanados os objetivos do trabalho, o referencial teórico - com ênfase para trabalhos que descreveram o uso de *softwares* no ensino em diferentes contextos, validando a sua aplicabilidade como objetos educacionais enquanto metodologias ativas -, e os procedimentos metodológicos para coleta de material e dados. Em seguida, na seção resultados foram apresentados os *softwares* eleitos e analisados de acordo com suas características, PNA e perspectivas de aplicação, finalizando o trabalho com as considerações finais e referências bibliográficas.

2 | OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi o de selecionar e analisar *softwares* com características de simulação, capazes de serem adaptados e aplicados em um contexto educacional profissional no ensino de conteúdos relacionados à TC. De maneira secundária, buscou-se reunir material de apoio para docentes da área da Radiologia e criar uma padronização para a classificação de *softwares* para uso em pesquisas futuras com a mesma temática ou similar.

3 | REFERENCIAL TEÓRICO

Os métodos de simulação têm se tornado ferramentas em ascensão no treinamento em Radiologia, úteis no desenvolvimento de habilidades e competências, “interpretativas e não interpretativas tais como o gerenciamento de reações ao contraste, técnicas de comunicação interpessoal, profissionalismo e treinamento de equipe” (tradução livre) (CHETLEN et al., 2015, p.1253). Os métodos também podem minimizar o estresse dos estudantes no contato inicial com as práticas de trabalho, possibilitando o contato com situações pouco usuais no cotidiano prático ou situações incomuns e raras (CHETLEN et al., 2015).

Eles podem ser adaptados a diferentes temáticas e níveis educacionais, bem como conteúdos programáticos, como por exemplo, Anatomia Seccional (SHIN et al., 2011), Música (SILVA, 2017), Biologia (JESUS, 2018), Engenharia (SOUZA et al., 2010), Química (PINHEIRO; PESSOA JÚNIOR; ARAÚJO, 2015), Libras (TEIXEIRA; BRITO; SILVA, 2016), dentre outros.

A aplicação de *softwares* de simulação ou com características adaptáveis aos processos de simulação no ensino-aprendizagem tem sido pesquisada em diversos contextos educacionais (STREICHER et al., 2005; BORBA, 2014; FLORES; BEZ; BRUNO, 2014; FAUQUET-ALEKHINE; PEHUNE, 2016). Na área da Saúde, a aplicação de *softwares* e processos de simulação desenharam uma prática de aprendizagem na qual o estudante atua de maneira ativa na reprodução e repetição de tarefas, fortalecendo o desenvolvimento e aquisição das mais diferentes habilidades e competências, sem prejuízos aos pacientes

(ZIV et al., 2006; PAZIN FILHO; SCARPELINI, 2007; GEERAERTS; TRABOLD, 2016).

Assim, mediante as evidências de benefícios do ensino por estes objetos, entende-se que também seja possível a aplicação de *softwares* ou *softwares* de simulação no ensino de TC, promovendo o desenvolvimento e treinamento de competências e habilidades práticas necessárias para a realização de exames e produção de imagens médicas de qualidade, além do desenvolvimento profissional como um todo, com ênfase para a promoção do cuidado pela saúde dos pacientes e de todos os envolvidos no setor de Diagnóstico por Imagem.

Para fundamentar as pesquisas sobre *softwares* para o ensino de TC foi selecionado como software modelo de simulação realística o MITIE (*Medical Imaging Training Immersive Environment*, Ambiente de Treinamento Imersivo de Imagens Médicas), um *software* utilizado como componente curricular dos cursos de radiografias pela Queensland University of Technology (Universidade de Tecnologia de Queensland) (E2E VISUALS, 2017). Não foi possível acesso ao conteúdo completo do *software*, mas por meio de imagens e descrição identificou-se a sua similaridade e representação do ambiente de exames de TC e prática de programação de protocolos para realização de exames.

A figura 1 ilustra uma tela do MITIE e representa a sala de comando de TC e a sala de exames, com o paciente deitado sobre a mesa adentrado o gantry, sob o olhar do profissional que realizará o exame.

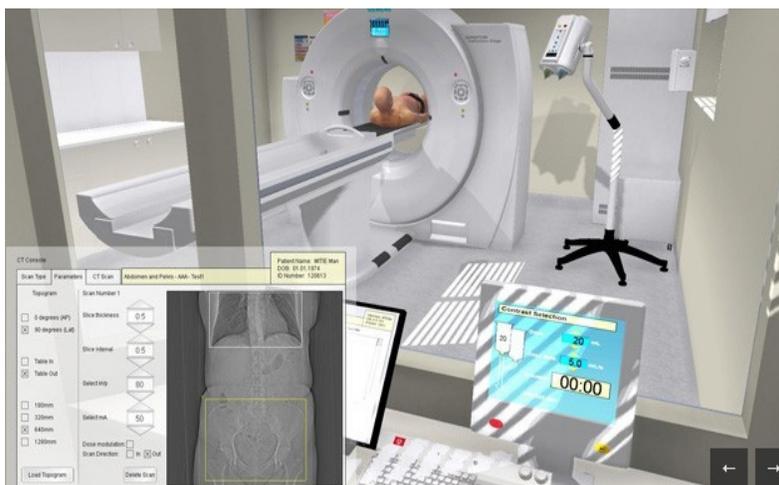


Figura 1. Representação de uma sala de comando de TC e de exames

Fonte: E2E Visuals (2017)

A figura 2 ilustra a programação de um exame de TC do crânio, no *software* MITIE. Visualiza-se a programação e aquisição de imagens no monitor, e o laser (luz guia) de

posicionamento da cabeça do paciente no gantry (linhas vermelhas).

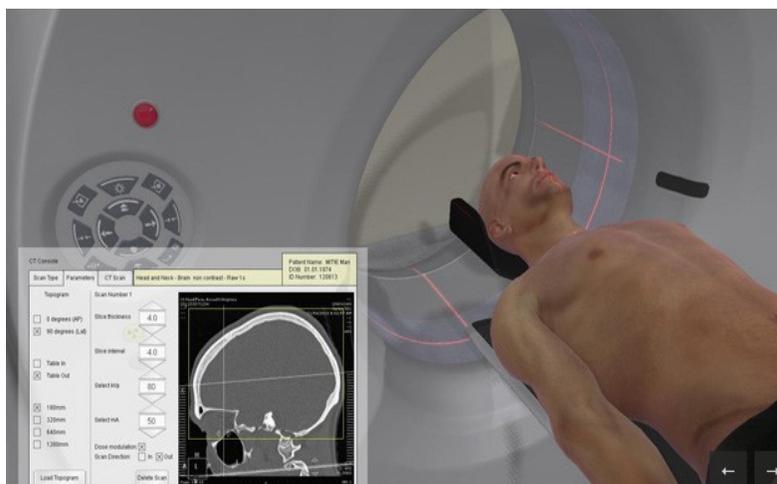


Figura 2. Simulação da programação de uma TC de crânio

Fonte: E2E Visuals (2017)

A explanação simulada por meio de um *software*, além de ilustrar os processos e procedimentos que envolvem a dinâmica da realização de um exame de TC, pode auxiliar na aquisição e fortalecimento do conhecimento por meio da aprendizagem significativa, como uma forma de aprendizagem progressiva, que se ancora em conhecimentos prévios e já estabelecidos (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978).

4 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente artigo é caracterizado por uma pesquisa exploratória. A busca por *softwares* com viés na área da Radiologia teve início no Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE) (BRASIL, 2018), na aba Níveis de ensino & Tipos de recursos, no qual os Níveis de ensino no BIOE especificados foram a (1) Educação Profissional: Ambiente, Saúde e Segurança: *softwares* Educacionais, com apenas 1 item encontrado; a (2) Educação Superior: Tecnológicos, sem resultados e a (3) Educação Superior: Ciências da Saúde: *softwares* Educacionais, sem resultados. Dos 19.842 objetos educacionais cadastrados no BIOE, apenas 1 *software* com viés para área da Radiologia (e Ciências da Saúde, de modo geral) foi encontrado, o que evidencia uma insipiência destas áreas quanto à produção e publicação de objetos educacionais neste repositório. De qualquer maneira, o *software* encontrado no BIOE não foi analisado, pois se tratava de apenas de vídeo.

Em seguida realizou-se uma busca por meio do buscador do Google utilizando os termos “*softwares, simulation, education, training, Tomography*” e “*softwares, simulação e Tomografia Computadorizada*”, com o interesse em encontrar sites de empresas ou *softwares* disponibilizados com aderência ao tema proposto. Não foram visitados, neste momento, artigos, revistas, blogs, páginas de mídias sociais, programas de treinamento ou cursos (com exceção de aulas que utilizassem simuladores) ou páginas que se referissem à simulação, simuladores e objetos correlatos que não fossem *softwares*. Após leitura da descrição do site ou do SEO disponibilizado na página de resultados da busca, foram selecionados aqueles relacionados à TC, e em seguida foram acessados para uma pré- triagem por meio da percepção da relações entre o *software* e a TC.

Inicialmente, foram selecionados 32 *softwares* potenciais dentro do recorte proposto, que estivessem nos idiomas Português, Inglês e/ou Espanhol. Descartaram-se da seleção os que, apesar de conter imagens de TC e estarem inseridos no Diagnóstico por Imagem, não apresentassem aderência à aplicabilidade ao ensino da TC, ou seja, fossem muito específicos para outros profissionais. Também foram descartados *softwares* cujas informações não estivessem claras o suficiente para compreensão do produto, jogos ou *quizzes*, ou ainda que não estivesse nos idiomas Português, Inglês e/ou Espanhol. Para a coleta das informações utilizadas na descrição dos *softwares* selecionados, foram visitados seus respectivos sites e outros sites relacionados, que pudessem agregar informações relevantes. Após aplicar os critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 7 *softwares* gratuitos e 1 com licença demonstrativa/paga para compor principalmente o *corpus* principal de análise dos Resultados.

O item aplicabilidade, na descrição dos mesmos, está relacionado à formação, análise e experiência dos autores quanto à sua aplicabilidade ao ensino da TC. Foi realizada uma pesquisa exploratória na base de dados da CAPES (PLATAFORMA SUCUPIRA, 2018), com artigos de Qualis B2 a A1, na biblioteca digital Science Direct (2018) e no site da PubMed (NCBI, 2018), mas não foram encontrados trabalhos que descrevessem *softwares* similares ao *software* tido como modelo, o MITIE, ou cujo título contivesse a frase “*softwares de simulação para o ensino da TC*”, em Português ou Inglês. Este resultado pode vir a ser diferente caso o espectro das bases seja ampliado ou modificado.

Para a aplicação dos *softwares* criou-se uma PNA baseada em siglas com o objetivo de agrupar os *softwares* de acordo com a possibilidade de aplicação dentro de contextos gerais, específicos ou correlatos no ensino da TC, dentre os quais:

a) Gerais:

- Comunicação Geral (CG): atendimento ao paciente, comunicação inter/multi-disciplinar e especificamente com o médico Radiologista;
- Programação de exames (PE): requer conhecimentos sobre a interface do equipamento (que varia a cada marca de modelo de equipamento), protocolos de

exames, Anatomia Humana e Anatomia por Imagens, Fisiologia, Patologia e Proteção Radiológica;

- Meios de contraste (MC): competência para identificar reações alérgicas, anafiláticas ou anafilactoides, que possam ocorrer no paciente durante um exame contrastado; habilidade para identificar casos de extravasamento do meio de contraste; domínio técnico sobre a quantidade a ser administrada de acordo com cada protocolo para orientar a equipe de enfermagem, tempo de aquisição de imagem correlacionando com a patologia em estudo;
- Pós-processamento de imagens (PPI): processos técnicos de reconstrução e reformatação de imagens.

b) Específicos ou correlatos: englobam as disciplinas de base presentes em um exame de TC, como por exemplo, Anatomia Humana (AH), Anatomia por Imagens Seccionais (AIS), Patologia (PAT), Física da TC (FTC), Proteção Radiológica (PR), Dosimetria (DM).

5 | RESULTADOS

A seguir serão descritos os *softwares* selecionados com seu PNA, suas principais características e aplicabilidade no âmbito do ensino em TC.

1) CTSim (CTSIm, 2007) (FTC)

- Visão geral: simulador de TC *open source* que mimetiza as projeções de raios X através de fantasmas de elementos geométricos, e possibilita uma vista 3D do interior do corpo humano, para análise de diferentes quadros patológicos.
- Características: diferentes algoritmos de reconstrução de imagem; funções de análise e processamento de imagens.
- Requisitos de sistema: foi desenvolvido inicialmente para Debian/GNU Linux. Para a interface gráfica é utilizado o wxWindows graphical toolkit, que segundo o site foi testado com Microsoft Windows 2000 e Debian GNU/Linux. Já a interface de linhas de comando foram testadas com Debian GNU/Linux, FReeBSD, Solaris e Windows XP (CTSIm, 2007).
- Uso pretendido: análise das projeções de raios X e algoritmos de reconstrução de imagem.
- Licença: aberta.
- Aplicabilidade em TC: pode ser utilizado na abordagem da Física da TC para compreensão e entendimento avançado dos processos de aquisição de dados e formação de imagem e de diferentes projeções geométricas dos raios X sobre a matéria; para comparar a imagem adquirida e reconstruída, e o impacto na qualidade final da imagem de acordo com cada algoritmo de reconstrução.

2) Dental Slice (DENTAL SLICE, 2009) (AH, PPI)

- Visão geral: este *software* permite realizar planejamento implantodôntico pré-operatório, por meio da importação de estudos de TC, criando simulações realistas do tratamento. Apresenta um *layout* voltado para a interatividade entre as equipes envolvidas no tratamento, como cirurgiões e protéticos. Apresenta imagens em 3D e 2D, permitindo mensurações e estudos precisos da anatomia em questão.
- Características: simulação de diferentes hipóteses de tratamento em um mesmo caso; segurança para o cirurgião e para o paciente; documentação do estudo; agilidade no processo cirúrgico.
- Requisitos de sistema: sistema operacional Windows.
- Uso pretendido: profissionais da área de odontologia para estudo e tratamento implantodôntico; compreensão dos profissionais da Radiologia a respeito do protocolo de TC Dental Scan.
- Licença: gratuita.
- Aplicabilidade em TC: estudo da anatomia dental geral, da maxila e mandíbula; correlação e introdução ao protocolo de Dental Scan, que é o exame de TC para o estudo dos elementos e das arcadas dentárias.

A figura 4 retrata uma análise dentária, com reconstrução do modelo em 3D.

3) Blender (BLENDER, 2018) (PPI)

- Visão geral: este programa traz diversas opções em relação ao tratamento de dados para 3D, que incluem possibilidades como a modelagem e a simulação, sendo utilizado para criação de animações e vídeos diversos. É um *software* criado por uma comunidade global, que envolve estudantes, pesquisadores, artistas, entre outros (BLENDER, 2018). O download da versão 2.79b e o código fonte estão disponibilizados em Blender (2018).
- Características: renderização de ciclos, com suporte para realidade virtual (VR); script em Python, pintura em 3D, rastreamento de objetos com visualização em tempo real; as animações e aparelhamento permitem ossos interpolados e com formas personalizadas; sincronização de som.
- Requisitos de sistema: sistemas operacionais Windows e Linux de 32 e 64 bits; macOS 64 bits.
- Uso pretendido: criação, modelagem e animações gerais em 3D.
- Licença: gratuita e livre.
- Aplicabilidade em TC: reformatação de estudos em 3D; compreensão das unidades *pixel* e *voxel* (volume); estudo da Anatomia Humana por meio da criação;

uso de filtros na imagem para treinamento da percepção visual da qualidade da imagem.

4) Caldose_X 5.0 (CALDOSE, 2018) (DM)

- Visão geral: este *software* possibilita o cálculo de dose absorvida pelas pessoas expostas a exames de radiodiagnóstico, por meio de fantasmas digitais, chamados MASH3 e FASH3, os quais podem ser baixados no site para pesquisas sem fins lucrativos, mediante cadastro e aceite dos termos.
- Características: cálculo de dose absorvida e riscos radiológicos pelo método de Monte Carlo, para adultos e crianças, com aplicabilidade em radiografia convencional e TC; coeficientes de conversão baseadas na ICRP891 para cálculos de exposição, de acordo com o sexo (masculino e feminino), posição do fantoma, ereto ou em supino (deitado com a barriga para cima) e biótipos diferentes; dosimetria esquelética.
- Requisitos de sistema: não especificado, mas foi testado sendo baixado por navegador Opera, Versão: 57.0.3098.116, e rodado em sistema operacional Windows 10 64-bit, em notebook com processador Intel Core i5-7200U de 2.5GHz.
- Uso pretendido: pesquisa em dosimetria computacional.
- Licença: gratuita para pesquisa, sem fins lucrativos.
- Aplicabilidade em TC: estudo dosimétricos; processos de interação da radiação ionizante com a matéria; estudo da radiosensibilidade dos tecidos humanos.

5) Designing and launching a CT simulation (GATE, 2018) (DM, FTC)

- Visão geral: *software* utilizado para simulações numéricas em Radioterapia (RT) e Diagnóstico por Imagem nas modalidades de TC, PET, SPECT e imagens ópticas (bioluminescências e fluorescências).
- Características: uso de macros.
- Requisitos de sistema: não disponível.
- Uso pretendido: design de novos sistemas médicos, teste de algoritmos para reconstrução de imagens e cálculo de doses em RT.
- Licença: *open source*.
- Aplicabilidade em TC: apresenta-se útil no estudo dos detectores, na correlação entre conteúdos de RT e DM para estudo da distribuição de dose, e planejamentos utilizados nos tratamentos de RT.

6) InVesalius 3.1 (INVESALIUS, 2018c) (PPI)

- Visão geral: *software* utilizado para reconstrução de imagens médicas, importadas de equipamentos de TC e Ressonância Magnética (RM), também utiliza-

do nas áreas de veterinária, forense e industrial. Além do Brasil, o *software* é utilizado em 142 países nas áreas médicas, acadêmica e industrial, conforme relata o site InVesalius (2018b).

- Características: adaptado para rodar em wxPython, wxPython3, VTK6 e VTK7; importação de imagens em diversos formatos além do DICOM; segmentação de imagens com as opções *threshold*, *region growing*, criação de máscaras, custo baixo ou inexistente, uso em computadores pessoais e módulo de navegação (INVESALIUS, 2018a).
- Requisitos de sistema: sistemas operacionais Microsoft Windows, GNU/Linux e Apple Mac OS X.
- Uso pretendido: reformatação de imagens, aplicação de técnicas como MIP, MinIp, VR, dentre outras.
- Licença: livre.
- Aplicabilidade em TC: utilizado para o ensino básico e prático do pós-processamento de imagens médicas.

7) RadiAnt Dicom Viewer (RADIANT, 2018) (AN, PPI)

- Visão geral: visualizador para imagens médicas.
- Características: acelerador em GPU; cursor 3D; visualizador de CD/DVD; diversas ferramentas para manipulação de imagens, como segmentos, ângulos, janelas, giro de imagem, dentre outras; suporte para imagens de diferentes modalidades de Diagnóstico por Imagem, como TC, RM, Ultrassonografia (USG), Radiologia Digital (RD) etc.; suporte para diferentes tipos de imagem DICOM, como imagens estáticas e sequências dinâmicas; estudo comparativo de imagens em diferentes planos ou fases de aquisição, como imagens de um mesmo estudo pré e pós-contraste; reformatações multiplanares (MPR) e renderização de volume 3D (3D VR); predefinições em 3D; fusão de imagens PET-TC; suporte *multi-touch* e interface multilíngue; compartilhamento de imagens para o PACS.
- Requisitos de sistema: computador com sistema operacional Windows XP SP3, 7, 8, 8.1, 10.
- Uso pretendido: análise de imagens médicas.
- Licença: gratuita para teste.
- Aplicabilidade em TC: estudo completo de imagens, treinamento de ferramentas de manipulação de imagem, estudo da Anatomia por Imagens, estudo da fusão de imagens para compreensão do comportamento das patologias, pós-processamento em MPR e 3D VR.

O download do *software* pode ser realizado em RadiAnt (2018), e o download de amostras de imagens em formato DICOM podem ser baixadas em Medical Imaging (2018).

Outro exemplo de visualizador de imagens com aplicabilidade em PPI, porém com licença paga, é o Osirix MD (PPI) (OSIRIX, 2018). De acordo com o próprio site (OSIRIX, 2018), o OsiriX MD é considerado “o visualizador de imagens médicas mais utilizado no mundo” (tradução livre). A seguir a descrição e análise da aplicabilidade do *software*.

8) Osirix MD (OSIRIX, 2018) (PPI)

- Visão geral: visualizador de imagens médicas.
- Características: suporte total ao padrão DICOM e diferentes tipos de imagens e de vídeo, pós-processamento avançado em 2D e 3D (MIP, MPR, 3D VR, renderização de superfície), técnicas exclusivas de navegação em 3D e 4D, fusão de imagens de PET-CT e SPECT-CT, exportação de arquivos para mídias removíveis como CD, DVD e pen drives.
- Requisitos de sistema: ser instalado em um Apple Mac, com os sistemas operacionais OS X 10.10 ao macOS 10.13; 6 GB de RAM.
- Uso pretendido: diagnóstico médico.
- Licença: paga, com versão demonstrativa para a versão OsiriX Lite.
- Aplicabilidade em TC: estudo da Anatomia Humana, treinamento das ferramentas de pós-processamento, diferentes tipos de reformatações, janelamento, mensurações, compreensão da distribuição do meio de contraste, principalmente em estudos vasculares de Angiotomografia (Angio-TC) e documentação de imagens.

A figura 3 demonstra uma renderização de volume de uma Angio-TC de aorta abdominal (laranja) com *stent* (bilateral) nas artérias ilíacas, e diferentes fluxos de trabalho à direita.



Figura 3. Renderização de Volume - Aorta Abdominal

Fonte: @OsiriXViewer (2017)

Além dos *softwares* descritos, foi encontrado o IACI Simulator Training (PE), um simulador que foi visualizado no YouTube (IACIONLINE1, 2012). Foi possível ter uma visão geral da interface do simulador, que se assemelha a um equipamento de TC real, em que, aparentemente, é possível inserir dados fictícios do paciente, selecionar a parte do corpo humano para realizar um estudo de TC e inserir fatores de exposição e dados gerais de um protocolo. Para acessar este simulador a partir do site do IACI (The Institute for Advanced Clinical Imaging - Instituto para Imagens Clínicas Avançadas) (2018), que está alocado na plataforma moodle, é preciso de uma chave de acesso disponibilizada por um professor. Foi realizado cadastro no site, e solicitada uma chave de acesso, mas até o presente momento não houve resposta. O uso pretendido seria treinamento de protocolos em TC, e a licença do sistema é disponível para estudantes com código de acesso fornecido por um professor.

A aplicabilidade em TC do IACI Simulator Training está sugestivamente na PE, porque aparentemente ele simula ou representa exatamente uma interface de programação de protocolos em TC. Desta forma, poderia ser utilizado para compreensão de todos os processos que permeiam essa etapa de um exame, como a inserção e a importância dos dados corretos do paciente, a seleção do protocolo de acordo com a região do corpo humano, trabalhar o tipo de aquisição ou varredura (*Scan Type*), que pode ser o modo axial ou helicoidal, início e final da varredura (*start e end location*), angulação do gantry (*gantry tilt*) - utilizada em alguns exames específicos, campo de visão (*field of view*), que está intrinsecamente relacionado a resolução espacial da imagem, fatores de exposição KV e mA, dentre outros recursos.

Como desdobramento da pesquisa, alguns sites visitados foram identificados

como recursos complementares para fortalecer as estratégias de ensino juntamente aos *softwares*. Um exemplo é o Visible Korean: Human Anatomy Medical Image System, citado em Shin et al. (2011, p.329). O site do *software* está escrito quase em sua totalidade no idioma coreano, e mesmo com a tradução do navegador, em alguns momentos o site se torna confuso. Porém, do ponto de vista de imagem, existe uma ferramenta clara que correlaciona imagens de um cadáver com as imagens seccionadas nas vistas axial, coronal e sagital, em tempo real. Também apresenta uma seção para estudo de endoscopia e dissecação virtuais. Este site pode ser inserido em um contexto de ensino e aprendizagem da ASI, promovendo o entendimento básico do estudante sobre a questão de localização espacial em uma imagem apresentada em volume.

Como a pesquisa não resultou em um único *software* que abrangesse todo o conteúdo presente em uma disciplina de TC, entende-se que a aplicação de um dos *softwares* seja mais bem aproveitada de maneira pontual por temas em cada disciplina em que haja aderência ao assunto. Sugere-se, ainda, que sejam desenvolvidas estratégias com abordagens hiper e transmidiáticas, correlacionando o uso de outros *softwares* e de diferentes mídias, como por exemplo, games, aplicativos e YouTube. As possibilidades de aplicação estão relacionadas a ação docente, no espectro das metodologias ativas de ensino por meio de ações criativas.

O CT Sim (2007) permite que se trabalhe junto aos alunos a correlação da projeção, da reconstrução e aparecimento de artefatos e qualidade da imagem. Pode-se visualizar o espectro de projeção com um gráfico que correlaciona os valores de *pixel* com as linhas. Para que este simulador seja mais bem explorado do ponto de vista didático, é preciso que o professor tenha um conhecimento sobre Anatomia, Física, Pós-Processamento e Qualidade da Imagem e, principalmente, da realização de exames, para que possa preparar o estudante para lidar com os diversos resultados de imagens obtidas em diferentes equipamentos, já que cada marca/modelo possui características peculiares.

O Dental Slice (2009) possibilita o estudo dos elementos dentários em diferentes vistas (axial, sagital e coronal). Também permite o planejamento de estudos (diversas linhas) sobre uma imagem axial da mandíbula, reformatação curva, que representa a imagem em uma vista coronal verdadeira, representação de um modelo de estudos em 3D das arcadas e estudo de profundidade de inserção dos paralelizadores na mandíbula.

O InVesalius 3.1 (2018) tem uma interface e recursos próximos aos das *workstations* profissionais de pós-processamento disponíveis no mercado ou mesmo as ferramentas de pós-processamento disponíveis nos próprios equipamentos em que são realizados os exames, o que o colocou em posição de destaque frente aos outros *softwares* analisados.

O ensino do pós-processamento de imagens geralmente ocorre em cursos livres, de capacitação ou de especialização. Isso se dá porque não são todas as instituições que dispõem de *workstations* devido ao alto custo. O laudo e análises de imagem são atribuições médicas, mas diversos procedimentos de pós-processamento e aplicação de técnicas ou

recursos são solicitados, pelo médico solicitante do exame ou Radiologista, aos profissionais da TC. Assim, o uso de *softwares* de simulação livres, associados a outros recursos, podem ser utilizados no treinamento e na aquisição de habilidades de estudantes.

A aplicação de filtros encontra aplicação prática nas rotinas em TC, pois de acordo com a dose de radiação e fatores de exposição pré-selecionados pelo profissional, o estudo pode resultar em uma imagem ruidosa ou granulada, como ocorre, também, em protocolos de baixa dose. O uso de filtros como o *Smooth*, como por exemplo no *software* Blender, ou *Soft*, a depender da marca do tomógrafo, melhoram a qualidade da imagem diagnóstica, removendo ruídos e provocando efeito de “alisamento” da imagem, sem a necessidade, em muitos casos, de uma nova exposição do paciente. É importante ressaltar que o termo *Smooth* pode ser designado para nomear algoritmos de reconstrução, como é o caso de tomógrafos da marca Philips.

A seguir, uma breve descrição sobre a aplicabilidade de alguns dos *softwares* e sites descritos na tabela 1: W-radiology: site para estudo principalmente de imagem seccionada de Tomografia Computadorizada; Interactive Tool to Teach Management of Contrast Media Reactions: traz uma abordagem generalista e global a respeito das complicações dos agentes de contraste durante um exame, servindo como uma abordagem inicial na apresentação do assunto; TEE Simulator: finalidade exclusiva médica, mas pode ser útil no estudo da Anatomia e Patologia; Cro Imagem: é específico para a área da Odontologia, como ênfase para a implantodontia, mas pode encontrar papel no estudo de exames específicos de TC para arcadas dentárias; MathWorks: tem aplicação no pós-processamento de imagens e programação de *softwares*; Computed Tomography Patient Care: apresenta diversos cursos e games; Cttutor: encontra ampla aplicabilidade e uma ampla gama de ferramentas de estudos em TC, como *flashcards* e *quizzes* que abrangem conhecimentos gerais em TC, com aplicabilidade para reforço e testes de conhecimento; EzDicom: é um visualizador de imagem com recursos úteis para o trabalho do pós-processamento de imagens, compreensão do sistema de PACS e aspectos básicos da Radiologia Digital; Stratovan Maxilo: é utilizado para pesquisas maxilofaciais, apesar de específico para médicos e dentistas, possui utilidade no ensino da Anatomia por imagem; Kyoto Visualization System: permite a criação de imagens em 3D, sendo possível o estudo da Anatomia e compreensão do pós-processamento de imagens de 3D VR; R-ITI: pode ser utilizado por profissionais da área da enfermagem.

software/Site	PNA	Link de acesso
AdvantageSim MD	PE, PPI	http://www3.gehealthcare.com/en/products/categories/advanced_visualization/applications/advantagesim_md
W-radiology	AN	http://w-radiology.com/
Interactive Tool to Teach Management of Contrast Media Reactions	MC	http://www.radiq.org/pagesStaticContent/LearnMore.aspx?course=Interactive%20Tool%20to%20Teach%20Management%20of%20Contrast%20Media%20Reactions_2161
Real World Emergency Department Cardiac CTA	AN, PT	http://www.radiq.org/pagesStaticContent/LearnMore.aspx?course=Real%20World%20Emergency%20Department%20Cardiac%20CTA_2156
TC Max	PPI	http://www.tcmasonline.com/por/ns.html
TEE Simulator	AN, PT	https://mstech.eu/
Implantviewer	PPI	http://www.annesolutions.com/sitenovo/implantviewer/
Dolphin Imaging Plus	PPI	http://www.dolphinimaging.com.br/imaging-plus/
3D Doctor	PPI	http://www.software.com.br/p/3d-doctor
Cro Imagem	AN, PPI	http://croimagem.com.br/?page_id=406
MathWorks	PPI	https://www.mathworks.com/solutions/medical-devices/medical-imaging.html
Computed Tomography (CT) Patient Care	AN, PT, PE, PPI	https://www.theonlinelearningcenter.com/free-medical-games/ID3387/computed-tomography-ct-patient-care.html
CTtutor	AN, PT, AT, MC	http://www.cttutor.com/
UCSF tomografia download grátis	FTC	http://pt.softwaresea.com/download-UCSF-tomografia-10570019.htm
Nódulo de pulmão Virtual Scanner	AN, PT	http://pt.softwaresea.com/download-N%F3dulo-de-pulm%E3o-Virtual-Scanner-10401568.htm
Radiante Viewer Portable	PPI	http://pt.softwaresea.com/download-Radiante-Viewer-Portable-10688680.htm
ezDICOM	PPI	http://pt.softwaresea.com/download-ezDICOM-10388645.htm
Stratovan Maxilo	AN	http://pt.softwaresea.com/download-Stratovan-Maxilo-10568576.htm
CAT Analyzer	PPI	http://pt.softwaresea.com/download-CAT-Analyzer-10446034.htm
Kyoto Visualization System	AN, PPI	http://pt.softwaresea.com/download-Kyoto-Visualization-System-10528980.htm
OsiriX ¹ [Wanzeler 2016, p. 51-52]	PPI	https://www.osirix-viewer.com/osirix/osirix-md/
R-ITI [Scarsbrook, Graham e Perriss 2006, p. 640]	AN, PPI	https://www.e-lfh.org.uk/demo/

1 No artigo de Wanzeler (2016) foi descrito como OsiriX, mas atualmente é encontrado como Osirix MD.

COMPARE [Scarsbrook, Graham e Perriss 2006, p. 640]	AN, PT	http://www.evaluation.idr.med.uni-erlangen.de/Ecomparetitlepage. htm
Visible Korean: Human Anatomy Medical Image System [Shin <i>et al.</i> 2011, p. 329]	AN, PPI	http://vkh3.kisti.re.kr/?q=node/8

Tabela 1. *Softwares*, sites e *links* de acesso

Fonte: Celestino (2019, p. 98)

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo selecionou e analisou *softwares* com aplicabilidade para o ensino de assuntos relacionados à TC. Dos oito *softwares* analisados, sete *softwares* são gratuitos, dentre os quais destacou-se o InVesalius 3.1 devido às suas características próximas a uma estação de trabalho real, permitindo o ensino, treinamento e desenvolvimento de habilidades no pós-processamento de imagens médicas em TC.

A pesquisa tomou por base o *software* MITIE e não retornou um único *software* que abrangesse todo o conteúdo presente no desenvolvimento de um exame de TC, o que leva a conclusão de dois pontos principais: 1º) existe uma abertura para o desenvolvimento de *softwares* nesse segmento; 2º) o uso de *softwares* não deve ser considerado como estratégia única de ensino, mas sim complementar ou conjunta a outros meios. Concluiu-se ainda que as metodologias de ensino dependem da ação criativa dos docentes, para melhor aproveitamento dos recursos de cada *software* e resultados das estratégias de ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D., HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. 2 Ed. Nova York: Holt, Rinehart and Winston, 1978. 733 p.

BERBEL, N.A.N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.

BLENDER. **Download Blender**. 2018. Disponível em: <<https://www.blender.org/download/>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

BORBA, E.Z. Imersão visual e corporal: paradigmas da percepção em simuladores. In: SOSTER, D.; PICCININ, F. (Org.). **Narrativas Comunicacionais Complexificadas II – A Forma**. SantaCruz do Sul, Edunisc, p. 239-256, 2014.

BRASIL. Casa Civil. **Lei n.º 7.394 de 29 de outubro de 1985**. 1985. Disponível em: <<http://conter.gov.br/uploads/legislativo/lei739485.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

_____. Ministério da Educação. **Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE)**. 2018. Disponível em: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>>. Acesso em 25 abr. 2018.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Diretrizes de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico. **Portaria 453 - 01 de junho de 1998**. 1998. Disponível em: <<https://www.phymed.com.br/fisica-medica/site/textos/portaria453.PDF>>. Acesso em: 08 nov. 2017.

CALDOSE. **Fantomas Humanos**. 2018. Disponível em: <<http://www.caldose.org/caldose/Introducao.aspx>>. Acesso em 20 ago. 2018.

CELESTINO, M.S. **Aplicabilidade de softwares de simulação para o ensino de Tomografia Computadorizada para técnicos e tecnólogos em Radiologia**. [dissertação] (mestrado em Mídia e Tecnologia). FAAC/UNESP. Bauru, 185 p., 2019. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/181423>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

CHETLEN, A.L. et al. Conventional medical education and the history of simulation in radiology. **Academic radiology**, v. 22, n. 10, p. 1252-1267, 2015.

CTSIM. **The open source Computed Tomography Simulator**. 04 set. 2007. Disponível em: <<http://www.ctsim.org/platforms.html>>. Acesso em 18 ago. 2018.

DENTAL SLICE. **DentalSlice, um novo conceito**. 2009. Disponível em: <http://www.dentalslice.com.br/site/01_introducao.html#screenshots>. Acesso em: 19 ago. 2018.

E2E VISUALS. **Medical Imaging Training Immersive Environment CT Module**. 2017. Disponível em: <<http://e2evisuals.com/new/portfolio/medical-imaging-training-immersive-environment-ct-module/>>. Acesso em: 17 dez. 2017.

FAUQUET-ALEKHINE, P.; PEHUET, N. **Simulation training: fundamentals and applications: Improving professional practice through simulation training**. Springer, 2016. Disponível em: <<https://www.springer.com/br/book/9783319199139>>. Acesso em 14 jul. 2017.

FITZSIMONS, M. Engaging Students' Learning through Active Learning. **Irish Journal of Academic Practice**, 2014, v. 3, n. 1, p. 1-26. Disponível em: <<https://bit.ly/2wFIFrM>>. Acesso em: 13 abr. 2020.

FLORES, C.D.; BEZ, M.R.; BRUNO, R.M. O Uso de simuladores no ensino da Medicina. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 22, n. 02, p. 98, 2014.

GATE. **Designing and launching a CT simulation**. 2018. Disponível em: <<http://www.opengatecollaboration.org/Materials2015/PracticalExercises2015/CT>>. Acesso em 14 dez. 2017.

GEERAERTS, T.; TRABOLD, F. The Simulator of Critical Situations in Anesthesia. In: **Simulation Training: Fundamentals and Applications**. Springer, Cham, 2016. p. 87-94.

IACIONLINE1. **IACI CT Simulator Demo**. 13 mar. 2012. [YouTube] (6m05s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?time_continue=82&v=ggiGTRGh8vc>. Acesso em: 19 ago. 2018.

INVESALIU. **Neuronavegação**. 2018a. Disponível em: <<https://www.cti.gov.br/pt-br/invesalius/neuronavegacao>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

_____. **Download InVesalius**. 2018c. Disponível em: <<https://www.cti.gov.br/pt-br/invesalius>>. Acesso em 21 ago. 2018.

_____. **InVesalius**. 2018b. Disponível em: <https://www.cti.gov.br/pt-br/sites/default/files//styles/original/public/images/invesalius/galeria/screen_shot_2017-07-19_at_4.32.20_pm.png?itok=AsK7kMia>. Acesso em: 18 ago. 2018.

JESUS, P.L.B. de. **Simuladores como ferramentas auxiliaadoras no processo de ensino-aprendizagem de evolução biológica**. 2018. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/2wAL59X>>. Acesso em: 13 abr. 2020.

MANOVICH, L. **software takes command**. New York: Bloomsbury Academic, 2013.

MEDICAL IMAGING. **Medical Image Samples**. 01 dez. 2003. Disponível em: <<http://www.barre.nom.fr/medical/samples/>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

OSIRIX. **Osirix MD**. 2018. Disponível em: <<http://www.osirix-viewer.com/osirix/overview>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

PAZIN FILHO, A.; SCARPELINI, S. Simulação: definição. **Medicina** (Ribeirão Preto. Online), v. 40, n. 2, p. 162-166, 2007.

PINHEIRO, A. F.; PESSOA JÚNIOR, E. S. F.; ARAÚJO, M. D. *software* de simulação: um recurso facilitador no processo de ensino aprendizagem de química no ensino médio. **In: XII Congresso Nacional de Educação (XII EDUCER)**, 2015. p. 2042-2057. Disponível em: <<https://bit.ly/2V4BSA3>>. Acesso em 13 abr. 2020.

PLATAFORMA SUCUPIRA. **Qualis periódico**. 2018. Disponível em: <<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>> Acesso em 25 abr. 2018.

RADIANT. **Dicom Viewer**. 2018. Disponível em: <<https://www.radiantviewer.com/download/?src=vhst&=setup&v=4.6.5.18450&file=RadiAnt-4.6.5-Setup.exe>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

ROMANS, L.E. **Computed Tomography for Technologists: A Comprehensive Text**. London: Volters Kluver/Lippincott Williams & Wilkins, 2010.

SCIENCE DIRECT. **Search for peer-reviewed journals, articles, book chapters and open access content**. 2018. Disponível em: <<https://www.ScienceDirect.com>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

SHIN, D.S. et al. Browsing *software* of the Visible Korean data used for teaching sectional anatomy. **Anatomical sciences education**, v. 4, n. 6, p. 327-332, 2011.

SILVA, G.V. **Tecnologias midiáticas como estratégia de apoio ao ensino da Música na Educação Básica**. [dissertação]. FAAC/UNESP. Bauru, 171 p., 2017.

SOUZA, M.M., et al. SPARSE: Um Ambiente de Ensino e Aprendizado de Engenharia de *software* Baseado em Jogos e Simulação. **In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**, 2010. Disponível em: <<https://bit.ly/2V3LSJl>> . Acesso em 13 abr. 2020.

STREICHER, S.J. et al. Learning Through Simulation. **Chemical Engineering Education**, v. 39, n. 4, p. 288-295, 2005.

TEIXEIRA, F.; SILVA, F.; BRITO, P. Uma Revisão Sistemática sobre *softwares* educacionais para o ensino de Libras. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**, 2016. p. 896. Disponível em: <<https://bit.ly/2xpbzQB>>. Acesso em: 13 abr. 2020.

US NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH (NCBI). **Pubmed.gov**. 2018. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>>. Acesso em 29 abr. 2018.

VALENTE, J.A. Diferentes usos do computador na educação. In: _____. (Org). **Computadores e Conhecimento: repensando a educação**. 2. ed. Campinas: UNICAMP/NIED, 1993. Cap. 1, p. 1–28.

ZIV, A. et al. Simulation-based medical education: an ethical imperative. **Academic Medicine**, v. 78, n. 8, p. 783-788, 2003.

EQUIPAMENTO DE FOTOBIMODULAÇÃO PARA APLICABILIDADE EM ODONTOLÓGIA COM PARÂMETROS ASSOCIADOS: PATENTE

Data de aceite: 26/02/2021

Luis Gustavo Franco Lessa

Sociedade de Ensino São Leopoldo Mandic

Hideo Suzuki

Sociedade de Ensino São Leopoldo Mandic

Aguinaldo Silva Garcez Segundo

Sociedade de Ensino São Leopoldo Mandic

Dissertação apresentada ao Centro de Pós-Graduação / CPO São Leopoldo Mandic, para obtenção do título Mestre em Odontologia.

RESUMO: Refere-se o presente pedido de patente de Privilégio de Invenção, ao uso de um equipamento de fotobiomodulação de uso na cavidade bucal. Este dispositivo(equipamento) é constituído por uma moldeira de silicone adaptada com vários pontos de leds na vestibular dos dentes (agindo em dentes e raízes), trazendo melhorias técnicas na atividade de aceleração do tratamento ortodôntico e protocolo de utilização. Serve após a manutenção ortodôntica para criar o melhor padrão de biomodulação óssea favorável para a aceleração e analgesia com a eficácia da movimentação ortodôntica e redução do tempo de ativação da arcada completa sendo a combinação de leds, sendo estes infravermelhos e vermelhos.

PALAVRAS-CHAVE: Terapia com luz de baixa potência. Movimentação dentária ortodôntica. Fototerapia. Terapia por luz. Terapia por Fotorradiação.

ABSTRACT: This patent application refers to the Privilege of Invention, to the use of photobiomodulation equipment for in the oral cavity. This dispositive (equipment) a silicone tray adapted with several points of leds in the vestibular of the teeth (acting on teeth and roots), bringing technical improvements in the activity of accelerating orthodontic treatment and usage protocol. It serves after orthodontic maintenance to create the best bone biomodulation pattern favorable for acceleration and analgesia with the effectiveness of orthodontic movement and reduction time of the complete arch with the use of a combination of leds, these being infrared and red.

KEYWORDS: Low-level light therapy. Orthodontic tooth movement. Phototherapy. Light therapy. Photoradiation therapy.

1 I DIVULGAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO

O presente pedido de patente de Privilégio de Invenção, é caracterizado essencialmente por um equipamento de fotobiomodulação de uso bucal através de uma moldeira parecido com um protetor bucal e com 19 LEDs, adaptada em vários pontos de LEDs na frente dos dentes (agindo em dentes e raízes), com resultados de melhorias na bioestimulação da atividade de aceleração do tratamento ortodôntico. Serve após a manutenção ortodôntica para criar a melhor resposta óssea e bio inibição (sem dor). Algo inovador para a Ortodontia e com a

melhora significativa do que no mercado brasileiro não tem nada igual e com a melhor formatação de produção e comercialização.

2 | INTRODUÇÃO

Desde muitos artigos e temas falando da fotobiomodulação temos como uma busca por características que são favoráveis ao desenvolvimento do presente pedido de patente de Privilégio de Invenção, ao uso de uma terapia de fotobiomodulação de uso bucal.

O referido equipamento destaca-se, pela busca de resposta de biomodulação óssea para favorecer a movimentação dentária e a inibição da dor na movimentação ortodôntica, tendo em vista a modulação da dor e a estimulação para acelerar o tratamento ortodôntico. parâmetros de energia, tempo, dosimetria e que a tanto tempo eram discutidos em vários artigos e em revisões aqui podemos seguir no desenvolvimento do equipamento.

O equipamento em questão será detalhado como sendo algo inovador e sendo as características como mecanismo de ação, espectro de ação, e os parâmetros associados que envolvem a qualidade dos leds, energia, tempo, dosimetria, cálculos ópticos, elétricos e da duração da bateria e uso do equipamento na fotobiomodulação.

Dentre as características gerais de luz pode ser refletida, refratada e absorvida ao interagir com a matéria. O espectro de ação de luz vermelha e infravermelha, há uma ampla janela biológica de absorção da luz nos tecidos biológicos diante da aplicação dessas luzes terapêuticas, permitindo a ação biomoduladora nos respectivos receptores de luz.

Algumas referências a serem apresentadas mostram a direção a seguirmos dentro do desenvolvimento da patente.

Youssef et al. (2008) realizaram um trabalho com 15 pacientes adultos. Foi utilizado um laser com o comprimento de onda no infravermelho, de 809 nm. Aplicada na gengiva, por vestibular e por lingual. Os pontos foram distribuídos em um cervical por 10 s, outro no terço médio por 20 s e o terceiro no ápice da raiz por mais 10 s do canino do lado irradiado. Os parâmetros foram 100 mW de potência, totalizando 2J por ponto, na cervical e no ápice, e 4 J no terço médio da raiz. As irradiações foram nos dias 0, 3, 7 e 14 e as ativações foram realizadas com intervalos de 21 dias a cada ativação. No final, os autores obtiveram uma diferença de 50% no aumento da velocidade de movimentação dos caninos submetidos à irradiação comparado com o lado controle.

Fonseca et al. (2013) estudaram o efeito da terapia LED (940nm com potência de 9.5mW) na quantidade de reabsorção radicular e reparo periodontal durante movimentação dentária induzida por 14 dias. Foi utilizada uma força de 50g em molares de ratos. A irradiação foi feita por 7 minutos, com fluência de 4 J/cm² e densidade de energia de 9,5mW/cm² nos dias 2, 3 e 4. A análise histológica foi feita avaliando as raízes mesiovestibular do primeiro molar superior. Foram observados o número médio de lacunas de reabsorção radicular em 104µm de superfície radicular, número de osteoclastos e infiltrado inflamatório.

Os resultados mostraram que houve um aumento no número de lacunas no grupo não irradiado, estatisticamente diferente, quando comparado ao grupo irradiado. O grupo irradiado mostrou menos osteoclastos e células inflamatórias e maior número de vasos sanguíneos no ligamento periodontal, que o grupo não irradiado. Os autores concluíram que a terapia LED pode melhorar o reparo do ligamento periodontal, assim como a inflamação e também agir diminuindo a quantidade de reabsorções radiculares.

Nimeri et al. (2014) avaliaram as alterações da superfície radicular por meio de tomografia computadorizada feixe cônico, em 20 pacientes (idades variando entre 11-32 anos), submetidos a tratamento ortodôntico e irradiação e luz de baixa intensidade (LED, 850nm, 60mW/cm² contínuo). As medidas do comprimento radicular (de borda incisal à ápice radicular) foram feitas antes e após a fase de alinhamento e nivelamento nos molares, pré-molares, caninos e incisivos, superiores e inferiores. Os pacientes também foram separados de acordo com o grau de apinhamento inicial, calculado pelo índice de Little. Os autores encontraram uma alteração no comprimento radicular que variou de 0,15 a 0,75mm nas raízes dos dentes superiores e de 0,32 a 1,19mm nos inferiores. Foi possível observar que a quantidade de reabsorção radicular não estava relacionada a quantidade de apinhamento inicial. Eles concluíram que comparado a outros estudos encontrados na literatura, que o uso do LED não inibiu ou aumentou mais reabsorções radiculares que as comumente detectadas em tratamentos ortodônticos.

Suzuki et al. (2016) avaliaram a ação da terapia laser de baixa potência no processo de reabsorção radicular durante movimentação ortodôntica induzida em ratos no qual o grupo laser demonstrou uma taxa de movimentação maior durante todo o período experimental (3, 6, 9, 14 e 21 dias) quando comparado ao grupo não irradiado, porém esta taxa foi significativamente maior nos dias 9, 14 e 21 dias, mostrado pela comparação entre os dois grupos para cada dia utilizando o teste estatístico t de Student. As médias da movimentação e desvios padrões para o grupo laser ao longo do tempo foram: 3 dias, 260 μm ($\pm 38,07$); 6 dias, 374 μm ($\pm 55,04$); 9 dias, 420 μm ($\pm 74,16$); 421 μm ($\pm 50,9$) e 437 μm ($\pm 42,12$). Para os grupos controles nos diferentes dias, os resultados foram: 3 dias, 178 μm ($\pm 27,74$); 6 dias, 286 μm ($\pm 37,81$); 9 dias, 296 μm ($\pm 56,83$); 292 μm ($\pm 45,02$) e 304 μm ($\pm 46,48$) (FIG. 8). O movimento dentário demonstrou ser significativamente maior no grupo laser nos dias 6, 9, 14 e 21 dias. Este resultado mostrou que o laser foi capaz de acelerar o movimento do dente, aumentando a taxa de movimentação em 46% aos 3 dias, em 31% após 6 dias, em 42% aos 9 dias, 44% aos 14 dias e 43% aos 21 dias. Sendo as áreas de hialinização no grupo Laser observadas foram significativamente menores do que os grupos de controle nos dias 3, 6 e 9 no lado da compressão. O Laser foi capaz de reduzir progressivamente zonas de hialinização em 25% no dia 3, 57% no dia 6 e 70% no dia 9.

Cordeiro et al. (2018) enfatizaram que a ortodontia do século XXI requer tratamentos estéticos, indolores, previsíveis e rápidos. Essa demanda por resultados mais rápidos gerou protocolos de aceleração de movimento ortodôntico (OMAPs); entre outros OMAPs,

o laser de baixo nível (LLL) é dado como candidato. Um total de 35 ratos Wistar machos foram distribuídos em três grupos: grupo 1 NI (não irradiado) n = 15, grupo 2 IR (irradiado a laser usando 5 J, 177 J / cm² e 100 mW aplicados em contato com o vestibular mesial, vestibular faces distais e palatais do tecido gengival em torno da região molar por 50 s cada ponto, por 3 dias consecutivos, imediatamente 24 e 48 h após a colocação do dispositivo ortodôntico.) n = 15 e grupo 3 CO n = 5; os grupos 1 e 2 foram submetidos à força ortodôntica e cada grupo foi dividido em três subgrupos que foram sacrificados após 3, 5 e 7 dias; foram analisados os níveis de IL-1/10 e COL-1. No grupo IR, os níveis de IL-1/10 e COL-1 mostraram antecipação de pico após a irradiação da LLL em comparação com os grupos NI e CO. Esses resultados chegaram a conclusão de que essa dose de LLL pode ser usada como OMAP.

Narmada et al. (2019) um método experimental com amostra 24 animais, dividido em três grupos (grupo 1: controle, grupo 2: recebeu tratamento ortodôntico e grupo 3: recebeu tratamento ortodôntico com irradiação de Laser de baixa potência. A bioestimulação com laser de baixa potência a uma dose de 4 joules/cm² foi realizada diariamente durante 3 minutos na sutura palatina mesial-distal do primeiro a direita e incisivo esquerda por 2 semanas. A expressão de TGF-β1, BALP e OSC foi submetida à análise imunohistoquímica. Irradiação como terapia adjuvante no tratamento ortodôntico pode melhorar a aceleração da remodelagem óssea em movimento ortodôntico dentário. Uma combinação de força mecânica forças de 10 g mais irradiação de Laser de baixa potência 4 joules melhora a aceleração da remodelação óssea alveolar, aumentando a expressão de TGF-β, BALP e OSC. A bioestimulação pode aumentar a expressão TGF-β1, BALP e OSC durante o movimento do dente ortodôntico.

3 | PATENTE

1. O equipamento é de uso bucal e se assemelha a um protetor bucal, composto por um barramento em leds, agindo na região vestibular dos dentes, tendo como objetivo de atuação do laser/leds vermelhos e infravermelhos a faixa de comprimento de onda adequada e de melhor qualidade possível sobre a ativação correta na aceleração e o protocolo estabelecido.
2. O equipamento irá atuar na área gengival ósseo e com efeito biomodular, podendo ser adicionado uma bateria interna no laser.
3. Ortodontia: Modulação em resposta inibitória de dor e anti-inflamatória, pró-inflamatória com a estimulação e aceleração da movimentação dentária.
4. Aplicabilidade em casos de sensibilidade dental.
5. Aplicabilidade da Laserterapia em Modulação de dor.
6. Aplicabilidade em periodontia/cirurgia: laserterapia em diminuição de microbiota associada com gel próprio (PDT) e em cirurgia com melhora da resposta pós-

operatória cirúrgica.

7. Promovendo efeito biomodular – inibitório (analgésico na redução da dor pós-ajuste do aparelho ortodôntico), anti-inflamatório (reparação dos tecidos moles no tratamento de úlceras traumáticas promovidas pelo aparelho na mucosa oral) e pró-inflamatório (estimulação da aceleração da movimentação dentária).

Equipamento e campo de aplicação:

1. O referido equipamento, cuja proteção da patente foi desenvolvida com o intuito de suprir deficiências, amenizar dificuldades e solucionar problemas até então encontrados pelos métodos para melhorar a resposta de movimentação dental e modulação da resposta biológica.

Refere-se o presente pedido de patente de Privilégio de Invenção, ao uso de um equipamento de fotobiomodulação de uso bucal com emissão por LEDs na cavidade bucal através de uma moldeira de silicone, adaptada em vários pontos de LEDs na vestibular dos dentes (agindo em dentes e raízes), trazendo melhorias técnicas na atividade de aceleração do tratamento ortodôntico e protocolo de utilização. Serve após a manutenção ortodôntica para criar o melhor padrão de biomodulação óssea favorável para a aceleração e analgesia com a eficácia da movimentação ortodôntica e melhoria no tempo de ativação da arcada completa com a utilização de combinação de LEDs, sendo estes, infravermelhos e vermelhos.

3. Estende-se o equipamento para os seguintes materiais: moldeiras de silicone, auto moldável, placas de ACETATO, PET6, SURLYN, EVA do tipo laminado, confeccionada em laboratório, contendo LEDs na vestibular dos dentes e moldeira termoplastificadas (chamadas de “erkoloc-pro”, de várias espessuras e camadas).

4. O referido equipamento destaca-se, fundamentalmente, pela forma mais prática, simples e funcional numa aplicação na região frontal e posterior dos dentes, com a finalidade de aceleração da movimentação ortodôntica, resposta de biomodulação óssea e a sensibilidade dental na melhora da modulação da dor, periodontia e cirurgia, sendo o mesmo dotado de aspectos funcionais únicos, exclusivos e inovadores, que serão descritos a seguir, tornando-se num equipamento exclusivo no mercado. **CARACTERÍSTICAS:**

5. O equipamento em questão, apresentado por meio deste relatório, é composto por: cabo e adaptador para celular e/ou cabo de alimentação (1); adaptador bucal com LEDs (2); e laser de espectro vermelho, infravermelho (3).

6. Inicialmente, para melhor demonstrar tais características, e visando uma compreensão clara e objetiva acerca das disposições aplicadas no presente privilégio de invenção, serão apresentados desenho e fluxograma em caráter demonstrativo, fazendo referências ao relatório que seguem em anexo.

7. A FIGURA 1 ilustra em vista superior, o equipamento, contendo cabo e adaptador para celular e/ou cabo de alimentação (A); adaptador bucal com LEDs (B).

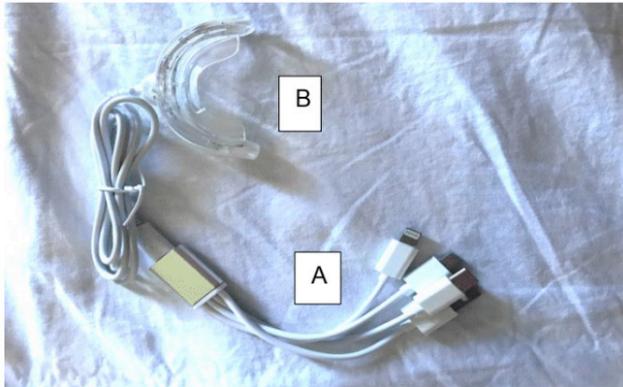


Figura 1-Equipamento de Fotobiomodulação
Fonte: autoria própria

8. A FIGURA 2 ilustra em vista perspectiva, o equipamento, contendo cabo e adaptador para celular e/ou cabo de alimentação (A); adaptador bucal com LEDs (B); e laser de espectro vermelho (C).

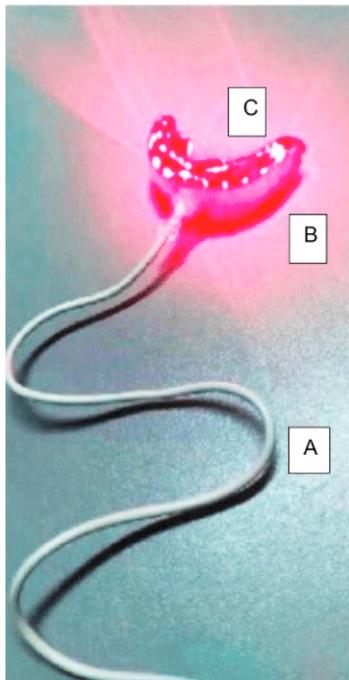


Figura 2- Equipamento de Fotobiomodulação com leds em funcionamento com vista perspectiva.
Fonte: autoria própria.

9. A FIGURA 3 ilustra em vista superior, o equipamento, contendo cabo e adaptador para celular e/ou cabo de alimentação (A); adaptador bucal com LEDs (B); e laser de espectro vermelho (C).

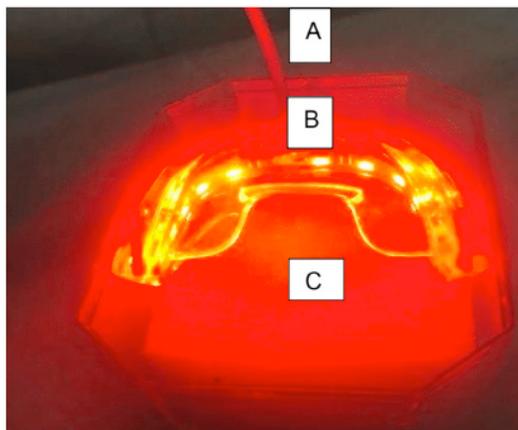


Figura 3-Equipamento de Fotobiomodulação com leds em funcionamento com vista superior

Fonte: autoria própria.

10. Cabe esclarecer que as imagens acima relacionadas ilustram o equipamento em caráter demonstrativo e não restritivo, cuja concepção poderá variar quanto às suas medidas, matéria-prima, dimensões, sem fugir logicamente, do escopo principal cuja proteção é reivindicada.

11. Inicialmente o referido equipamento, descrito por meio deste relatório, será utilizado no setor da odontologia.

12. O equipamento é de uso bucal e se assemelha a um “protetor bucal”, composto por um barramento em LEDs (3), agindo na região vestibular dos dentes, tendo como objetivo de atuação dos LEDs vermelhos e infravermelhos a faixa de comprimento de onda adequada e de melhor qualidade possível sobre a ativação correta na aceleração e o protocolo estabelecido.

13. O equipamento irá atuar na área gengival ósseo e com efeito biomodular, podendo ser adicionado uma bateria interna no laser.

14. Ortodontia: Modulação em resposta inibitória de dor e anti-inflamatória, pró inflamatória com a estimulação e aceleração da movimentação dentária.

15. Aplicabilidade em casos de sensibilidade dental: laserterapia em Modulação de dor e aplicabilidade em periodontia/cirurgia: laserterapia em diminuição de microbiota associada com gel próprio e em cirurgia com melhora da resposta pós-operatória cirúrgica.

16. Promovendo efeito biomodular – inibitório (analgésico na redução da dor

pós-ajuste do aparelho ortodôntico), anti-inflamatório e pró-inflamatório (estimulação da aceleração da movimentação dentária).

INOVAÇÃO:

17. Em termos gerais, o referido equipamento representa uma solução no que diz respeito numa melhora na resposta biológica e fisiológica para a movimentação dental através do uso da laserterapia e LEDs para evolução e aceleração do tratamento Ortodôntico.

18. Enquanto outros procedimentos envolvem corticotomia, estimulação por ultrassom, o equipamento pleiteado por meio deste relatório tem uma resposta por estímulo fotorreceptor nas células e por uso em apenas alguns minutos após a movimentação ortodôntica.

19. O equipamento trata-se de um protocolo de ativação com laser vermelho, atuando de forma pontual em cada região dos dentes/gengivas/osso

20. Durante o desenvolvimento do referido equipamento, foram realizadas inúmeras pesquisas para identificar a existência de eventuais anterioridades ou equipamentos afins. Tais levantamentos, contudo, não apontaram a existência de nenhum outro equipamento com as mesmas características técnicas preponderantes ou funcionais.

21. No mercado não existe algo com distâncias e com disposição correta para a localização dos LEDs vermelhos e infravermelhos e tempo para a atuação do protocolo correto também estabelecido no equipamento e na utilização do dispositivo bucal.

22. Diante dessa necessidade e oportunidade comercial, criou-se o referido equipamento, mais precisamente ao uso de um equipamento de terapia a laser de baixa potência de uso bucal com emissão por LEDs na cavidade bucal através de uma moldeira de silicone, adaptada em vários pontos de LEDs na vestibular dos dentes (agindo em dentes e raízes), trazendo melhorias técnicas na atividade de aceleração do tratamento ortodôntico e protocolo de utilização. Serve após a manutenção ortodôntica para criar o melhor padrão de biomodulação óssea favorável para a aceleração e analgesia com a eficácia da movimentação ortodôntica e melhoria no tempo de ativação da arcada completa com a utilização de combinação de LEDs, sendo estes, infravermelhos e vermelhos.

O equipamento em questão, apresentado por meio deste relatório, é composto por partes elétricas: bateria embutida, controlador de bateria, 2 barramentos com LEDs sendo 9 infravermelhos e 10 vermelhos.

Como sendo o protótipo com a finalidade ortodôntica em foco e de atuação sobre a região cervical e apical dos dentes a mais correlacionada com a movimentação ortodôntica este aparelho constitui de 2 fitas flexíveis de poliamida compostas por leds vermelhos e infravermelhos com comprimentos de ondas de 660 e 940 nm.

23. Seguindo a melhor conformação para conforto temos a parte da moldeira bucal a qual receberá as fitas de leds integradas para funcionarem alimentadas por uma bateria de Lion Bat 500 mAh 3.7v com autonomia de 21,4 minutos.

24. E a controladora da bateria com as especificações mostradas acima, podendo ser uma caixa de 45x35x12mm de volume interno com finalidade touch e cor Black piano com led azul quando está ligado ou desligado.

25. Logo, em conformidade com o artigo 8º da Lei da Propriedade Industrial nº 9.279/96 e por todos os aspectos apresentados neste relatório, o objeto do presente pedido de patente se faz merecedor da proteção como Privilégio de Invenção, que ora se pleiteia.

4 | CONSIDERAÇÕES DA PATENTE

Parametros associados:

A profundidade de penetração é relacionada ao comprimento de onda da radiação, sendo de 0,5 a 2 mm para a luz vermelha (635 - 670 nm) e de 2 a 4 mm para a luz infravermelha (820 - 904 nm). PÖNTINEN (2000), LOW e REED (2001)

As janelas de potência óptica (mW), o limiar de densidade energética (J/cm²) e a qualidade dos leds do equipamento foram testados com o tempo e energia e podem ser explicados com cálculos ópticos e elétricos.(figura 4)

Fita 01									
Modelo do LED	Qty	IF	Intensidade por LED [mW] @ IF [mA]	Intensidade Total [mW]	Tempo Exposição [seg.]	Energia por LED [Joules]	Energia Total dos LEDs [Joules]	Dados do datasheet	Média
LED OSRAM 940nm	9	0,078	63,57	572,13	60	3,81	34,33	BIN EA: 630-1000mW/sr @1000mA	Typ: 815mW
LED OSRAM 660nm	10	0,070	85,00	850,00	60	5,10	51,00	BIN 4T: 400-450mW/sr @350mA	Typ: 425mW
*Devido à baixa corrente, está na região linear da curva Intensidade x Corrente Direta, disponíveis nos respectivos datasheets.									
Fita 02									
Modelo do LED	Qty	IF	Intensidade por LED [mW] @ IF [mA]	Intensidade Total [mW]	Tempo Exposição [seg.]	Energia por LED [Joules]	Energia Total dos LEDs [Joules]	Dados do datasheet	Média
LED 3535 940nm	9	0,078	63,57	572,13	60	3,81	34,33	BIN EA: 630-1000mW/sr @1000mA	Typ: 815mW
LED 3535 660nm	10	0,070	85,00	850,00	60	5,10	51,00	BIN 4T: 400-450mW/sr @350mA	Typ: 425mW
*Considerado mesmo Intensidade dos LEDs Osram para esses, visto que não há as informações nos datasheets.									
Fita 03									
Modelo do LED	Qty	IF	Intensidade por LED [mW] @ IF [mA]	Intensidade Total [mW]	Tempo Exposição [seg.]	Energia por LED [Joules]	Energia Total dos LEDs [Joules]	Dados do datasheet	Média
LED 2835 940nm	9	0,078	30,00	270,00	60	1,80	16,20	30-50mW/sr @150mA	Typ: 40mW
LED 2835 660nm	10	0,070	92,50	925,00	60	3,15	31,50	50-100mW/sr @150mA	Typ: 75mW
*Dados da curva Intensidade x Corrente Direta, disponíveis nos respectivos datasheets.									

Figura 4

Fonte: Datasheet Osram e leds

Quanto aos cálculos ópticos temos potência de 3,81 Joules por led vermelho e 5,10 Joules por led infravermelho, seguindo o respectivo datasheet (manual do fabricante com todas características do LED). No tempo de ativação de cada arcada de 60 segundos, de atuação do LEDs vermelhos e infravermelhos, a faixa de comprimento de 660nm e 940 nm respectivamente, e tendo a possibilidade de teste de 3 modelos que se encontram em comercialização, temos a opção dos modelos Osram e LED 3535 com boas respostas de energia por led diferentes do modelo led 2835 que não respeitou ao parâmetro buscado de intensidade e energia por LED, ficando abaixo de 3,15 Joules em vermelho e 1,8 Joules e em infravermelho.

Composto por partes elétricas: bateria embutida, controlador de bateria, 2 barramentos com LEDs sendo 10 vermelhos e 9 infravermelhos. Constituído de 2 fitas flexíveis de poliamida compostas por leds vermelhos e infravermelhos com comprimentos de ondas de 660 e 940 nm.

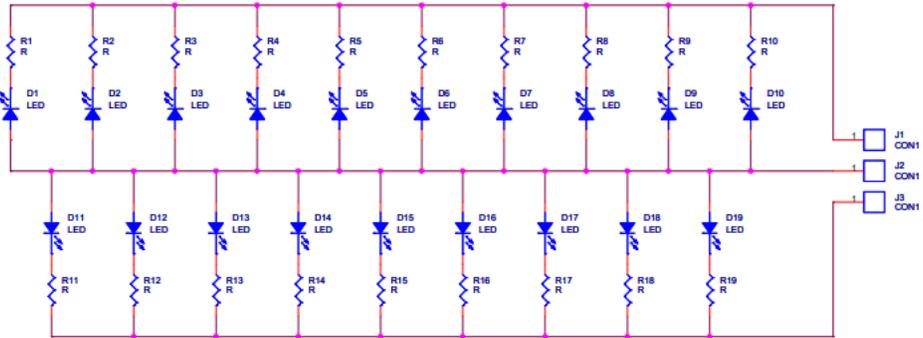


Figura 5

Fonte: autoria própria

Quanto aos cálculos elétricos temos a potência elétrica por led como na física “Potência = corrente(IF) x tensão(VF)”.

Com CCR		(esse)					
Fita 01							
Modelo do LED	Qty	IF	VF @ 100mA	P cada CCR	I total	Pot total	
LED OSRAM 940nm	9	0,078	2,40	0,910	0,700	2,6	
LED OSRAM 660nm	10	0,070	1,85	1,295	0,700	2,6	
P total conjunto W						5,2	
Autonomia (min)						21,4	
Fita 02							
Modelo do LED	Qty	IF	VF @ 100mA	P cada CCR	I total	Pot total	
LED 3535 940nm	9	0,078	1,40	1,610	0,700	2,6	
LED 3535 660nm	10	0,070	2,20	1,050	0,700	2,6	
P total conjunto W						5,2	
Autonomia (min)						21,4	
Fita 03							
Modelo do LED	Qty	IF	VF @ 100mA	P cada CCR	I total	Pot total	
LED 2835 940nm	9	0,078	1,30	1,680	0,700	2,6	
LED 2835 660nm	10	0,070	2,00	1,190	0,700	2,6	
P total conjunto W						5,2	
Autonomia (min)						21,4	
*Para ligações acima utilizados 2 CCRs de 350mA em paralelo por canal, totalizando 700mA por canal.							

Figura 6

Fonte: autoria própria

Sendo de forma individual em Watts pela fórmula potência individual = IF (corrente em amperagem) X VF (tensão dos terminais) *, para o Vermelho 660 nm com corrente de amperagem 0,070 X tensão do terminal 1,85 = 0,1295 W e para Infravermelho 940 nm 0,078 X 2,4 = 0,18 W. Sendo polarizados diretamente em uma determinada corrente direta.

Protocolo de utilização

Suas especificações elétricas dentro de 78 mA para os Infravermelhos e 70 mA para os vermelhos de cada led atinge dentro do padrão aceitável de energia ou fluência por ponto em 3,8 Joules no vermelhos e de 5,10 Joules nos infravermelhos

Sequindo a conformação da controladora da bateria também chamada de CCR (Constant Current Regulator), alimentadas por uma bateria de Lion Bat 500 mAh 3.7v com autonomia de 21,4 minutos.

Este protótipo foi melhorado ficando como nas fotos a seguir:



FIGURA 7

Fonte: autoria própria



FIGURA 8

Fonte: autoria própria

Vantagens: Após a manutenção ortodôntica para a aceleração e analgesia com a eficácia da movimentação ortodôntica e no tempo de ativação da arcada completa em 2 minutos. Podendo seguir após ativação: 0 horas, 24, 48 e 72 horas.

Contribuições: A presença de necessidades de parâmetros de dosimetria e tempo de aplicação e energia que a tanto tempo eram discutidos em vários artigos e em revisões podem agora dispor de um dispositivo inovador e dentro do esperado cientificamente. Sendo útil em pacientes em tratamento de Ortodontias com aparelhos convencionais ou para tratamentos com alinhadores.

AGRADECIMENTOS

Ao meu grande orientador Prof. Dr. Aguinaldo Garcez, pela sua inteligência e discernimento, acreditando no meu empenho e tornando esta prospecção tecnológica possível.

Ao meu mestre e coordenador Prof. Dr. Hideo Suzuki, pela sabedoria e por transmitir de forma científica e humana o conhecimento.

Ao grupo do Mestrado por ter compartilhado experiências e por ter sido ótimo o convívio com todos do grupo.

A todo corpo docente do Mestrado em Ortodontia, por todo seu trabalho e dedicação ao curso.

REFERÊNCIAS¹

Cordeiro JM, Sahad MG, Cavalcanti MFXB, Marcos RL, Diomede F, Trubiani O, et al. Laser Photobiomodulation Over Teeth Subjected to Orthodontic Movement. *Photomed Laser Surg.* 2018 Dec;36(12):647-652.

Fonseca PD, de Lima FM, Higashi DT, Koyama DF, Toginho Filho Dde O, Dias IF, et al. Effects of light emitting diode (LED) therapy at 940 nm on inflammatory root resorption in rats. *Lasers Med Sci.* 2013 Jan;28(1):49-55.

Narmada IB, Rubianto M, Putra ST. The Role of Low-Intensity Biostimulation Laser Therapy in Transforming Growth Factor β 1, Bone Alkaline Phosphatase and Osteocalcin Expression during Orthodontic Tooth Movement in *Cavia porcellus*. *Eur J Dent.* 2019 Feb;13(1):102-107.

Nimeri G, Kau CH, Corona R, Shelly J. The effect of photobiomodulation on root resorption during orthodontic treatment. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2014 Jan15;6:1-8.

PÖNTINEM, P.J. Laseracupuncture. In: Simunovic, Z. (Ed.). *Lasers in medicine and dentistry: basic and up-to-date clinical application of low energy-level laser therapy LLLT.* Croatia: Rijeka; Vitgraf. 2000 p.455-475.

Suzuki SS, Garcez AS, Suzuki H, Ervolino E, Moon W, Ribeiro MS. Low-level laser therapy stimulates bone metabolism and inhibits root resorption during tooth movement in a rodent model. *J Biophotonics.* 2016 Dec;9(11-12):1222-1235.

Youssef M, Ashkar S, Hamade E, Gutknecht N, Lampert F, Mir M. The effect of low-level laser therapy during orthodontic movement: a preliminary study. *Lasers Med Sci.* 2008 Jan;23(1):27-33.

ANEXO A - REGISTRO DE DEPÓSITO INPI



870190045784



16/05/2019 09:39

29409161904805409

Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT

Número do Processo: BR 10 2019 009966 6

Dados do Depositante (71)

Depositante 1 de 1

Nome ou Razão Social: LUIS GUSTAVO FRANCO LESSA

Tipo de Pessoa: Pessoa Física

CPF/CNPJ: 04022946962

¹ De acordo com o Manual de Normalização para Dissertações e Teses da Faculdade São Leopoldo de Mandic de 2019, baseado no estilo Vancouver, e abreviatura dos títulos de periódicos em conformidade com o Index Medicus.

Nacionalidade: Brasileira
Qualificação Física: Odontólogo
Endereço: RUA TENENTE QUEIROS 584
Cidade: Fortaleza
Estado: CE
CEP: 60360170
País: Brasil
Telefone: 4132077000
Fax:
Email: dape@direcaoconsultoria.com.br

Dados do Pedido

Natureza Patente: 10 - Patente de Invenção (PI)

Título da Invenção ou Modelo de EQUIPAMENTO DE LASERTERAPIA

Utilidade (54):

Resumo: O presente pedido de patente de Privilégio de Invenção, é caracterizado essencialmente por um equipamento de terapia a laser de baixa potência de uso bucal com emissão por LEDs na cavidade bucal através de uma moldeira de silicone, adaptada em vários pontos de LEDs na vestibular dos dentes (agindo em dentes e raízes), trazendo melhorias técnicas na atividade de aceleração do tratamento ortodôntico e protocolo de utilização. Serve após a manutenção ortodôntica para criar o melhor padrão de biomodulação óssea favorável para a aceleração e analgesia com a eficácia da movimentação ortodôntica e melhoria no tempo de ativação da arcada completa com a utilização de combinação de LEDs, sendo estes, infravermelhos e vermelhos; é composto por: cabo e adaptador para celular e/ou cabo de alimentação (1); adaptador bucal com LEDs (2); e laser de espectro vermelho, infravermelho (3); o equipamento é de uso bucal e se assemelha a um protetor bucal, composto por um barramento em LEDs (3), agindo na região vestibular dos dentes, tendo como objetivo de atuação do laser/LEDs vermelhos e infravermelhos a faixa de comprimento de onda adequada e de melhor qualidade possível sobre a ativação correta na aceleração e o protocolo estabelecido. Figura a publicar: 1 Dados do Procurador

Procurador:

Nome ou Razão Social: Carlos Eduardo Gomes da Silva
Numero OAB: 046077PR
Numero API: 1797
CPF/CNPJ: 27924275827
Endereço: Av. Comendador Franco nº 158 - Jardim Botânico
Cidade: Curitiba
Estado: PR

CEP: 80215-090

Telefone: 41-3207-7000

Fax: 41.3207-7000

Email: diretoria@direcaoconsultoria.com.br

Escritório:

Nome ou Razão Social: DIREÇÃO MARCAS E PATENTES LTDA

CPF/CNPJ: 31964145000136

Dados do Inventor (72)

Inventor 1 de 1

Nome: LUIS GUSTAVO FRANCO LESSA

CPF: 04022946962

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Odontólogo

Endereço: RUA TENENTE QUEIROS 584

Cidade: Fortaleza

Estado: CE

CEP: 60360-170

País: BRASIL

Telefone: Fax:

Email: dape@direcaoconsultoria.com.br

Documentos anexados

Tipo Anexo	Nome
Relatório Descritivo	RELATÓRIO.pdf
Reivindicação	REIVINDICAÇÃO.pdf
Desenho	Desenhos.pdf
Resumo	RESUMO.pdf
Procuração	PROCURAÇÃO.pdf
GRU - GUIA	GRU - GUIA.pdf
Comprovante de pagamento de GRU 200	GRU - COMPROVANTE.pdf

Acesso ao Patrimônio Genético

Declaração Negativa de Acesso - Declaro que o objeto do presente pedido de patente de invenção não foi obtido em decorrência de acesso à amostra de componente do Patrimônio Genético Brasileiro, o acesso foi realizado antes de 30 de junho de 2000,

ou não se aplica.

Declaração de veracidade

Declaro, sob as penas da lei, que todas as informações acima prestadas são completas e verdadeiras.

EQUIPAMENTO DE FOTOBIMODULAÇÃO

CAMPO DE APLICAÇÃO:

1. O referido equipamento, cuja proteção será reivindicada neste relatório, foi desenvolvido com o intuito de suprir deficiências, amenizar dificuldades e solucionar problemas até então encontrados pelos usuários do setor, mais precisamente, setor da odontologia.

INTRODUÇÃO:

2. Refere-se o presente pedido de patente de Privilégio de Invenção, ao uso de um equipamento de terapia a laser de baixa potência de uso bucal com emissão por LEDs na cavidade bucal através de uma moldeira de silicone, adaptada em vários pontos de LEDs na vestibular dos dentes (agindo em dentes e raízes), trazendo melhorias técnicas na atividade de aceleração do tratamento ortodôntico e protocolo de utilização. Serve após a manutenção ortodôntica para criar o melhor padrão de biomodulação óssea favorável para a aceleração e analgesia com a eficácia da movimentação ortodôntica e melhoria no tempo de ativação da arcada completa com a utilização de combinação de LEDs, sendo estes, infravermelhos e vermelhos.

3. Estende-se o equipamento para os seguintes materiais: moldeiras de silicone, auto moldável, placas de ACETATO, PET6, SURLYN, EVA do tipo laminado, confeccionada em laboratório, contendo LEDs na vestibular dos dentes e moldeira termoplastificadas (chamadas de “erkoloc-pro”, de várias espessuras e camadas).

4. O referido equipamento destaca-se, fundamentalmente, pela forma mais prática, simples e funcional numa aplicação na região frontal e posterior dos dentes, com a finalidade de aceleração da movimentação ortodôntica, resposta de biomodulação óssea e a sensibilidade dental na melhora da modulação da dor, periodontia e cirurgia, sendo o mesmo dotado de aspectos funcionais únicos, exclusivos e inovadores, que serão descritos a seguir, tornando-se num equipamento exclusivo no mercado.

CARACTERÍSTICAS:

5. O equipamento em questão, apresentado por meio deste relatório, é composto por: cabo e adaptador para celular e/ou cabo de alimentação (1); adaptador bucal com LEDs (2); e laser de espectro vermelho, infravermelho (3).

6. Inicialmente, para melhor demonstrar tais características, e visando uma compreensão clara e objetiva acerca das disposições aplicadas no presente privilégio de invenção, serão apresentados desenho e fluxograma em caráter demonstrativo, fazendo

referências ao relatório que seguem em anexo.

7. A FIGURA 1 ilustra em vista superior, o equipamento, contendo cabo e adaptador para celular e/ou cabo de alimentação (A); adaptador bucal com LEDs (B).

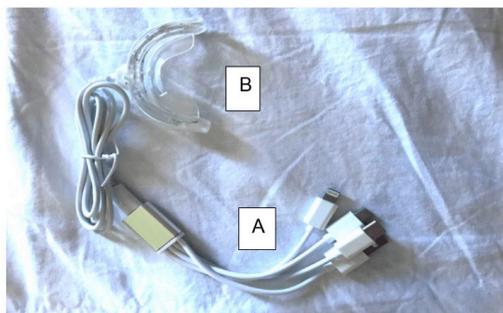
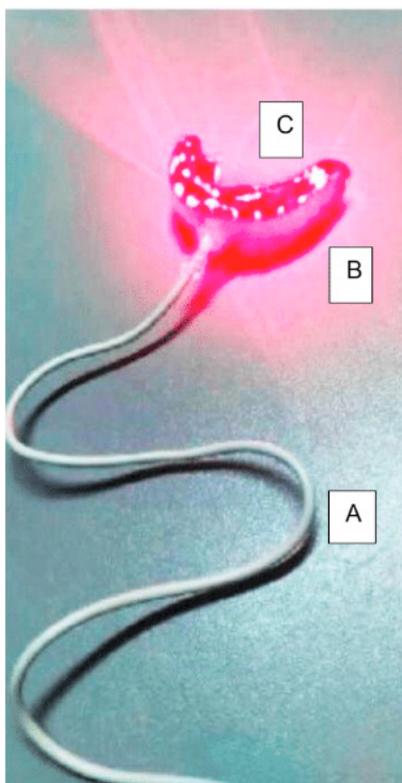
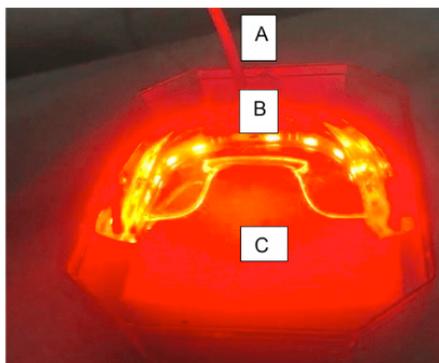


FIGURA 1

8. A FIGURA 2 ilustra em vista perspectiva, o equipamento, contendo cabo e adaptador para celular e/ou cabo de alimentação (A); adaptador bucal com LEDs (B); e laser de espectro vermelho (C).



9. A FIGURA 3 ilustra em vista superior, o equipamento, contendo cabo e adaptador para celular e/ou cabo de alimentação (A); adaptador bucal com LEDs (B); e laser de espectro vermelho (C).



10. Cabe esclarecer que as imagens acima relacionadas ilustram o equipamento em caráter demonstrativo e não restritivo, cuja concepção poderá variar quanto às suas medidas, matéria-prima, dimensões, etc., sem fugir logicamente, do escopo principal cuja proteção é reivindicada.

FUNCIONALIDADE:

11. Inicialmente o referido equipamento, descrito por meio deste relatório, será utilizado no setor da odontologia.

12. O equipamento é de uso bucal e se assemelha a um “protetor bucal”, composto por um barramento em LEDs (C), agindo na região vestibular dos dentes, tendo como objetivo de atuação do laser/LEDs vermelhos e infravermelhos a faixa de comprimento de onda adequada e de melhor qualidade possível sobre a ativação correta na aceleração e o protocolo estabelecido.

13. O equipamento irá atuar na área gengival ósseo e com efeito biomodular, podendo ser adicionado uma bateria interna no laser.

14. Ortodontia: Modulação em resposta inibitória de dor e anti-inflamatória, pró inflamatória com a estimulação e aceleração da movimentação dentária.

15. Aplicabilidade em casos de sensibilidade dental: laserterapia em Modulação de dor e aplicabilidade em periodontia/cirurgia: laserterapia em diminuição de microbiota associada com gel próprio e em cirurgia com melhora da resposta pós-operatória cirúrgica.

16. Promovendo efeito biomodular – inibitório (analgésico na redução da dor pós-ajuste do aparelho ortodôntico), anti-inflamatório e pró-inflamatório (estimulação da aceleração da movimentação dentária).

INOVAÇÃO:

17. Em termos gerais, o referido equipamento representa uma solução no que diz respeito numa melhora na resposta biológica e fisiológica para a movimentação dental através do uso da fotobiomodulação e LEDs para evolução e aceleração do tratamento

Ortodôntico.

18. Enquanto outros procedimentos envolvem corticotomia, estimulação por ultrassom, o equipamento pleiteado por meio deste relatório tem uma resposta por estímulo fotorreceptor nas células e por uso em apenas alguns minutos após a movimentação ortodôntica.

19. O equipamento trata-se de um protocolo de ativação com laser vermelho, atuando de forma pontual em cada região dos dentes/gengivas/osso.

DESCRIÇÃO DO ESTADO DA TÉCNICA:

20. Durante o desenvolvimento do referido equipamento, foram realizadas inúmeras pesquisas para identificar a existência de eventuais anterioridades ou equipamentos afins. Tais levantamentos, contudo, não apontaram a existência de nenhum outro equipamento com as mesmas características técnicas preponderantes ou funcionais.

21. No mercado não existe algo com distâncias e com disposição correta para a localização dos LEDs vermelhos e infravermelhos e tempo para a atuação do protocolo correto também estabelecido no equipamento e na utilização do dispositivo bucal.

Diante dessa necessidade e oportunidade comercial, criou-se o referido equipamento, mais precisamente ao uso de um equipamento de terapia a laser de baixa potência de uso bucal com emissão por LEDs na cavidade bucal através de uma moldeira de silicone, adaptada em vários pontos de LEDs na vestibular dos dentes (agindo em dentes e raízes), trazendo melhorias técnicas na atividade de aceleração do tratamento ortodôntico e protocolo de utilização. Serve após a manutenção ortodôntica para criar o melhor padrão de biomodulação óssea favorável para a aceleração e analgesia com a eficácia da movimentação ortodôntica e melhoria no tempo de ativação da arcada completa com a utilização de combinação de LEDs, sendo estes, infravermelhos e vermelhos.

Logo, em conformidade com o artigo 8º da Lei da Propriedade Industrial nº 9.279/96 e por todos os aspectos apresentados neste relatório, o objeto do presente pedido de patente ser merecedor da proteção como Privilégio de Invenção, que ora se pleiteia.

ANEXO B - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



Comitê de Ética em Pesquisa Faculdade São Leopoldo Mandic

Comunicado de Dispensa de Submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa

Campinas, 26 de agosto de 2019.

Prezado(a) aluno(a): Luis Gustavo Franco Lessa

Considerando os documentos encaminhados para avaliação do Comitê de Ética da Faculdade São Leopoldo Mandic, o projeto abaixo descrito foi dispensado da submissão ao CEP por tratar-se de pesquisa que, individual ou coletivamente, não possui como participante o ser humano, em sua totalidade ou partes dele, e o envolva de forma direta ou indireta, incluindo o manejo de seus dados, informações ou materiais biológicos.

Número do Protocolo: 2019/0182

Data da entrega do Projeto: 19/08/2019

Orientado pelo(a) Prof(a) Dr(a): Agnaldo Garcez Segundo

Projeto: **Equipamento de Laserterapia para aplicabilidade em ortodontia, para uso bucal com protocolo e patente.**

Cordialmente,

Prof. Dra. Cecilia Pedroso Turssi

Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa

ESTUDO COMPARATIVO DE DIFERENTES BIOMASSAS UTILIZADAS NA PRODUÇÃO DE BIOQUEROSENE DE AVIAÇÃO

Data de aceite: 26/02/2021

Data de submissão: 01/02/2021

Carolina Silva e Silva

Universidade Salvador, Escola de Ciências
Exatas e Tecnológicas – UNIFACS
<http://lattes.cnpq.br/3587969021875903>

Caroline de Souza Costa

Universidade Salvador, Escola de Ciências
Exatas e Tecnológicas – UNIFACS
<http://lattes.cnpq.br/9247914063775848>

Natasha Gouveia de Moraes

Universidade Salvador, Escola de Ciências
Exatas e Tecnológicas – UNIFACS
<http://lattes.cnpq.br/7693084652449007>

Luciene Santos de Carvalho

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Instituto de Química – UFRN
<http://lattes.cnpq.br/3708397190255027>

Leila Maria Aguilera Campos

Universidade Salvador, Escola de Ciências
Exatas e Tecnológicas – UNIFACS
<http://lattes.cnpq.br/0402361716510097>

RESUMO: O aumento da demanda por combustíveis de aviação, associado à necessidade de redução dos impactos ambientais, tem despertado o interesse pela busca de novas tecnologias voltadas para a obtenção desses combustíveis, a partir da utilização de fontes renováveis. O combustível comumente utilizado na aviação é o querosene,

derivado do petróleo e especificado por uma série de parâmetros físico-químicos. Como proposta de mistura com o querosene surgiu o bioquerosene, um biocombustível já utilizado em voos testes e comerciais, mas que ainda exige investimento para uma implementação regular mais ampla, a nível global. Neste contexto, o objetivo desse trabalho consiste em fazer uma análise comparativa de diferentes biomassas com perspectivas de serem utilizadas na produção de bioquerosene de aviação. Foram avaliadas as composições e propriedades físico-químicas do pinhão manso, camelina e licuri, assim como suas vantagens e desvantagens quanto à sua utilização, concluindo-se que, o licuri, apesar de não ter sido ainda testado pela aviação, apresentou um significativo percentual de ácidos graxos e saturados, sendo uma biomassa promissora para a produção de bioquerosene.

PALAVRAS-CHAVE: Aviação; Biomassa; Bioquerosene.

COMPARATIVE STUDY OF DIFFERENT BIOMASS USED IN THE PRODUCTION OF AVIATION BIOKEROSENE

ABSTRACT: The increase in demand for aviation fuels, associated with the need to reduce environmental impacts, has aroused interest in the search for new technologies aimed at obtaining these fuels, using renewable sources. The fuel commonly used in aviation is kerosene, derived from petroleum and specified by a series of physical-chemical parameters. As a proposal for mixing with kerosene came biokerosene, a biofuel already used in test and commercial flights, but which still requires investment for a

broader regular implementation, globally. In this context, the objective of this work is to make a comparative analysis of different biomasses with perspectives to be used in the production of aviation biokerosene. The physicochemical compositions and properties of jatropha, camelina and licuri were evaluated, as well as their advantages and disadvantages regarding their use, concluding that, although not yet tested by aviation, licuri presented a significant percentage of fatty and saturated acids, being a promising biomass for the production of biokerosene.

KEYWORDS: Aviation; Biomass; Biokerosene.

1 | INTRODUÇÃO

O setor da aviação é um dos principais causadores dos impactos ambientais que interferem nas mudanças climáticas. Tendo em vista a redução desses impactos, o mercado de transporte aéreo está em uma constante busca por alternativas que ofereçam resultados positivos ao meio ambiente, como os biocombustíveis. As mudanças climáticas obtidas através das emissões de gases de efeito estufa (GEE), juntamente com a iminente escassez das fontes de combustíveis fósseis têm influenciado na busca por fontes de energias alternativas e eficientes nos mais diversos setores do mercado, incluindo o setor da aviação. Com isso, surgiu a proposta de um biocombustível de aviação denominado Bioquerosene, que pode ser obtido através de fontes renováveis, conseqüentemente, colaborando para a redução da crescente emissão de gases poluentes.

Com uma composição semelhante à do querosene fóssil, o Bioquerosene de aviação (BioQAV) é formado por uma mistura de hidrocarbonetos, podendo ser tanto cíclicos quanto lineares (BENEDITO, 2013). Sua obtenção se dá a partir de matérias-primas, tais como óleos vegetais extraídos de biomassas ricas em ácidos graxos com cadeia carbônica curta, biomassas lignocelulósicas, a exemplo dos resíduos agroindustriais, fontes sacarinas (proveniente de açúcares) e amiláceas (ricas em amido) (CORTEZ *et al.*, 2015).

Dentre as matérias-primas que podem ser utilizadas para a produção desse biocombustível destacam-se o pinhão-manso, o licuri e a camelina. A queima de combustíveis derivados dessas biomassas não contribui para o aquecimento global, pois liberam níveis mais baixos de gases poluentes se comparados à queima de combustíveis fósseis, causando assim, menos poluição. De acordo com cálculos da União Brasileira do Biodiesel e Bioquerosene – UBRABIO (2016), o biocombustível de aviação chega a ser quatro vezes mais caro que o querosene de aviação (QAV), por isso, o uso comercial oriundo dessa fonte ainda não formou um mercado sólido, por conta da dependência de incentivos financeiros.

A produção de biocombustível no Brasil pode atingir um preço atrativo, a depender da tecnologia de desenvolvimento do produto, a fim de se tornar popular e garantir a sustentabilidade. O setor da aviação procura se adequar às mudanças no cenário energético, referindo-se ao desenvolvimento e uso de combustíveis alternativos, e a indústria terá que garantir que os novos biocombustíveis possam trazer os benefícios

ambientais e econômicos esperados. A Figura 1 mostra a produção mundial de QAV, em galões, onde é possível observar seu crescimento anual, o que implica na escassez mais rápida de sua matéria-prima, o petróleo. (MAZAREANU, 2020)

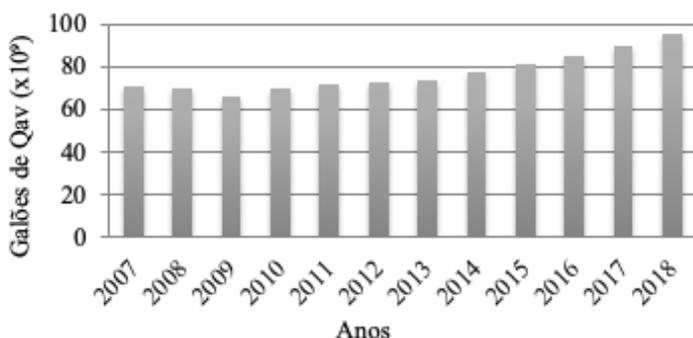


Figura 1. Produção mundial de QAV por ano (em galões)

Fonte: Mazareanu, 2020.

Analisando o cenário atual de demanda por QAV e, conseqüentemente, o aumento de emissão de GEE, a escolha por alternativas de biocombustíveis de aviação se faz necessária, e por essa razão vem recebendo maior atenção nos últimos anos. A Figura 2 mostra um significativo aumento na produção de bioquerosene de aviação ao longo dos anos, o qual ocorre devido às questões ambientais, como a emissão de gases de efeito estufa na camada atmosférica, mostrando assim um campo amplo de pesquisa e inovação para que este biocombustível se solidifique como um mercado regular dentro da aviação (ICAO, 2019).

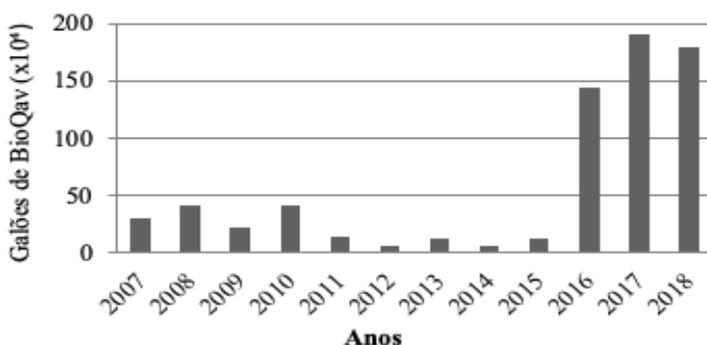


Figura 2. Produção mundial de BioQAV por ano (em galões)

Fonte: ICAO, 2019

A diferença entre as produções de QAV e BioQAV é significativa, entretanto, o aumento na utilização do bioquerosene implica em melhorias no processo de produção e na escolha de rotas tecnológicas, associadas às biomassas a serem utilizadas. Além disso, é necessário também que este biocombustível seja economicamente viável e potencialmente apto à substituição do querosene fóssil de aviação, mesmo que parcialmente, já que este é oriundo de uma fonte não renovável. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo fazer um estudo comparativo de diferentes biomassas com perspectivas de serem utilizadas na produção de bioquerosene de aviação.

2 | QUEROSENE DE AVIAÇÃO (QAV)

O querosene é um combustível derivado do petróleo, comumente utilizado na aviação. Surgiu em meados do século XVIII tendo em vista sua aplicação em iluminação e posteriormente no ramo da aviação, na Segunda Guerra Mundial (MAURICE *et al.*, 2001). Sendo assim, em 1997 foi criada a Lei nº 9.478, que dispõe da política energética nacional e atividades relativas ao monopólio de petróleo, e no art. 7º fica instituída a Agência Nacional do Petróleo, Gás natural e Biocombustíveis (ANP) como órgão regulador da indústria do petróleo, gás natural, seus derivados e biocombustíveis, vinculada ao Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 1997).

O querosene de aviação civil QAV-1, de acordo com a ANP, é o combustível utilizado comercialmente em aviões e helicópteros que possuem motores à turbina. A Tabela 1 mostra a composição química do querosene de aviação de origem fóssil, uma mistura de hidrocarbonetos, líquidos que possuem entre 8 e 16 átomos de carbono, bem como sua fórmula molecular e a classe de hidrocarbonetos.

Componente	Fórmula molecular	Classe de hidrocarbonetos
n-Octano	C_8H_{18}	n-Parafina
2-Metilheptano	C_8H_{18}	Isoparafina
1-Metil-1-Etilciclopentano	C_8H_{14}	Nafteno
Etilciclohexano	C_8H_{16}	Nafteno
o-Xileno	C_8H_{10}	Aromático
p-Xileno	C_8H_{10}	Aromático
Cis-decalina	$C_{10}H_{18}$	Nafteno
Tetralina	$C_{10}H_{12}$	Aromático
Naftaleno	$C_{10}H_8$	Aromático
n-Dodecano	$C_{12}H_{26}$	n-Parafina
2-Metilundecano	$C_{12}H_{26}$	Isoparafina
1-Etilnaftaleno	$C_{12}H_{12}$	Aromático
n-Hexilbenzeno	$C_{16}H_{18}$	Aromático

n-Hexadecano	$C_{16}H_{34}$	n-Parafina
2-Metilpentadecano	$C_{16}H_{34}$	Isoparafina
n-Decilbenzeno	$C_{16}H_{26}$	Aromático

Tabela 1. Composição química do combustível de aviação QAV-1

Fonte: BAROUTIAN *et al*, 2013.

Para a obtenção dessa mistura de hidrocarbonetos, com cadeia carbônica dentro da faixa mostrada na Tabela 1, o processo se inicia através de uma destilação fracionada do óleo bruto, na faixa de temperatura entre 150 e 300 °C, de acordo com a resolução da ANP nº 778, de 5 de abril de 2019. A Figura 3 mostra o processo de obtenção simplificado de diferentes combustíveis oriundos do petróleo, onde estes passam por processos de hidrotratamento (HDT) e craqueamento, produzindo assim, o óleo diesel (OD), gasolina, asfalto e querosene de aviação (QAV).

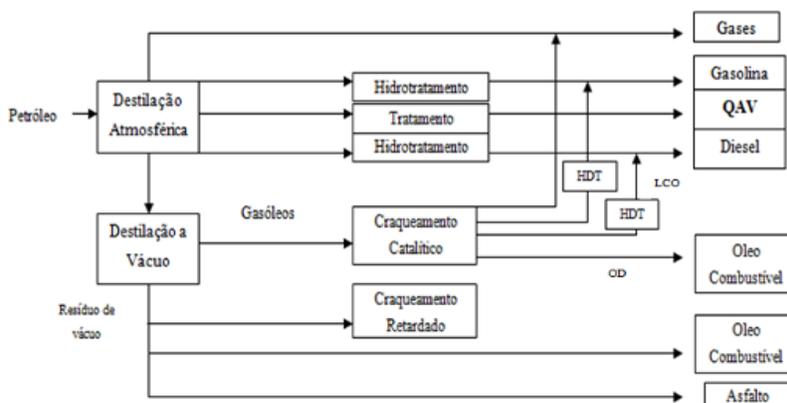


Figura 3. Esquema de produção de combustíveis derivados do petróleo.

Fonte: PETROBRÁS, 2019.

Após o processo de obtenção, o querosene obtido do petróleo passa por análises de fluidez, lubrificidade, volatilidade, corrosividade, dentre outras, que permitem aprimorar o combustível, a fim de alcançar os parâmetros de especificação do QAV-1, tais como o ponto de fulgor, ponto de congelamento, acidez máxima, densidade, poder calorífico inferior e teor de aromáticos. A Tabela 2 mostra esses parâmetros de especificação para o querosene de aviação do Brasil, determinados pela Resolução ANP nº 778, de 5 de abril de 2019, composta por dados mais recentes do QAV-1, e vem sendo atualizadas desde a portaria nº 137 da ANP, de 1 de agosto de 2000.

Parâmetros	QAV-1	Unidade
Acidez total, máx.	0,015	mgKOH/g
Ponto de fulgor, mín.	38	°C
Massa específica, a 20 °C	771,3-836,6	kg/m ³
Ponto de congelamento, máx.	- 47	°C
Viscosidade, a -20 °C, máx.	8	mm ² /s
Poder calorífico inferior, mín.	10.222,6	Kcal/kg
Corrosividade ao cobre (2h, 100 °C), máx.	1	-
Ponto de fuligem, mín.	25	mm
Teor de aromáticos, máx.	25	% volume
Enxofre mercaptídico, máx.	0,003	% massa

Tabela 2. Parâmetros de especificação para o QAV-1

Fonte: Resolução ANP n° 778 (2019).

Entre os principais parâmetros de especificação destacam-se o Ponto de Fulgor, que corresponde à análise de inflamabilidade do combustível, que garante a estocagem do produto bem como, o seu manuseio e o Ponto de Congelamento, que indica a temperatura na qual o combustível começa a formar cristais sólidos. Importante salientar que, nas aeronaves o combustível deve permanecer em estado líquido para que haja escoamento contínuo durante o voo em elevadas altitudes, se mostrando um fator de extrema importância.

O Poder Calorífico e a Massa Específica são propriedades que garantem autonomia de voo por meio da energia gerada pelo combustível. O Poder Calorífico Inferior indica que, o combustível, ao entrar em combustão com excesso de ar, este é resfriado para que a água contida nele não sofra condensação.

Os Aromáticos e o Enxofre Mercaptídico são compostos químicos nocivos à saúde humana, e sua análise no combustível se faz necessária para que o nível de emissão desses compostos na atmosfera seja controlado. A análise da Corrosividade é realizada pelo método da lâmina de cobre, que deve ter valor máximo igual a 1, ou seja, pouca ou nenhuma corrosão, a fim de evitar que as peças metálicas da aeronave sejam danificadas, assim como a necessidade de baixa tendência de formação de resíduos ou fuligem, para que a queima do combustível seja limpa e completa (PETROBRÁS, 2019).

3 | BIOQUEROSENE

O bioquerosene de aviação (BioQAV), definido pela Lei n° 9.478, em agosto de 1997, é uma substância obtida a partir da biomassa renovável, com aplicação em turborreatores e turbopropulsores aeronáuticos, podendo assim, substituir parcial ou totalmente o

combustível de origem fóssil.

Atualmente ele é utilizado em uma mistura com o QAV, por se tratar de um biocombustível com características semelhantes ao querosene fóssil, em relação às propriedades físicas e químicas. Posto isto, em 2013 a resolução da ANP nº 20 estabeleceu que a mistura do BioQAV com o QAV deve ter limite máximo de 50% em volume destinado ao consumo das turbinas de aeronaves. Para que esta mistura seja bem-sucedida, o BioQAV adota os mesmos parâmetros de especificação do QAV estabelecidos pela ASTM, e quando necessário, as normas de controle incluem parâmetros diferentes (ANP, 2016).

Outro fator de extrema importância para que a mistura com o querosene seja bem-sucedida, é fundamental que o bioquerosene seja *drop-in*, ou seja, totalmente compatível e miscível com o querosene fóssil, de forma que não seja necessário fazer qualquer tipo de adaptação nas aeronaves, seja no motor, tubulações, tanque de combustível ou na infraestrutura do suprimento de combustível (IATA, 2015).

O BioQAV surgiu como uma proposta sustentável para o setor da aviação, responsável por uma parte significativa da poluição aérea. Segundo o *Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC, o setor de transporte responde por 25% das emissões globais de gases do efeito estufa, sendo a aviação responsável por 12% dentro das emissões de GEE desse setor. Como esse carbono é emitido em altitudes mais elevadas, acaba sendo potencialmente mais prejudicial do que as emissões de carbono ao nível do mar, por estar mais próximo à estratosfera, onde se encontra a camada de ozônio.

Estudos realizados por Moore *et. al.* (2017) foram feitos testes em uma aeronave da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), utilizando 50% de uma mistura de bioquerosene, obtido a partir de óleo de camelina, com querosene de aviação. A partir dos resultados obtidos, verificaram que, com essa porcentagem utilizada, já seria possível reduzir a poluição do ar em torno de 50 a 70% do tráfego aéreo.

Sendo assim, como o BioQAV é capaz de reduzir as emissões de CO₂ em até 80%, a depender das matérias-primas utilizadas e da rota de produção adotada, a *International Civil Aviation Organization* (ICAO) estabeleceu um acordo de redução de emissão de GEE com as empresas aéreas, denominado *Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation* (CORSIA), no qual define, a partir de 2021, um crescimento neutro de carbono na indústria da aviação, ou seja, que as emissões sejam estabilizadas nos níveis observados em 2020 (ICAO, 2018).

O BioQAV foi utilizado em campo, pela primeira vez, em maio de 2007, em um voo teste realizado pela Força Aérea da Argentina, dando início a uma série de iniciativas bem-sucedidas de substituição parcial do querosene de aviação, usando o BioQAV a partir de diversas matérias primas. Iniciativas essas que se estenderam como testes por todas as partes do mundo, o que incentivou a criação do projeto de Lei nº 6231 de 2009, o qual além de informar alguns desses voos, dispõe a respeito da criação do Programa Nacional do Bioquerosene para incentivo à pesquisa de produção de energia a partir de biomassa

e, sustentabilidade ambiental da aviação brasileira. A Tabela 3 mostra as biomassas já utilizadas em voos teste em diversas companhias aéreas no período de 2007 a 2014.

Ano	Biomassa	Companhia Aérea
2007	Soja	Força Aérea da Argentina
2008	Coco e babaçu	Virgin Atlantic
2008	Pinhão-Manso	Air New Zealand
2009	Algas e pinhão-manso	Continental Airlines
2009	Algas, pinhão-manso e camelina	Japan Airlines
2010	Camelina	Força Aérea EUA
2010	Pinhão-Manso	TAM
2011	Camelina	Boeing
2011	Camelina	Honeywell
2011	Pinhão-Manso	Air China
2011	Algas	Continental Airlines
2012	Camelina e Carinata	Porter Airlines
2012	Cana de açúcar	Azul
2014	Cana de açúcar	Gol

Tabela 3. Voos teste usando BioQAV, a partir de diferentes biomassas

Fonte: Adaptado de IATA (2015), GONÇALVES *et al.* (2011) e SANTOS *et al.* (2017).

Grande parte das companhias aéreas que testaram o bioquerosene em suas aeronaves foram bem-sucedidas, gerando uma redução na emissão de CO₂. Entretanto, devido ao alto custo de produção e obtenção do BioQAV, principal desafio para uma implementação mais ampla no mercado, não aderiram ao uso regular do biocombustível em questão. A Tabela 4 mostra algumas dessas companhias que aderiram ao uso do BioQAV em voos comerciais, com o intuito de contribuir com o acordo CORSIA para a redução da emissão de GEE, mesmo não abastecendo toda sua frota, regularmente.

Ano	Biomassa	Companhia Aérea	Rota de voo
2011	Óleo de cozinha usado	KLM	Amsterdan - Paris
2011	Pinhão-manso, camelina e gorduras animais	Lufthansa	Hamburgo - Frankfurt
2011	Pinhão-manso	Interjet	Cidade do México-Tuxtla Gutiérrez
2011	Pinhão-manso	AeroMexico	Cidade do México - Madrid
2011	Algas	Continental Airlines	Houston - Chicago
2012	Óleo de cozinha usado	Air Canada	Toronto - Cidade do México

2012	Óleo de cozinha usado e camelina	Porter Airlines	Montreal - Toronto
2013	Camelina	LAN Airlines	Santiago - Conceição, Chile
2014	Óleo de cozinha usado	Scandinavian Airlines	Estocolmo - Oslo
2014	Milho	Gol	Rio de Janeiro - Brasília
2014	Óleo de cozinha usado	Norwegian Airlines	Bergen - Oslo

Tabela 4. Voos comerciais que aderiram ao uso do BioQAV.

Fonte: IATA, 2015.

O agravamento da emissão de GEE tem despertado a atenção do mundo, resultando na iniciativa de alguns aeroportos espalhados pelo mundo, de implementar o BioQAV regularmente, a fim de reduzir uma parcela da emissão de carbono, correspondente ao setor da aviação. Segundo a ICAO (2019) atualmente existem 13 (treze) aeroportos que possuem abastecimento regular de BioQAV, sendo eles: 8 (oito) na Suécia, 2 (dois) na Noruega, 2 (dois) nos Estados Unidos e 1 (um) na Austrália. Os BioQAV utilizados por estes aeroportos são produzidos a partir de resíduos (agrícolas, florestais, sólidos municipais e óleo de cozinha usado) e, dessa forma, dão uma destinação aos resíduos que seriam descartados.

3.1 Rotas de produção do BioQAV

O BioQAV pode ser obtido através de cinco diferentes rotas tecnológicas, utilizando matérias-primas diversificadas, que envolvem processos de conversão e refino das biomassas (Tabela 5). Estas rotas foram aprovadas pela *American Society for Testing and Materials* (ASTM) e pela Agência Nacional de Petróleo (ANP), responsáveis por estabelecerem a porcentagem de mistura máxima de bioquerosene no querosene de aviação.

Rota de produção	Matéria-Prima	Mistura máx.
HEFA-SPK	Gorduras, óleos e ácidos graxos	50%
FT-SPK	Resíduos agrícolas e florestais, madeiras e resíduos sólidos	50%
FT-SPK/A	Resíduos agrícolas e florestais, madeiras e resíduos sólidos	50%
ATJ/SPK	Matérias-primas renováveis (cana-de-açúcar, milho ou resíduos florestais)	50%
SIP	Açúcares	10%

Tabela 5. Rotas tecnológicas utilizadas na produção de BioQAV.

Fonte: Resolução ANP N° 778 (2019).

Uma das rotas mais utilizadas e estudadas atualmente é a rota *Hydroprocessed esters and fatty acids – Synthesized paraffinic kerosene* (HEFA-SPK), que utiliza como matéria-prima, óleos e ácidos graxos. Essa rota produz o bioquerosene parafínico sintético por hidroprocessamento de ácidos graxos e ésteres a partir das matérias-primas. A rota *Fischer–Tropsch–Synthesized paraffinic kerosene* (FT-SPK) utiliza como biomassa, os resíduos sólidos, sejam eles urbanos, agrícolas ou florestais, além de matérias-primas não renováveis, como o carvão (CORTEZ *et al.*, 2015).

Semelhante à FT-SPK, a rota *Fischer–Tropsch–Synthesized paraffinic kerosene/ aromatic* (FT-SPK/A), também utiliza resíduos agrícolas e florestais, bem como resíduos sólidos, apenas diferenciando na adição de aromáticos. A rota *Paraffinic Kerosene Synthesized by Alcohol to Jet fuel* (ATJ-SPK) utiliza o álcool das matérias-primas renováveis, como a cana-de-açúcar e, a rota *Synthesized Iso Paraffinic* (SIP) utiliza iso-parafinas sintetizadas pelo hidroprocessamento de açúcares fermentados (CORTEZ *et al.*, 2015).

Neuling & Kaltschmitt (2015) analisaram a complexidade dos processos de produção do BioQAV e verificaram que, dentre todas as rotas, a HEFA-SPK, que utiliza biomassas como matéria-prima, é a menos complexa e mais vantajosa, sendo capaz de produzir bioquerosene em maiores proporções atingindo, desta forma, maiores rendimentos.

3.2 Biomassas

A biomassa é uma matéria orgânica, que pode ser de origem agrícola, florestal ou de rejeitos urbanos e industriais, capaz de gerar energia térmica, elétrica ou mecânica, sendo uma alternativa para diversificar a matriz energética e conseqüentemente, reduzir a atual dependência dos combustíveis fósseis (ANEEL, 2008). Os biocombustíveis diferem-se dos combustíveis fósseis por serem produzidos a partir de biomassas renováveis, logo, a escolha da biomassa é um fator de suma importância para o processo de produção do BioQAV.

Para a produção de biocombustível a partir de biomassa vegetal, primeiramente se faz a extração do óleo utilizando variados processos a saber, maceração, hidroddestilação, enflouragem, micro-ondas, gases supercríticos e, extração por solvente (SANTOS *et al.*, 2004). Este óleo é composto por ácidos graxos, presentes sob a forma de Ácidos Graxos Livres (AGL) ou, esterificados com glicerol nas formas de mono-, di- ou triacilglicerídeos. Os fosfatídeos, ésteres mistos de glicerina com ácidos graxos e ácido fosfórico, também podem ser encontrados na composição do óleo (SUAREZ, *et al.*, 2009).

Uma biomassa, para ser considerada promissora para a produção do BioQAV, deve apresentar determinadas características, consideradas fundamentais, tais como a facilidade de colheita e de ambientação a diferentes climas, ciclo produtivo, custo de obtenção, teor de óleo extraído, propriedades físico-químicas e competição com outro setor do mercado, dentre outras.

Ao longo dos anos algumas biomassas, a exemplo do pinhão-manso e da camelina,

foram aproveitadas para a produção do BioQAV, sendo utilizadas, por diversas vezes, tanto em voos teste como em voos comerciais, se mostrando promissoras para uma futura implementação em voos regulares. O licuri, apesar de nunca ter sido testado pela aviação, têm se mostrado uma biomassa bastante promissora com potencial para a produção do bioquerosene (ARAÚJO *et al.*, 2019)

3.2.1 *Pinhão-manso*

O pinhão-manso é uma espécie de planta oleaginosa da família *Euphorbiaceae*, que apresenta um rápido crescimento atingindo uma altura entre 2 a 3 metros, podendo alcançar até 5 metros (ARRUDA *et al.*, 2004). É considerada uma planta de fácil plantio e se ambienta com facilidade a diferentes climas, com ciclo produtivo de até 40 anos (FREIRE *et al.*, 2010). Suas sementes possuem teor de óleo entre 30 e 40%, se tornando propícia à produção do bioquerosene e outros biocombustíveis (CGEE, 2010).

Segundo Ackon & Ertel (2005), o pinhão-manso contém enxofre em valores inexpressivos, diminuindo a emissão de GEE, porém, seu óleo é altamente tóxico por conter componentes como o éster de forbol (diterpeno) e a curcina (proteína que inibe a síntese proteica *in vitro*), se tornando um obstáculo no processo de produção do BioQAV, requerendo uma etapa de neutralização (GONÇALVES *et al.*, 2009). As principais vantagens do uso do pinhão-manso, e razão de já ter sido usado em voos testes e comerciais, correspondem à não competição com setores essenciais da indústria, a exemplo dos setores alimentício e cosmético, além da facilidade de cultivo e baixa necessidade hídrica, características essenciais para a produção de um biocombustível.

3.2.2 *Camelina*

A camelina é uma espécie de planta da família *Brassicáceas*, tolerante a solos fracos e conseqüentemente, resistente à seca. Suas sementes possuem teor de óleo de, aproximadamente, 35% e, seu ciclo produtivo, considerado curto, varia em média de 85 a 100 dias, do plantio à colheita (CGEE, 2010). Seu óleo é rico em antioxidantes naturais, como os tocoferóis, tornando um óleo altamente estável e resistente à rancificação e acidificação (FONTES, 2017).

Essa biomassa já foi escolhida para voos teste e comercial, por dispor de características como cultura de baixo custo e elevado potencial de redução de GEE. Além disso, a camelina se encaixa em áreas consistentes de agricultura, não competindo com o setor alimentício, e seu crescimento produtivo é considerado rápido, indicando uma forte cultura alternativa para produção de BioQAV (FONTES, 2017).

3.2.3 *Licuri*

O licuri, uma palmeira típica da região semi-árida, encontrada com facilidade na

caatinga brasileira, possui, em média, 1357 frutos em seu cacho, que são utilizados na alimentação animal e humana (CREPALDI *et al.*, 2001). A principal aplicação industrial do licuri consiste na produção de óleo vegetal, tanto para cosméticos quanto para alimentos, sendo a casca, que é descartada nesse processo, pode ser reaproveitada como potencial biomassa para a produção de energia (SCALET *et al.*, 2019).

De acordo com Salles *et al.* (2010), o licuri contém, em média, 39% de teor de óleo em seus grãos, e tem como principais vantagens, a facilidade de ambientação e a utilização do seu resíduo (casca) como fonte de energia renovável.

3.3 Composição e propriedades das biomassas

A rota de produção HEFA-SPK é a única que utiliza óleos vegetais como matéria prima, fazendo uso dos ácidos graxos contidos no óleo extraído de biomassas. Por esta razão, é importante analisar o teor de ácidos graxos presentes no óleo extraído, considerando que o QAV-1 é uma mistura de hidrocarbonetos com cadeia carbônica composta por uma faixa de 8 a 16 átomos, e que óleos com teores elevados de ácidos graxos dentro dessa faixa se destacam para a produção do BioQAV, por ter uma composição bem próxima à do querosene de origem fóssil.

A Tabela 6 mostra a composição de ácidos graxos presentes no pinhão-manso, no licuri e na camelina, extraídos da literatura.

Ácidos Graxos	Teor em %					
	Pinhão- Manso		Licuri		Camelina	
	Verma <i>et al.</i> (2014)	Tan <i>et al.</i> (2020)	Salles <i>et al.</i> (2010)	Araújo <i>et al.</i> (2019)	Moser & Vaughn (2010)	Petcu <i>et al.</i> (2016)
Caprílico (C8:0)	-	-	9	8,8	-	-
Cáprico (C10:0)	-	-	6	6,0	-	-
Láurico (C12:0)	-	-	42	36,0	-	-
Mirístico (C14:0)	-	0,1	16	16,5	0,1	-
Palmítico (C16:0)	19,4	13,3	8	-	6,8	7,47
Palmitoléico (C16:1)	-	1,1	-	-	-	-
Esteárico (C18:0)	7,9	6,7	4	5,7	2,7	1,27
Oleico (C18:1)	45,4	40,7	12	14,2	18,6	16,87
Linoleico (C18:2)	27,3	37,6	3	3,9	19,6	24,49
Linolênico (C18:3)	-	0,2	-	-	32,6	34,07
Araquídico (C20:0)	-	0,2	-	-	1,2	-
Gadoleico (C20:1)	-	0,1	-	-	12,4	14,79

Eicosadienóico(C20:2)	-	-	-	-	1,3	-
Eicosatrienóico(C20:3)	-	-	-	-	0,8	-
Beênico (C22:0)	-	-	-	-	-	0,42
Erúxico (C22:1)	-	-	-	-	2,3	0,58

Tabela 6. Composição de ácidos graxos presentes em diferentes biomassas

Fonte: Elaboração própria.

Os óleos vegetais que se destacam para produção do BioQAV são aqueles que contém, em grande parte de sua composição, ácidos graxos dentro da faixa de C_8 a C_{16} . O licuri é uma das biomassas que se enquadra nesse quesito, uma vez que contém entre 67 e 81% de teor de óleo dentro dessa faixa. Um fator importante na análise da composição de ácidos graxos é a quantidade de ácidos saturados, uma vez que a saturação está diretamente ligada à maior estabilidade térmica e resistência à oxidação dos óleos (REDA & CARNEIRO, 2007).

Com relação à camelina, os óleos extraídos apresentaram entre 9,2 e 10,8% de ácidos saturados em sua composição, enquanto os óleos de pinhão-manso apresentaram entre 20,3 e 27%, ambos com menos da metade de suas composições de ácidos saturados. Em contrapartida, o óleo de licuri se sobressai novamente com 85 e 73% de teor de ácidos saturados, apresentando a composição mais favorável para a produção do BioQAV.

A Tabela 7 mostra algumas propriedades físico-químicas dos óleos extraídos das biomassas, visando o processo de obtenção do bioquerosene de aviação.

Propriedade	Unidade	Pinhão-Manso		Licuri		Camelina	
		Derahman <i>et al.</i> (2019)	Chanes <i>et al.</i> (2019)	Salles <i>et al.</i> (2010)	Araújo <i>et al.</i> (2019)	Pathak <i>et al.</i> (2018)	Popa <i>et al.</i> (2019)
Índice de acidez	mg KOH/g	11	2	1,4	0,72	2,18	3,94
Índice de Iodo	g I ₂ /100g	101	106,10	18,5	13,9	138	143,18
Densidade, a 20°C	kg/m ³	918*	-	920	924	927,5*	922
Viscosidade Cinemática a 40°C	mm ² /s	35,4	36,3	23,4	26,8	-	-
Índice saponificação	mg KOH/g	194	182	-	-	183,4	178,6

*a 15°C

Tabela 7 - Propriedades físico-químicas dos óleos extraídos das biomassas

Fonte: Elaboração própria.

O índice de acidez representa um parâmetro essencial para a determinação da qualidade de um óleo, já que as proporções de AGL são diretamente proporcionais ao estado de deterioração do óleo, podendo limitar o uso do mesmo (MIRALIKBARI & SHAHIDI, 2008).

Segundo Costa *et al.* (2013), o índice de acidez foi considerado como valor máximo aceitável o equivalente a 2 mg de KOH/g. É possível observar que este índice referente ao óleo de licuri se manteve abaixo de 2 mg, enquanto o óleo de camelina, determinado por Pathak *et al.* (2018) excedeu um pouco do valor, com 2,18 mg KOH/g e, o determinado por Popa *et al.* (2019) correspondeu a 3,94 mg KOH/g. O pinhão-manso utilizado por Chanes *et al.* (2019) apresentou exatamente 2 mg KOH/g em seu índice de acidez, estando no limite do valor máximo aceitável, enquanto o de Derahman *et al.* (2019) apresentou um valor muito distante comparado ao anterior (11 mg KOH/g), considerando que tais propriedades podem se diferenciar para a mesma biomassa, dependendo de sua origem.

O índice de saponificação representa a massa de KOH, em mg, necessária para saponificar um grama de gordura e, quanto menor for a massa molecular do ácido graxo, maior será o índice de saponificação (MORETTO & FETT, 1998). Macedo *et al.* (2016) afirmaram que não há parâmetros oficiais que determinem um valor limite para este índice, entretanto, o índice referente ao pinhão-manso, obtido por Derahman *et al.* (2019), se mostrou um pouco mais elevado quando comparado a outros autores, indicando uma provável formação de sabão, que pode dificultar a purificação e reduzir o rendimento na conversão do BioQAV, o que, nesse caso, seria necessário realizar uma etapa posterior de neutralização, a fim de evitar problemas no motor da aeronave.

O índice de iodo determina o grau de insaturação do óleo e, apesar da inexistência de parâmetros oficiais que estabeleçam um limite para este índice, é importante analisá-lo por estar diretamente associado à estabilidade a oxidação do BioQAV. A partir dos estudos desenvolvidos, verifica-se que os óleos extraídos do pinhão-manso e da camelina apresentaram índices muito elevados, quando comparados aos do licuri, revelando um alto grau de insaturação presente nessas duas biomassas, o que já era de se esperar, visto que, na análise da composição de ácidos graxos, eles mostraram ser insaturados em sua maior parte.

Os valores referentes à densidade e viscosidade cinemática dos três óleos analisados foram próximos, não apresentando grandes diferenças no resultado final de cada biomassa.

Na análise da composição e dos parâmetros físico-químicos foi possível observar que o óleo de licuri apresentou valores mais significativos que os da camelina e do pinhão-manso, apesar de ambos já terem sido utilizados em voos testes e comerciais. Isso mostra que, para uma biomassa ser considerada promissora e ser escolhida pela indústria da aviação, outros fatores também devem ser analisados tais como, o custo e a facilidade de obtenção da biomassa, competição com outro setor do mercado, além da quantidade de

óleo que pode ser extraído da matéria-prima, que juntos podem ser mais relevantes do que a análise físico-química das mesmas.

4 | CONCLUSÃO

O querosene, apesar de mais nocivo ao meio ambiente, ainda é produzido e utilizado em grande escala na aviação devido ao seu preço ser mais atrativo, enquanto o bioquerosene, obtido através de fontes renováveis, é menos poluente, porém tem como maior obstáculo, seu elevado custo de produção.

Através da análise comparativa de biomassas para produção de bioquerosene é possível inferir que, tanto a camelina como o pinhão-manso e o licuri possuem vantagens singulares propícias à produção do bioquerosene. O pinhão-manso e a camelina já foram utilizados para produção do BioQAV, e embora na análise de suas composições e propriedades eles não tenham apresentado os melhores resultados, atendem a outros requisitos como, baixo custo de obtenção e não competição com outros setores do mercado.

O licuri ainda não foi utilizado pelo setor da aviação, no entanto, apresentou resultados satisfatórios tanto na análise da sua composição de ácidos graxos totais, quanto de suas propriedades físico-químicas, se apresentando como uma proposta promissora para futuras aplicações na produção de bioquerosene. Desta forma, é possível concluir que ainda há diversas vias a serem exploradas e pesquisadas quando se trata da implementação do bioquerosene, de forma regular, no mercado da aviação e, que são de extrema necessidade e urgência, por conta do atual cenário global de poluição aérea e emissão de GEE, que tem aumentado significativamente.

REFERÊNCIAS

ACKON, E. K.; ERTEL, J. An alternative energy approach to combating desertification and remotion of sustainable development in drought regions. **Forum der for Chung**, v. 18, p. 74-78, 2005.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Biocombustíveis de Aviação, 2016.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Portaria ANP N° 137, 2000.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Resolução ANP N° 20, 2014.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Resolução ANP N° 778, 2019.

ANEEL. **Biomassa**. Atlas de Energia Elétrica do Brasil. 2008.

- ARAÚJO, P. H. M.; MAIA, A. S.; CORDEIRO, A. M. T. M.; GONDIM, A. D.; SANTOS, N. A. Catalytic Deoxygenation of the Oil and Biodiesel of Licuri (*Syagrus coronata*) to Obtain n-Alkanes with Chains in the Range of Biojet Fuels. **ACS Omega**, v. 4, n. 14, p. 15849–15855, 2019.
- ARRUDA, F. P.; BELTRÃO, N. E. M.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curca* L.) como alternativa para o semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campinas Grande, v. 8, n. 1, p. 789- 799, 2004.
- BAROUTIAN, S.; AROUA, M. K.; RAMAN, A. A. A.; SHAFIE, A.; ISMAIL, R. A.; HAMDAN, H. Blended aviation biofuel from esterified *Jatropha curcas* and waste vegetable oils. **Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers**, v. 44, p. 911–916, 2013.
- BENEDITO, B. C.; JUNIOR RUBENS, M.; LIMA, S. N. I. **Processo de produção de bioquerosene em rota integrada e bioquerosenes assim obtidos**. Depositante: Universidade Estadual de Campinas, BR n. 102012006421-9 A2. Depósito: 22 mar. 2012. Concessão: 19 nov. 2013.
- BRASIL, **Lei n. 9,478, de 06 de agosto de 1997**. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 06 ago. 1997.
- CGEE - CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. Biocombustíveis aeronáuticos: Progressos e desafios. **Séries de Documentos Técnicos**, 2010.
- CHANES S. M.; GONÇALVES, J. F. S.; GONÇALVES, P. C.; LUTIF, S. Y. S.; GOMES, J. O. Use of *Jatropha* and *Moringa* oils for lubricants: Metal working fluids more environmental-friendly. **Industrial Crops and Products**, v. 129, p. 594-603, 2019.
- CORTEZ, L. A. B.; NIGRO, F. E. B.; NOGUEIRA, L. A. H.; NASSAR, A. M.; CANTARELLA, H.; MORAES, M. A. F. D.; LEAL, R. L. V.; FRANCO, T. T.; SCHUCHARDT, U. F.; JUNIOR BALDASSIN, R. Perspectives for Sustainable Aviation Biofuels in Brazil. *International Journal of Aero space Engineering*, v. 2015, p. 1-12, 2015.
- COSTA, J. F.; ALMEIDA, M. F.; ALVIM-FERRAZ, M. C. M.; DIAS, J. M. Biodiesel production using oil from fish canning industry wastes. **Energy Conversion and Management**, v. 74, p. 17–23, 2013.
- CREPALDI, I. C.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; RIOS, M. D. G.; PENTEADO, M. V. C.; SALATINO, A. Composição nutricional do fruto de licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari). **Revista Brasileira de Botânica**. v. 24, n. 2, p. 155-159, 2001.
- DERAHMAN, A.; ABIDIN, Z.; CARDONA, F.; BIAK, D. R. A.; TAHIR, P. M.; ABDAN, K.; LIEW, K. Epoxidation of *jatropha* methyl esters via acidic ion exchange resin: optimization and characterization. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 959-968, 2019.
- FONTES, M. **Camelina - Matéria prima para biocombustíveis**. 2017.
- GONÇALVES, S. B.; MENDONÇA, S.; LAVIOLA, B. G. Substâncias Tóxicas, Alergênicas e Antinutricionais Presentes no Pinhão-manso e seus Derivados e Procedimentos Adequados ao Manuseio. Circular Técnica 01- **Embrapa Agroenergia**, Brasília-DF, 2009.

GONÇALVES, F. R.; PIZZARRO, L. E. B.; FRAGA, M. A. Combustíveis de Aviação: Perspectivas. **Revista Militar de Ciência e Tecnologia**, 2011.

FREIRE, E. A.; ESTRELA, M. A.; LIMA, V. L. A.; LAIME, E. M. O. **Importância do cultivo do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) para uso do biodiesel**. Congresso brasileiro de mamona, & Simpósio Internacional de oleaginosas energéticas, Embrapa Algodão, p. 118-121, 2010.

IATA - INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION – **Sustainable Aviation Fuel Road Map**, 2015.

ICAO. Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSA), 2018. **International Civil Organization**, Quebec.

ICAO. Climate Change Mitigation: Sustainable Aviation Fuels, 2019.

MACEDO, A. L.; ROCHA, B. G.; SANTOS, R. S.; PEREIRA, M. C.; FABRIS, J. D. Avaliação do potencial dos óleos da macaúba (*Acrocomia aculeata*) como fonte de ácidos graxos precursores para a produção de ésteres metílicos via reação de transesterificação por catálise heterogênea. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS PARA O MEIO AMBIENTE, 5., 2016, Bento Gonçalves. **Artigo [...]**. Rio Grande do Sul: [s. n.], 2016.

MAURICE, L. Q.; LANDER H.; EDWARDS, T.; HARRISON, W. E. Advanced Aviation fuels: A look ahead via a historical perspective. **Fuel**, v. 80, n. 5, p. 747–756, 2001.

MAZAREANU, E. Commercial airlines worldwide - fuel consumption 2005-2020. **Statista**, 2020.

MIRALIKBARI, H.; SHAHIDI, F. Oxidative Stability of Tree Nut Oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.56, p.4751–4759, 2008.

MOORE, R. H.; THORNHILL, K. L.; WEINZIERL, B.; SAUER, D.; ASCOLI, E. D.; KIM, J.; LICHTENSTERN, M.; SCHEIBE, M.; BEATON, B.; BEYERSDORF, A. J.; BARRICK, J.; BULZAN, D.; CORRL, C. A.; CROSBIE, E.; JURKAT, T.; MARTIN, R.; RIDDICK, D.; SHOOK, M.; SLOVER, G.; VOIGT, C.; WHITE, R.; WINSTEAD, E.; YASKY, R.; ZIEMBA, L. D.; BROWN, A.; SCHLAGER, H.; ANDERSON, B. E. Biofuel blending reduces particle emissions from aircraft engines at cruise conditions. **Nature**, v.543, p.411–415, 2017.

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de Óleos e Gorduras Vegetais**. São Paulo: Varela, p.150, 1998.

MOSER, B. R.; VAUGHN, S. F. Evaluation of alkyl esters from *Camelina sativa* oil as biodiesel and as blend components in ultra-low-sulfur diesel fuel. **Bioresource Technology**, v. 101, p. 646–653, 2010.

NEULING, U.; KALTSCHMITT, M. Conversion routes for production of biokerosene — status and assessment. **Biomass Conversion and Biorefinery**, v. 5, n. 4, p. 367-385, 2015.

PATHAK, R.; MOHSIN, M.; BISHT, G.; BALA, M.; ANJALI K. Physicochemical assessment of camelina sativa seed oil and its alkali-based transesterification to study fame profiling. **International Journal of Advances in Science Engineering and Technology**, v. 6, n. 3, 2018.

PETCU, A.C.; PLESU, V.; BERBENTE, C. Estimation methods for thermophysical properties of camelina sativa crude oil. **Sci Bull**, v. 78, p. 59-70, 2016.

PETROBRÁS. **Querosene de aviação Informações Técnicas** (versão jan/2019).

POPA, A. L.; DRUMEA, V.; NITĂ, R. A.; FLOREA, M. A.; OLARIU, L.; JURCOANE, S.; CRISTEA, S. A physico-chemical characterization of oil from *Camelina sativa* seeds grown in Romania. **Romanian Biotechnological Letters**, v. 24, p. 776-782, 2019.

REDA S. Y.; CARNEIRO, P. I. B. Óleos e gorduras: aplicações e implicações. **Revista Analytica**, n. 27, p. 60-65, 2007.

SALLES, K. T. S. L.; MENEGHETTI, S. M. P.; SALLES, W. F. L.; MENEGHETTI, M. R.; SANTOS, I. C. F.; SILVA, J. P. V.; CARVALHO, S. H. V.; SOLETTI J. I. Characterization of *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. oil and properties of methyl esters for use as biodiesel. **Industrial Crops and Products**, v. 32, p. 518–21, 2010.

SANTOS, S. A.; ALVES, S. M.; FIGUEIREDO, F. J. C.; ROCHA NETO, O. G. **Descrição de Sistema e de Métodos de Extração de Óleos Essenciais e Determinação de Umidade de Biomassa em Laboratório**, 2004.

SANTOS, I. N.; ALMEIDA, E. G. P.; XAVIER, A. L. B.; BARRETO, A. C. S.; SANTOS, J. W. Biocombustíveis como fonte alternativa de energia na aviação civil: Um estudo bibliométrico. *In*: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE, 9., 2017, Sergipe. **Anais... Sergipe**: UFS, 2017. p. 1-11.

SCALET, V., ROZ, A. L., SANTOS, L. R. O., HANSTED, A. L. S., PIRES, A. A. F., NAKASHIMA, G. T., TOMELERI, J. O. P., YAMAJI, F. M. Waste of the licuri (*syagrus coronata*) nutshells: an alternative energy source. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.8, n.3, p.583-597, 2019.

SUAREZ, P. A. Z.; SANTOS, A. L. F.; RODRIGUES, J. P.; ALVES, M. B. Biocombustíveis a partir de óleos e gorduras: desafios tecnológicos para viabilizá-los. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 768-775, 2009.

TAN, Q.; CAO, Y.; LI, J. Prepared multifunctional catalyst Ni2P/Zr-SBA-15 and catalyzed *Jatropha* Oil to produce bio-aviation fuel. **Renewable Energy**, v. 150, p. 370-381, 2020.

UBRABIO (União Brasileira do Biodiesel e Bioquerosene). **Certificação de aeronaves deverá priorizar menos emissões de CO₂**, 2016.

VERMA, B. S. D. RANA, R. KUMAR, M. G. SIBI, A. K. SINHA, Diesel and Aviation Kerosene with desired Aromatics from Hydroprocessing of *Jatropha* oil over Hydrogenation Catalysts Supported on Hierarchical Mesoporous SAPO-11. **Applied Catalysis A: General**, v. 490, p. 108-116, 2014.

PREJUÍZO NAS FUNÇÕES EXECUTIVAS RELACIONADAS AO USO ABUSIVO DE ÁLCOOL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Data de aceite: 26/02/2021

João Paulo Moreira Di Vellasco

Especialista em Neuropsicologia (PUC-GO)
Professor do Centro Universitário Alves Farias
Goiânia-Go

Rejane Soares Ferreira

Especialista em Neuropsicologia pela PUC-Go
Mestre em Psicologia Pela Universidade de
Brasília (UNB)

RESUMO: O consumo de álcool torna-se nocivo quando a partir do período de consumo gera complicações clínicas e psicossociais ao sujeito, sendo este, um grande preditor para dependência, gerada principalmente pela desregulação do sistema de recompensa do cérebro. Este estudo teve como objetivo averiguar o impacto do uso abusivo de álcool nas funções executivas, além de explicitar quais as funções executivas comprometidas e os principais instrumentos neuropsicológicos para sua avaliação. Foi realizado uma revisão integrativa, através da base de dados da BVS-Salud, Scielo, CAPES e Repositório da PUC/RS, onde foram selecionados 10 estudos sobre o assunto com publicação a partir de 2004. Os estudos foram organizados em tabela em ordem de publicação, onde ainda foi descrito os testes utilizados ou indicados por cada estudo, para averiguação das funções executivas em alcoolistas, assim como, quais funções executivas comprometidas e relatadas em cada estudo. Averiguou-se que o álcool impacta no desempenho das funções executivas,

principalmente no que tange a memória operacional, o controle inibitório e a flexibilidade mental. Apurou-se ainda, a necessidade de novos estudos longitudinais, levando em consideração o tempo de uso e de abstinência no uso abusivo e crônico de álcool, para melhor compreensão do efeito da abstinência na melhora dos escores na avaliação neuropsicológica e em usuários com faixa etária menor de 18 anos, por não serem contempladas pelo estudo. Torna-se necessário o aprimoramento dos instrumentos de avaliação e sua realização de forma ecológica, para maior compreensão do real efeito do álcool nas funções executivas.

PALAVRAS-CHAVE: Neuropsicologia, álcool, funções executivas.

ABSTRACT: Alcohol consumption becomes harmful when, from the period of consumption, it generates clinical and psychosocial complications for the subject, which is a great predictor of dependence, generated mainly by the deregulation of the brain's reward system. This study aimed to investigate the impact of alcohol abuse on executive functions, in addition to explaining which executive functions are compromised and the main neuropsychological instruments for their assessment. An integrative review was carried out through the database of the VHL-Salud, Scielo, CAPES and PUC / RS Repository, where 10 studies on the subject were published with publication from 2004. The studies were organized in a table in order of publication, where the tests used or indicated by each study were also described, to ascertain the executive functions in alcoholics, as well as which executive

functions were compromised and reported in each study. It was found that alcohol impacts the performance of executive functions, especially with regard to working memory, inhibitory control and mental flexibility. There was also a need for further longitudinal studies, taking into account the time of use and abstinence in the abusive and chronic use of alcohol, for a better understanding of the effect of abstinence on improving scores in neuropsychological assessment and in users with an age group under 18, as they are not covered by the study. It is necessary to improve the assessment instruments and carry them out in an ecological way, in order to better understand the real effect of alcohol on executive functions.

KEYWORDS: Neuropsychology, alcohol, executive functions.

INTRODUÇÃO

Para Bertoni (2003) há tempos o homem busca maneiras de aliviar a dor ou vivenciar sensações de prazer inesgotáveis e por esta ótica o consumo abusivo de álcool é visto nas sociedades, desde relatos bíblicos como a embriagues de Noé citada no Gênesis, que ao plantar sua vinha embriagou-se e, posteriormente, foi encontrado nu por seu filho. Antes mesmo dos relatos bíblicos, o homem primitivo já observava a reação de animais após ingerir certos tipos de frutas onde sua ingestão após fermentação promoveria o contato com o álcool e traria reações de relaxamento.

Com a industrialização e a produção de álcool em grande escala, o acesso passa a ser mais facilitado e generalizado, sendo seu comércio estimulado principalmente por ações midiáticas associando a bebida a contextos de lazer e vivências hedonistas.

Por tanto, é sabido que o álcool em si traz diversas consequências negativas à saúde e ao comportamento humano, em relação ao comportamento importa trazer ao conhecimento se este é interferido por alterações das funções cerebrais e quais especificamente poderiam perturbar o desempenho funcional de imediato e a longo prazo.

Como apontado por Garcia (2014), as funções executivas (FE) são amplamente atingidas pelo consumo eventual ou crônico de álcool e sendo estas funções tão essenciais para o ser humano, torna-se importante relacionar os estudos que apontam os níveis de prejuízos às FE relacionados ao uso de álcool, uma vez que o conhecimento acerca deste levantamento nos orientará para real implicância do tema através dos estudos neuropsicológicos na área e suas nuances.

Tendo em vista um acréscimo do consumo de álcool na população brasileira, poderia seu uso abusivo comprometer a qualidade de vida e a funcionalidade dos sujeitos através das alterações neuro funcionais provocadas por seu consumo?

A Neuropsicologia se compromete a descrever as funções cognitivas em quadro de alterações cerebrais, deste modo, cabe à avaliação neuropsicológica melhor se capacitar e compreender as substâncias que possam comprometer o funcionamento do cérebro.

Frente a este contexto este artigo tem como objetivo geral identificar o impacto do álcool nas funções executivas e como objetivos específicos, identificar alterações na

flexibilidade cognitiva, no controle inibitório, na abstração, na solução de problemas, no julgamento, no senso crítico, na memória operacional e no foco atencional em decorrência do uso de álcool, como também, listar os instrumentos utilizados nas avaliações neuropsicológicas para avaliar as funções executivas no Alcoolismo.

Alcoolismo: definição

Já no ano de 1849 Magnos Hus introduz o termo *Alcoolismo* para definir as alterações patológicas do Sistema Nervoso esfera psíquica e da condição motora e sensitiva, então relacionadas ao consumo de álcool e mais tarde, já na década de 40, Morton Jellinek classifica o Alcoolismo como doença baseado na quantidade de álcool consumido pelo sujeito. (Andrade & Silveira, 2009).

Os autores supracitados revelam que os fatores de risco relacionados à dependência e entrada no diagnóstico incluem características psicológicas, traços de personalidade e os efeitos psicodinâmicos como alegrar-se e sentir-se mais sociável e que podem levar ao acometimento de diversas outras doenças de âmbito físico como câncer, problemas hepáticos, cardiopatias, entre outros, até problemas de ordem neurológica e/ou psiquiátrica. A fronteira de risco para a dependência alcoólica baseia-se no consumo de 60g álcool puro/dia para homens e 40g álcool puro/dia para mulheres, surgindo a dependência em média após quatro a seis anos de consumo regular para adolescentes e seis a oito anos de consumo regular para adultos.

Segundo Soibelman e Von Diemen (2004), a recomendação de consumo de álcool pela OMS é de 21 unidades para os homens por semana e 14 unidades para as mulheres, onde cada unidade é equivalente acerca de 10g de álcool sendo variável o nível de concentração por tipo de bebida.

Sendo assim, um homem teria condição de consumir, dentro das recomendações da OMS, cerca de 4,3L de cerveja por semana, 360ml de destilados e 1,7L de vinho. Já as mulheres o consumo deve ser menor, sendo 2,8L de cerveja por semana, 240ml de destilados e 1,1L de vinho.

O consumo pode ser caracterizado como nocivo quando as complicações clínicas e/ou psicossociais advindas do uso de álcool são restritas ao período de consumo, compreendida como uso abusivo através do DSM-IV e detectada principalmente em usuários recentes, havendo importante risco de evolução para dependência (Ribeiro & Rezende, 2013)

Já a dependência química é caracterizada pela compulsão na busca da droga, pela dificuldade de controle em seu uso, pela interligação de emoções negativas e estado de privação e por recaídas, descrito por Koob e Le Moal (1997, apud Garcia et al 2014) como um crescente ciclo de desregulação do sistema de recompensa do cérebro através da via mesolímbica. Principalmente pelo estriato ventral e nucleus accumbens, que através da elevada ativação dopaminérgica nesta área o indivíduo passa a ter necessidade de ingerir

quantidades cada vez mais elevadas das drogas, gerando sintomas de abstinência, fissura, vulnerabilidade persistente e recaídas.

Conforme Araújo e Neto (2014) o diagnóstico de Transtornos Relacionados ao Álcool sofre mudança a partir da publicação do DSM V - Manual Diagnóstico e Estatístico dos Transtornos Mentais, onde esta nova versão não mais separa os diagnósticos de Abuso e Dependência como era feito no DSM-IV, unificando-os ao Transtorno por uso do Álcool.

A quantidade de critérios preenchidos pelo diagnóstico sinalizará sua gravidade, sendo que a presença de dois ou três sintomas especifica-se gravidade leve, quatro ou cinco, gravidade moderada e quando acima de seis sintomas caracterizara-se Transtorno por Uso do Álcool Grave. A abstinência incluída nos critérios diagnósticos se caracteriza por sintomas de abstinência desenvolvidos de 4 a 12 horas após redução do consumo de álcool prolongado, já a fissura indica um desejo intenso de beber, sendo difícil manter outro tipo de pensamento, o que chega a influenciar o desempenho em diversas atividades do dia a dia (DSM-V, 2013).

Segundo dados do II Levantamento Domiciliar Sobre o Uso de Drogas Psicotrópicas no Brasil de 2005, realizado pela Secretaria Nacional Antidrogas (SENAD) em parceria com a Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) através do Centro Brasileiro de Informações sobre Drogas Psicotrópicas (CEBRID), o uso de Álcool mostra-se extremamente superior quando comparado ao uso de outras 16 substâncias psicotrópicas abordadas no levantamento, sendo este consumo mais elevado tanto quando declarado que já consumido em algum momento da vida, do ano ou do mês.

Quando abordado a questão de dependência em relação à substância psicotrópica o álcool também aparece em primeiro lugar em 12,3% da população investigada, seguido de 10,1% de dependência do tabaco, 1,2% da maconha e menos de 1% de dependentes dos demais psicotrópicos. Sendo a dependência alcoólica mais freqüente no sexo masculino entre a faixa etária de 18 a 24 anos (27,4%) e se comparado a prevalência geral da dependência alcoólica entre os gêneros é observado uma prevalência maior, de 19,5% no sexo masculino, em comparação a prevalência de 6,9% no sexo feminino.

Ao comparar os dados do levantamento realizado pelo CEBRID em 2001 com o realizado em 2005, nota-se a elevação da prevalência tanto no consumo de álcool na vida quanto de dependência do mesmo, sendo que no ano de 2001 a prevalência de consumo na vida atingiu 68,7% dos entrevistados, passando este percentual para 74,6% em 2005 e em relação a dependência de álcool, em 2001, 11,2% dos entrevistados apresentavam características de dependência e em 2005 este índice passou para 12,3%. Observa-se ainda um importante acréscimo no consumo de álcool pelo sexo feminino em todas as faixas etárias, assim como o nível de dependência, sendo os aumentos de consumo na vida mais significativo encontrados na faixa etária de 12 a 17 anos, de 44,7% em 2001 para 50,8% em 2005 e na faixa etária acima de 35 anos onde o índice de 59,5% em 2001

saltou para 67,6% em 2005 e tratando-se de dependência alcoólica é observado o maior acréscimo na faixa etária de 12 a 17 anos, onde o índice de 3,5% de mulheres dependentes de álcool em 2001 saltou para 6% em 2005.

Vários são os fatores etiológicos do uso abusivo de álcool, desde a presença de transtornos ainda na infância como TDAH, Transtorno de Conduta, de Personalidade antissocial, entre outros, até o favorecimento por questões genéticas, onde a literatura aponta frequência quatro vezes maior da incidência de problemas com álcool em filhos de alcoolistas do que na população não consumidora, há ainda as questões psicológicas de alívio de tensões estabelecidas por uma aprendizagem comportamental frente ao enfrentamento de contextos dramáticos, além de questões culturais de incentivo ou restrição ao uso de álcool. (Fontana, 2006).

McCrary, 2016 aponta que o tratamento do uso abusivo de álcool deve ser planejado de forma multidimensional, pois diversas são as abordagens com eficácia científica de melhora estabelecida. Este mesmo autor ainda aponta seis tipos de intervenção mais comumente utilizadas, sendo elas: 1) intervenções breve e baseadas na motivação; 2) tratamento cognitivo-comportamental; 3) tratamento de facilitação em 12 passos; 4) terapia comportamental de casal; 5) tratamento por exposição a gatilhos e 6) abordagem de reforço comunitária. O terapeuta, no entanto, exercerá a responsabilidade de orientar o dependente a procurar o método interventivo que lhe traga maior conforto no enfrentamento, assim como potencializar a motivação na busca da abordagem que traga maiores ganhos em prol da superação do vício, mesmo que o sucesso não seja obtido nas primeiras tentativas.

Mesmo em indivíduos que passam por tratamento da dependência alcoólica o risco de recaída ainda é alto, como aponta estudo feito por Alvarez (2007), onde os fatores envolvidos na recaída soma-se até 20 justificativas descritas nos questionários aplicados em usuários de álcool, sendo as mais frequentes a pressão social, a necessidade de beber, os conflitos interpessoais e os estados e emocionais negativos, muitas vezes supridos pelos efeitos psicodinâmicos ocasionados pelo uso da bebida, aliados a outros fatores de risco.

No levantamento do CEBRID (2005) quando investigados sinais/sintomas equivalente a comportamento de risco após uso de álcool, como pilotar carro, moto, utilizar máquinas, nadar, etc, 7,3% da população geral menciona já ter assumido estes riscos após beber, o que se estima uma população de 3.706.000, sendo a maior prevalência entre o sexo masculino (12,2%) na faixa etária de 18 a 24 anos (17,8%). Quando o sintoma investigado é a desadaptação social, 7,9% da população investigada relata ter tido conflitos com familiares, no trabalho, com amigos ou com polícia em decorrência do uso de álcool, com prevalência maior do sexo masculino (12,2%) em relação ao feminino (4,8%).

Nota-se que diversos estudos apontam para uma série de alterações cognitivas após o uso crônico ou eventual de álcool. No caso do uso crônico as alterações mais comuns afetam as FE, particularmente o controle inibitório e memória de trabalho, bem

como a memória episódica verbal, processamento visuoespacial e as habilidades sociais. Já no uso eventual as funções cognitivas mais afetadas são as FE, particularmente o controle inibitório, além da memória episódica verbal. Em ambos os tipos de uso nota-se interferência nas FE, as quais serão descritas a seguir (Garcia *et al*, 2014).

Funções Executivas

Luria(1981) em sua obra clássica, *Fundamentos da Neuropsicologia*, já tratava a terceira unidade funcional do cérebro, envolvendo o lobo frontal, como a responsável pela programação, regulação e verificação da atividade humana, exercendo ainda importante influência na regulação da vigília, do comportamento motore nos processos mnêmicos e intelectuais, sendo esta unidade a responsável pelas formas mais complexas da atividade humana dirigida a metas.

Sendo assim, entre as diversas funções cognitivas existem aquelas que exercem papel primordial na regulação do comportamento humano, as FE como atribuídas primeiramente por Lezakapud Malloy-Diniz (2014) ao se referir a quatro domínios cognitivos, entre eles a volição, planejamento, ação intencional e desempenho afetivo.

Nesse intuito a FEpermite ao sujeito direcionar o comportamento a metas, verificar suas estratégias e possibilitar a reorganização das mesmas, direcionar o foco da atenção, resolver problemas e regular o processamento de informação no cérebro, impactando os aspectos afetivo-emocionais, motivacionais, comportamentais e sociais do indivíduo. (Uehara et al, 2013)

Malloy-Diniz (2014) ressalta que diversos são os modelos teóricos que abordam as FE, uma vez que elas sãoapontada desde um construto único, até um processo independente de suas funções, ou por um processo composto por etapas sucessivas e interdependentes, ou ainda como funções separadas conforme os circuitos cerebrais a elas relacionadas.

MalloyDiniz(2014) e Santos(2004) anunciam seu processo de amadurecimento a partir dos seis e sete anos de idade até o fim da adolescência, onde alcança sua estabilidade, na velhice, passa a sofrer perdas de desempenho natural. Outra característica essencial é sobre sua correlação neuro anatômica, relacionada ao lobo frontal, especificamente à região pré frontal.

Esta não é a única região cerebral envolvida com os processos de FE, pois como apontam diversos estudos, há uma correlação nos circuitos que ligam áreas corticais ipsilaterais e contralaterais através do corpo caloso, observado na figura 5, com aferencia a regiões subcorticais, através do sistema límbico, reticular, hipotálamo e sistema neurotransmissores, ficando evidente uma comunicação do córtex pré-frontal com as demais regiões do cérebro que envolve uma participação ampla de todo o córtex nas FE (Santos, 2004).

Gazzaniga, et al (2006) ainda afirmam que o córtex pré-frontal localiza-se em região

estratégica do cérebro o que o possibilita coordenar tal processamento o que lhe dá maior atribuição às Funções Executivas.

Estes mesmos autores ainda salientam os aspectos neuroquímicos relacionados aos déficits em Funções Executivas, observado principalmente em pacientes com Esquizofrenia e TDAH, onde a deficiência dopaminérgica ocasiona perdas substanciais em memória operacional, atenção, controle inibitório, planejamento, flexibilidade cognitiva e tomada de decisão, já a deficiência nas vias serotoninérgicas propicia perdas no controle inibitório e tomada de decisão afetiva.

Em relação às alterações neurofuncionais interligadas a lesões no lobo frontal, Gil (2002) aponta que quando áreas como dorsolateral e orbitofrontal são atingidas nota-se alterações de personalidade, entre elas apatia, abulia, inércia, distraibilidade, euforia, desinibição e impulsividade.

Em lesão pré-frontal ficam evidentes alterações na organização dinâmica de atos motores, onde a perseveração torna-se a principal característica. Nota-se ainda o distúrbio das atividades perceptivas visuais, onde o déficit de programação visual não permite ao indivíduo analisar as diversas frações de uma figura em um todo, gerando uma repetição estereotipada de detalhes.

A atenção concentrada, dividida e seletiva também pode sofrer alterações importante de desempenho, quando principalmente a região dorsolateral do lobo frontal é lesionada. Síndromes amnésicas também são notadas em pacientes com lesão frontal, especificamente a memória de trabalho e a metamemória (Gil, 2002).

Seruca (2013) ressalta as alterações das FE relacionadas ao comportamento criminal como consequência de disfunção pré-frontal, observando que a inflexibilidade cognitiva favorece níveis elevados de expressão da ira e agressividade, como também traços de personalidade impulsivo.

Almeida et al (2009) também relacionam o uso de álcool com comportamento violento através de alterações neuroquímicas e de funções cognitivas, tanto em bebedores regulares quanto eventuais e aponta uma diferença entre os sexos, sendo que nos homens a violência é manifestada primordialmente através de agressões domésticas e no sexo feminino é frequente a presença da autoagressão, manifestada principalmente por tentativas de suicídio.

Rigoni et al (2012) em sua revisão literária sobre o alcoolismo e avaliação das FE, destaca que dentre as diversas alterações cognitivas ocasionadas pelo uso de álcool, um aspecto importante a ser considerado é a perda da capacidade de resolução de problemas e tomada de decisão, que pode influenciar na própria decisão do usuário em manter o consumo ou tornar-se abstinente, uma vez que a reflexão das consequências de seus próprios atos fica comprometidas.

Além das alterações neurofisiológicas aqui apresentadas existem os acometimentos neurológicos e cognitivos provocados pelo uso de álcool no qual será tratado no próximo tópico.

Alterações cognitivas no consumo abusivo do álcool.

O etanol age no sistema nervoso através da interação com determinadas proteínas existentes na membrana neuronal, especificamente a proteína G e proteína quinase que provocam mudanças nas atividades de outras proteínas contidas na membrana. A interação com os receptores GABA, inibidor no SNC e NMDA de glutamato, na qual tem ação excitatória no SNC provoca um efeito depressor do mesmo, caracterizando os efeitos de intoxicação etílica, perdas de memória, tolerância e hiperexcitabilidade (Ayesta, 2002).

Outro efeito ao SNC que se deve considerar em decorrência do uso de álcool são os traumatismos cranioencefálico – TCE, provocados por acidentes automobilísticos envolvendo condutores embriagados. Além desta consequência ainda se inúmeras uma série de outras adversidades ligada ao consumo abusivo de álcool como: síndrome de abstinência, crises convulsivas, delirium tremens, degeneração hepatocerebral adquirida, Encefalopatia de Wernicke, degeneração cerebelar alcoólica, mielinólise pontina central, miopatia alcoólica e demência alcoólica (Haes, 2010).

Cabe ainda ressaltar a ligação entre o consumo de álcool e a predisposição para o Acidente Vascular Encefálico, como apontado por Pires (2004) em seu levantamento em população idosa onde 35% dos casos de AVE evidenciaram histórico de etilismo, sendo este um fator de risco.

Em experimentos com animais realizados por Oliveira (2013) onde os mesmos foram expostos ao etanol a partir da adolescência, visando constatar as alterações provocadas pelo álcool no SNC, foi observado redução volumétrica e perdas neuronal e glial na formação hipocampal após exposição crônica ao álcool.

Uma das consequências mais grave do alcoolismo é o desenvolvimento da Síndrome de Wernicke-Korsakoff que tem como tríade clínica os sintomas de oftalmoplegia, ataxia e distúrbios mentais e de consciência, onde há um déficit de absorção de tiamina pelo organismo, agravado com o surgimento de infecções pulmonares, septicemia, doença hepática e estado irreversível de deficiência de tiamina o que leva a uma mortalidade de 10 a 20% dos casos e a um prognóstico pobre onde cerca de 80% dos pacientes desenvolvem desordem crônica de memória (Zubaran, 1996).

No entanto, o tratamento relacionado às deficiências cognitivas em decorrência ao uso de álcool é indicado 300mg/dia de tiamina até 12 meses, sem, contudo, garantir a reversão completa do quadro (Fonseca & Lemos, 2011).

METODOLOGIA

Foi realizado neste trabalho uma revisão bibliográfica de natureza quantitativa e qualitativa no intuito de reunir publicações que evidenciassem estudos relacionados aos déficits de FE ocasionados pelo uso de álcool, com levantamento de estudos na esfera da Neuropsicologia.

Inicialmente foram obtidos 18 artigos e após análise de conteúdo foram selecionados 10 estudos com especificação de achados que envolveram investigações de alterações nas FE relacionadas ao uso e dependência de álcool. Os outros oito artigos excluídos do levantamento levavam em conta primordialmente aspectos psiquiátricos, sociodemográficos e etiológicos, não condizendo com o objetivo deste estudo.

Os portais de pesquisa de publicações científicas utilizados foram: BVS-SALUD, CAPES, *Scielo* e Repositório PUC/RS. E os descritores usados para pesquisa foram: Neuropsicologia, Alcoolismo, cognição, demência e funções executivas.

A revisão contou com duas dissertações de mestrado, uma tese de doutorado contendo dois estudos, quatro artigos empíricos, um artigo de estudo observacional e um de estudo descritivo, publicados a partir de 2004, sendo uma publicação em inglês, mesmo produzida no Brasil e outras nove em língua portuguesa.

RESULTADOS

Os artigos pesquisados nesta monografia foram agrupados na Tabela 1, seguindo a ordem crescente do ano de publicação, com especificação dos autores, do tipo de publicação, dos testes utilizado e as FE comprovadamente prejudicadas e apontadas nos estudos. Posteriormente serão retratados detalhadamente as formas de investigação e resultados alcançados de cada estudo.

Autores	Ano publicação	Tipo publicação	Testes utilizados	FE prejudicadas
Cunha & Novaes	2004	Artigo	Bateria de Avaliação Frontal (FAB)	Controle inibitório Abstração Resolução de problemas Fluência verbal Memória operacional Tomada de decisão
Kolling et al	2007	Artigo	Dígitos Aritmética SNL COWAT Trail Making Teste de Stroop FAB	Capacidade inibitória Flexibilidade mental Memória operacional Fluência verbal
Carvalho et al	2008	Artigo	Repetição de dígitos Teste D2 Trail Making Teste de Stroop	Processos inibitórios Alternância de estímulos
Salgado et al	2008	Artigo	Continuous Performance Task Iowa Gambling Test Wisconsin CardSorting Test	Controle inibitório Atenção Planejamento
Feldens	2009	Dissertação de mestrado	Questionário SADD Vocabulário, cubos e códigos – WAIS III Figuras Complexas de Rey WCST Inventários BECK	Planejamento Resolução de problemas Flexibilidade mental Controle inibitório Memória operacional

Rigoni	2009	Tese de Doutorado Seção 2	Vocabulário, cubos e códigos – WAIS III WCST Figuras Complexas de Rey Questionário SADD URICA (University of Rhode Island Change Assessment)	Flexibilidade mental Memória operacional Tomada de decisão
Rigoni	2009	Tese de Doutorado Seção 3	Questionário SADD Adult Self Report (ASR) BAI e BDI-II Screening cognitivo do WAIS-III WCST Figuras de Rey	Memória operacional Tomada de decisão Flexibilidade mental Inibição de respostas
Matumoto & Rossini	2013	Artigo	Teste Wisconsin (WCST) Teste de desempenho contínuo (TDC)	Flexibilidade mental Memória operacional
Levone et al	2013	Artigo	Questionário SADD Mini-Exame do Estado Mental (MEEM)	Dependentes graves pontuaram abaixo do ponto de corte do MEEM, sugerindo importantes perdas cognitivas.
Guidolin	2016	Dissertação de mestrado	M.I.N.I (International Neuropsychiatric Interview) QAGI (Questionário de Avaliação Global do Idoso) Avaliação Neuropsicológica do CERAD	O estudo não encontrou equivalência associativa entre a dependência de álcool e transtornos cognitivos.

Tabela 1. Déficits de Função Executiva relacionadas ao uso de álcool.

Cunha e Novaes (2004) elaboraram um artigo descritivo tratando das implicações para o tratamento de alcoolistas através da avaliação neurocognitiva dos mesmos e subdividiu o estudo em seis tópicos. Demonstraram primeiramente os efeitos agudos do álcool, onde estudos apontam que abusadores ou *binge-drinkers*, demonstram pior desempenho em tarefas de reconhecimento espacial e memória de curto prazo. Em estudo que verificou o desempenho cognitivo após uma noite de uso abusivo, os abusadores ainda revelaram deficiência de memória tardia. Nos efeitos crônicos do álcool são apontados estudos que levantam déficits nas funções executivas, principalmente memória de trabalho, controle inibitório, abstração, resolução de problemas, análise e síntese visuo-espacial, além de outros aspectos cognitivos como velocidade psicomotora e velocidade de processamento. Outros apontamentos também abordam disfunções relacionadas ao córtex pré-frontal (CPF) em indivíduos assintomáticos e que pode acarretar prejuízos nos processos de tomada de decisão e controle inibitório, podendo ainda chegar em esferas mais severas como a Demência Persistente Induzida pelo Álcool e a Síndrome de Korsakoff.

As implicações no tratamento advindas dos prejuízos cognitivos adquiridos por usuários de álcool demonstram que percas de memória operacional e controle inibitório persistem mesmo após um tempo de abstinência, influenciando principalmente em eventos de recaída do indivíduo. A reavaliação neuropsicológica e a reabilitação cognitiva são apontadas como importantes meios de analisar sistematicamente as mudanças cognitivas ocorridas e a evolução do estado neuropsíquico mediante o tratamento, sendo que a

reabilitação neuropsicológica pode auxiliar no reconhecimento das alterações cognitivas sofridas, bem como sua recuperação, contribuindo para o sucesso do tratamento (Cunha & Novaes, 2004)

Os autores concluem o artigo apresentando como ferramenta de auxílio e rastreamento de comprometimento das funções executivas, a FAB (Bateria de Avaliação Frontal), mencionando que a comprovação de uma disfunção executiva deverá ser apenas comprovada por profissional neuropsicólogo através de testagens específicas.

Kolling et al (2007) compararam o funcionamento cognitivo em uma amostra de 12 alcoolistas e 12 dependentes de cocaína, acompanhados por centro de tratamento de Porto Alegre-RS, sendo que 50% da amostra cursaram ensino fundamental e a faixa etária dos dependentes de cocaína era menor, 29,7 anos, em comparação com os alcoolistas de 44,6 anos. Os internos apresentavam um período de abstinência de 7 a 32 dias, fator este que não influenciou em correlação significativa nos escores dos testes neuropsicológicos, assim como o fator idade.

Os resultados obtidos através dos instrumentos de avaliação Dígitos, Aritmética, Sequência de Números e Letras (SNL), Teste de Associação de Palavras Controladas (COWAT), *Trail Making*, Teste de Stroop e FAB, apontaram maior prejuízo na atenção, controle inibitório e flexibilidade mental em etilistas comparados aos dependentes de cocaína, o que pode ter sido influenciado pela discrepância de idade entre os dois grupos. Os baixos escores obtidos também apontaram para prejuízos de fluência verbal e memória de curta duração (Kolling et al, 2007).

Carvalho et al (2008) realizou estudo de investigação das funções atencionais em alcoolistas mediante as variáveis de presença de Transtorno de Déficit de Atenção (TDAH) e de tempo de abstinência, avaliando 38 indivíduos com diagnóstico de dependência alcoólica em tratamento hospitalar para dependência química na cidade de Porto Alegre – RS, estando a mais de uma semana de abstinência. A amostra conteve idade entre 20 e 59 anos, predominantemente masculina (94%), com escolaridade em sua maioria de nível fundamental, 73,6%, seguida de 15,7% de nível médio e 10,7% de nível superior. 68% da amostra encontrava-se em internação hospitalar e o restante em tratamento ambulatorial. Além do Alcoolismo e TDAH, 28,9% da amostra apresentavam Transtorno de Humor como comorbidade e 26,3% utilizaram medicamentos psiquiátricos.

A pesquisa utilizou como instrumentos de coleta de dados a entrevista estruturada do DSM-IV para TDAH, questionário de comportamentos típicos de adulto com TDAH, repetição de dígitos de ordem direta e inversa, teste D2 de atenção concentrada e *Trail Making* partes A e B. No que condiz aos resultados, a idade e escolaridade não interferiram nas avaliações, por outro lado, os 18,4% da amostra que preencheram os critérios diagnósticos para TDAH apresentaram rendimento inferior de desempenho nos testes neuropsicológicos, sem no entanto, significância estatística. Outro preditor de influência no desempenho dos testes realizados foi o tempo de abstinência, que quanto maior, melhor se

observava o desempenho nos testes (Carvalho et al, 2008).

O principal achado deste estudo, segundo seus autores, revela que alcoolistas com diagnóstico de TDAH demonstram pior desempenho na avaliação neuropsicológica no que condiz a exigência de controle inibitório. Já em pacientes com maior tempo de abstinência observou-se melhora da velocidade visual e interferência cognitiva, sem, contudo, demonstrar melhora em demais aspectos cognitivos.

O estudo de Salgado et al (2008) visou analisar o perfil neuropsicológico de alcoolistas relacionando as dimensões de impulsividade motora, de atenção e por falta de planejamento, comparando o desempenho em grupo controle de 31 pacientes dependentes de álcool entre 18 e 60 anos, com nível de escolaridade acima de sete anos de educação formal e tempo de abstinência entre 15 e 120 dias, inseridos no serviço de hospital-dia de um hospital público de Belo Horizonte - MG e mais 30 indivíduos saudáveis recrutados por anúncios locais. Foram utilizados os seguintes instrumentos: *Continuous Performance Task*, *Iowa Gambling Test* e *Wisconsin CardSorting Test (WSCT)*.

Os achados deste estudo demonstraram que dependentes de álcool tiveram mais erros de omissão no *Continuous Performance Task*, realizaram escolhas menos vantajosas no *Iowa Gambling Teste* apresentaram mais erros perseverativos no WSCT, não havendo correlação do desempenho com o tempo de abstinência, o que contraria diversos outros estudos. No entanto, concluiu-se que dependentes de álcool revelam déficits relacionados à impulsividade imediatamente após a fase aguda de retirada do álcool (Salgado et al, 2008).

No estudo de Feldens (2009) foi realizado um estudo quantitativo, transversal com 90 pacientes do sexo masculino internados em centro de recuperação, com objetivo geral de avaliar as funções executivas na Síndrome de Dependência do Álcool, utilizando para isso, os testes Vocabulários, Cubos e Códigos da WAIS III, Figura Complexa de Rey, Teste Wisconsin de Classificação de Cartas (WCST), além dos Inventários de Beck para Depressão e Ansiedade (BDI e BAI)

A discussão sobre os resultados aponta para o comprometimento das funções executivas, principalmente em questão ao controle inibitórios, além de terem sido ainda observados déficits de planejamento, de resolução de problemas, de flexibilidade mental e memória operacional.

Rigoni (2009) em sua tese de doutorado realizou quatro estudos comparativos entre alcoolistas e a população geral, objetivando traçar os prejuízos neuropsicológicos decorrentes do uso de álcool. Os resultados aqui apresentados se restringirão a dois estudos apresentados na tese, por terem este, maior conexão com o objetivo desta monografia, sendo que os estudos excluídos se tratam de levantamento bibliográfico e aspectos influenciadores de recaída que não cognitivos.

A pesquisa realizada por Rigoni (2009) e apresentada na sessão dois de sua tese, objetivou demonstrar o declínio das funções executivas e sua correlação com a prontidão

para mudança de comportamento em alcoolistas, correlacionando os dados dos testes WSCT, Vocabulário, Cubos e Códigos da WAIS III e Figuras Complexas de Rey com os dados da *University of Rhode Island Change Assessment* (URICA). Participaram do estudo, 61 sujeitos do sexo masculino com idade média de 41 anos, abstinentes em períodos de 7 a 15 dias, internados em centro de tratamento de dependência química de Porto Alegre - RS. Os resultados apontaram que 72,81% da amostra apresentavam dependência grave, denotando prejuízos na capacidade de percepção visual, memória imediata e flexibilidade mental. Em sujeitos com menor motivação para mudança foi observado prejuízos no processo de tomada de decisão através do teste WSCT, assim como prejuízos na recuperação de memória e memória verbal que influenciam na tomada de consciência sobre o problema com a bebida.

Já no segundo estudo de sua tese, Rigoni (2009) objetivou identificar as diferenças de desempenho cognitivo em alcoolistas sem comorbidades do sexo masculino internados em unidade de desintoxicação, em comparação a sujeitos masculinos não dependentes de álcool da população geral. Foram investigados um total de 141 sujeitos na faixa etária de 18 a 59 anos, sendo 101 alcoolistas sem comorbidades e 40 sujeitos sem dependência de álcool. Dentre os instrumentos utilizados, foram aplicados, o Questionário *Short Alcohol Dependence Data* (SADD), o *Adult Self Report* (ASR), os Inventários Beck para depressão e ansiedade, o *Wisconsin Card Sorting Test* (WSCT), o teste Figura Complexa de Rey e os testes Vocabulários, Cubos e Códigos da bateria WAIS III.

A autora encontrou resultados apontando que 50% dos sujeitos do grupo de alcoolistas declaram estado civil casado e a sua maioria são pertencentes as classes B e C. Os sujeitos foram classificados em dependência grave relacionada ao álcool, com idade mínima de consumo de 15 anos e idade da primeira embriagues de 17 anos. A pesquisa ainda aponta que 92,1% dos sujeitos relatam haver na família algum componente com historio de abuso de álcool, principalmente o pai e que mais da metade do grupo fazem uso de tabaco.

Em termos de prejuízos cognitivos, a amostra de alcoolistas apresentou lentificação psicomotora, declínio da percepção visual e prejuízo na memória imediata. O desempenho no teste WSCT revelou dificuldade em adotar estratégias eficientes para resolução de problemas o que condiz a prejuízos no processo de tomada de decisão. Além disso, os sujeitos demonstraram declínio na capacidade de flexibilização mental e inibição de respostas, sugerindo tendência a impulsividade (Rigoni, 2009).

Mattumotoe Rossini (2013) realizaram pesquisa envolvendo dependentes químicos, sendo que o consumo de álcool também era associado ao consumo de outras drogas como maconha e cocaína e objetivaram investigar possíveis alterações cognitivas, primordialmente a focalização atenta e a flexibilidade mental. A amostra contou com dois grupos, um controle com 20 sujeitos de idade média de 37,5 anos, tendo em sua maioria cursado nível superior (80%) e nenhum diagnóstico relacionado à dependência de alguma

substância psicoativa ou uso abusivo de álcool, acima do recomendando pela OMS. Já o segundo grupo continha amostra de 20 dependentes químicos com idade média de 43,5 anos, com escolaridade em sua maioria superior (40%), onde 100% afirmavam consumo de álcool e 40% associavam o consumo deste com outras drogas.

Os testes utilizados para averiguação das alterações cognitivas foram o Teste de Classificação de Cartas de Wisconsin (WCST) e o Teste de Desempenho Contínuo (TDC), além da Escala Fatorial de Ajustamento Emocional/Neuroticismo. Os resultados apontaram que o grupo diagnosticado em dependência química revelou menor flexibilidade mental na resolução de problemas e funcionamento executivo rebaixado, quando comparado ao grupo controle, além de ter demonstrado estado de desatenção significativamente maior do que o grupo controle. Um dado interessante apontado pelo estudo foi que nos dois grupos investigados não houve diferença de controle inibitório frente a estímulos imperativos, mas que podem ter sofrido influência de fatores como tempo de abstinência, aspectos de personalidade e a neutralidade dos estímulos apresentados (Mattumoto & Rossini, 2013).

Levone et al (2013) em um estudo observacional e descritivo, objetivou avaliar e relacionar o nível cognitivo e o grau de severidade da dependência alcoólica. Para isso, foram investigados 51 pacientes do sexo masculino com idades entre 27 e 64 anos com mais de sete dias de internação em unidades do Serviço de Dependência Química de São José – SC. A amostra era contida de sujeitos em sua maioria com 5 a 12 anos de estudo (82,4%), com idade média de início do uso abusivo de 28,8 anos e tempo médio de uso de 15,8 anos, recebendo o diagnóstico por volta dos 38,4 anos, sendo realizadas cerca de 5,5 internações em média, variando de 7 a 81 dias, além disso, 64,7% dos entrevistados declaravam-se solteiros ou separados. Foram utilizados como instrumentos de coleta de dados o Questionário Padronizado para Avaliação de Severidade da Síndrome de Dependência do álcool (SADD) e o Mine Exame do Estado Mental (MEEM).

Os resultados revelaram que 84,4% da amostra apresentavam grave nível de dependência do álcool, conforme o SADD. Já no MEEM os sujeitos tiveram pontuação média de 25,06 pontos, sendo que 35,3% da amostra pontuaram abaixo do ponto de corte de 24 pontos e quando correlacionada com o grau de severidade de dependência alcoólica, 100% dos indivíduos com nível grave de dependência apresentaram pontuação abaixo do ponto de corte, sugerindo que o uso crônico de álcool parece estar associado a prejuízos cognitivos. No entanto, o instrumento utilizado para averiguação da condição cognitiva mostra-se pouco sensível para variações sutis, sendo indicado uma avaliação neuropsicológica mais completa para levantamento aprofundado das funções comprometidas. (Levone, 2013).

No último levantamento desta pesquisa, Guidolin (2016) aponta um estudo em sua dissertação com 580 idosos na cidade de Porto Alegre – RS, no intuito de investigar a associação entre dependência de álcool atual e na vida com transtornos cognitivos e mentais. Para isso utilizou como instrumentos o Mini International Neuropsychiatric Interview (MINI) Plus Brazilian Version 5.0.0 e os Questionários de Avaliação Global do

Idoso (QAGI), e da Avaliação Neuropsicológica do *Consortium to Establish a Registry for Alzheimer Disease* (CERAD).

Do total da amostra, 4,2% eram dependentes atuais de álcool e 14,6% apresentaram dependência durante a vida onde o sexo masculino revelou prevalência 9,35 vezes maior para dependência atual e 12,81 vezes para dependência na vida. O estudo concluiu que transtornos cognitivos não tiveram relevância estatística significativa com a dependência alcoólica, o que deve ser significativo em futuros estudos levando em conta o crescimento da população idosa. Por outro lado, transtornos psiquiátricos como episódios maníacos/hipomaníacos e transtornos de ansiedade se mostraram relevantes para propiciar a dependência alcoólica. Associado a este fatores, outros como idade entre 60 e 69 anos, ter baixa escolaridade, ser casado e de baixa renda também demonstram maior propensão ao desenvolvimento de dependência ao álcool (Guidolin, 2016).

DISCUSSÃO

Entre os dez estudos abordados nesta revisão integrativa, duas publicações não utilizaram instrumentos de investigação mais específicos da avaliação neuropsicológica, sendo eles o artigo de Levone et al (2013) e a dissertação de mestrado de Guidolin (2016) que priorizaram em suas investigações instrumentos de rastreio como MEEM associado ao SADD e o MINI em conjunto com o QAGI e a ANP do CERAD, respectivamente.

Ambos estudos não trouxeram alterações das funções executivas de forma específica, inclusive no estudo de Guidolin (2016), alterações cognitivas não tiveram correlação com a dependência de álcool atual e na vida do público idoso investigado, ao contrário do apontado por Levone et al (2013), onde afirma que quanto mais grave o nível de dependência alcoólica mais importante são as perdas cognitivas sofridas pelos sujeitos, conforme desempenho obtido no MEEM, mas que somente a avaliação neuropsicológica detalharia quais funções estariam mais comprometidas.

Outra característica do estudo de Guidolin (2016) a ser levado em conta, foi a amostra utilizada no estudo, onde apenas 4,2% declararam ser dependentes atuais e 14,6%, ter tido dependência do álcool na vida, portanto mais de 95% da amostra não demonstrou consumo atual de álcool e mais de 85% nunca demonstraram dependência na vida, onde o autor salienta que estudos futuros, haja visto o aumento da população idosa e o crescente consumo de álcool, podem indicar esta correlação.

Ademais, todos os outros estudos apontam déficits de FE relacionadas ao uso de álcool, corroborando com os diversos autores na literatura (*Garcia et al, 2014; Almeida et al, 2009; Rigoni et al, 2012; Zubaran, 1996*), cumprindo assim com o objetivo geral deste estudo de identificar o impacto do uso de álcool nas FE.

Apenas a publicação de Cunha e Novaes (2004) não apresentou seus resultados baseando-se em pesquisa de campo, como os demais, mas correlaciona as alterações

neuropsicológicas, incluindo as de FE, ao uso de álcool através de estudo descritivo.

Entre as FE mais citadas com prejuízos em decorrência do uso de álcool estão a memória operacional, a flexibilidade mental e o controle inibitório (Cunha & Novaes, 2004; Feldes, 2009; Rigoni, 2009; Kolling et al, 2007; Carvalho et al, 2008; Mattumoto&Rosini, 2013) evidenciando perdas principalmente nas vias dopaminérgicas (Malloy-Diniz, 2014; Santos, 2009) e mesolímbica, desregulando o sistema de recompensa do cérebro e gerando sintomas de abstinência, fissura, vulnerabilidade persistente e recaídas, o que caracteriza a dependência à droga (Koob& Le Moal, 1997, apud Garcia et al, 2014).

A gravidade da dependência de álcool e a relação com o maior grau de comprometimento cognitivo apontado por Levone et al (2013), pode ser bem explicada pelo maior comprometimento de vias dopaminérgicas e mesolímbica (Malloy-Diniz, 2014; Santos, 2009; Koob& Le Moal, 1997, apud Garcia et al, 2014), passando o indivíduo a revelar importantes déficits nas FE, incluído memória operacional, flexibilidade mental e controle inibitório, não mais correspondendo de forma efetiva nas tarefas que exigem maior empenho cognitivo, que ainda incluem tomada de decisão, resolução de problemas, planejamento, foco atento, análise espacial e abstração, que também foram citadas nos estudos contidos nesta pesquisa(Cunha & Novaes, 2004; Feldens, 2009; Rigoni, 2009; Carvalho et al, 2008; Salgado et al, 2008).

O comprometimento nas FE de tomada de decisão, resolução de problemas, planejamento e foco atencional, controle inibitório e memória operacional apontados nas pesquisas, reforçam a tese de que os efeitos do álcool são preditores às recaídas e manutenção da dependência, que se revelam frequentes mesmo durante o tratamento (Cunha & Novaes, 2004).Onde o indivíduo não é auxiliado por uma tomada de consciência sobre sua própria problemática, não cria estratégia eficientes de superação e não direciona o foco de sua própria adaptação. (Alvarez, 2007; Garcia et al, 2014; Uheara et al, 2013).

Para isso, conforme exposto por Cunha e Novaes (2004), a reabilitação neuropsicológica faz-se necessária e urgente no processo de reconhecimento das perdas cognitivas sofridas, assim como sua recuperação, favorecendo o tratamento da dependência alcoólica.

Essas alterações neuropsicológicas associadas ao álcool e que atingem as FE, contanto com os enunciados literários de Malloy-Diniz (2014), Santos (2009) e Garcia (2014), corroborado pelos estudos de Cunha e Novaes (2004), Feldens (2009), Rigoni (2009), Carvalho et al (2008) e Salgado et al (2008), apontam ainda para uma correlação neuroanatômica com o córtex pré frontal, de forma específicas as regiões dorso lateral e orbitofrontal que quando atingidas levam a sintomas de distraibilidade, euforia, desinibição e impulsividade (Gil, 2002).

Comportamentos violentos também são coligados ao uso de álcool, associado a inflexibilidade cognitiva que leva à ira, a agressividade e a comportamentos impulsivos (Seruca, 2013; Almeida et al, 2009). Diversos autores nesta pesquisa (Kolling et al, 2007;

Feldens, 2009; Rigoni, 2009; Mattumoto& Rossini, 2013) apontam déficit da flexibilidade mental como consequência do uso de álcool, corroborando com os achados literários.

Conforme apontado por Almeida (2009) existem diferenças na manifestação do comportamento agressivo entre os sexos masculino e feminino, onde homens geralmente demonstram episódios de agressão doméstica e mulheres uma maior tendência ao suicídio.

Ao ser observado o crescente índice de consumo de álcool na sociedade atual, assim como revelado nos dados do CEBRID (2005), ocorre a preocupação de também haver elevação dos casos de violência, tanto doméstica como auto-dirigidas, em decorrência do consumo abusivo de álcool, uma vez que a função cognitiva responsável pelo controle da ira, da agressividade e da impulsividade ficará comprometida a partir do consumo abusivo desta substância.

Entre os fatores etiológicos do alcoolismo apontados por Fontana (2006) está a presença do TDAH na infância, além dos aspectos neuroquímicos relacionados aos déficits em FE encontrados em pacientes com TDAH que são relacionadas à deficiência nas vias dopaminérgicas que ocasiona importante déficit de controle inibitório (Ganazzinga et al, 2006).

Desta forma, no estudo realizado por Carvalho et al (2008), foi revelado que alcoolistas com TDAH demonstram pior desempenho em FE no que condiz ao controle inibitório, o que corrobora com os achados da literatura e nos leva a refletir sobre um possível fator de risco crescente ao alcoolismo, tendo em vista o aumento do diagnóstico de TDAH na infância, o que gera a necessidade de estudos longitudinais.

Nos estudos apresentados nesta revisão integrativa que levaram em conta o tempo de abstinência, observou-se discordância no que condiz a interferência dessa no desempenho das funções executivas. Estudos de Kolling et al (2007) e Salgado et al (2008) revelam que o tempo de abstinência não influenciaram significativamente no desempenho neuropsicológico apresentados nos testes. Já nos estudos de Carvalho et al (2008), a correlação do tempo de abstinência com o desempenho neuropsicológico teve significância positiva, ou seja, indivíduos com maior tempo de abstinência tendiam a apresentar melhores escores nas avaliações neuropsicológicas.

Desta forma, mesmo abstinente, o indivíduo não demonstra melhora gradual da cognição como apontado em dois estudos. Sendo assim, os efeitos do álcool poderiam ter características de irreversibilidade a curto e médio prazo? Novos estudos se fazem necessário para melhor compreensão do fenômeno.

Nos estudos Kolling et al (2007)e Salgado et al (2008), onde a abstinência não influencia na melhoria dos escores cognitivos, o tempo de abstinência dos usuários variavam de 7 a 32 dias no primeiro estudo e de 15 a 120 dias no segundo, já no estudo de Carvalho et al (2008)onde a abstinência influencia na melhora dos escores cognitivos, o tempo de abstinência citado foi maior que uma semana, não especificando os dias exatos como os outros dois estudos.

Os dados da amostra parecem não divergir significativamente nos quesitos idade, sexo e escolaridade, já os períodos de abstinência variam de uma semana a quatro meses. Sugere-se que estudos em períodos mais específicos de tempo de abstinência sejam realizados para melhor averiguação da influencia da mesma na recuperação das funções executivas prejudicadas, levando em conta, principalmente, a gravidade do nível de dependência alcoólica, observando ainda, que o fator tempo de uso, nível de dependência e tempo de abstinência podem ser fatores importantes para delineamento de programas de reabilitação neuropsicológica de dependentes químicos.

Observa-se ainda que o público investigado nas pesquisas aqui apresentadas estão todos acima da faixa etária de 18 anos e são predominantemente do sexo masculino. Dados do CEBRID (2005) revelam um aumento significativo de uso de álcool na vida no sexo feminino na faixa etária de 12 a 17 anos. O estudo de Feldens (2009) aponta a média da primeira embriaguez corresponde a faixa de 15 anos de idade, corroborando com este dado. Assim, os estudos aqui apresentados não averiguam os prejuízos em FE nesta faixa crescente de abuso, observando-se ainda, ser este um importante período de amadurecimento do córtex pré frontal e desenvolvimento das FE como apontado por Malloy-Diniz (2014) e Santos (2004).

Questiona-se que os prejuízos nesta faixa etária inferior aos 18 anos teriam efeitos mais devastadores e permanentes do que na fase adulta, haja vista seu processo pleno de desenvolvimento? No sexo feminino, funções como tomada de decisão, julgamento e senso crítico demandariam formas comportamentais diferentes do que no sexo masculino, uma vez apontada a diferente manifestação da violência devido ao abuso de álcool já aqui mencionadas? Ressalta-se novo empenho de pesquisa para melhor delineamento do assunto.

Acerca dos testes utilizados para avaliação de FE em alcoolistas, sendo o levantamento destes um dos objetivos desta monografia, ressalta-se uma extensa lista utilizada pelos autores. Dentre os mais utilizados, com três citações cada estão o *Wisconsin Card Sorting Test (WCST)*, *Vocabulários*, *Cubos e Códigos*. Os segundos mais utilizados, com duas citações cada, estão os testes *Trail Making*, *Teste de Stroop* *Figura Complexa de Rey*. Os demais testes tiveram uma citação cada, sendo eles o *Dígitos*, *Aritmética*, *Seqüência Números e Letras*, *Teste de Associação de Palavras Controladas (COWAT)*, *Repetição de Dígitos*, *Teste D2 de Atenção Concentrada*, *Continuous Performance Task* e *lowa Gambling Test*.

Além dos testes neuropsicológicos citados, ainda foram referenciados outros testes de rastreio como o *Mine Exame do Estado Mental (MEEM)*, *Bateria de Avaliação Frontal (FAB)*, *International Neuropsychiatric Interview (MINI)* e o *Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease (CERAD)*. Além disso, foram ainda utilizados pelas pesquisas os *Inventários de Beck para ansiedade e depressão (BAI / BDI)* para correlações emocionais e os *Questionários de Avaliação Global do Idoso (QAGI)*, *University of Rhode Island Change*

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há tempos se tem relatos sobre os efeitos do álcool na cognição humana, mas somente na década de 40 o Alcoolismo tornou-se doença. A Organização Mundial de Saúde orienta os níveis de ingestão toleráveis para ambos os sexos, porém observa-se que na atualidade é crescente o consumo abusivo, tanto entre os homens quanto nas mulheres. Este consumo abusivo é tido como um prenúncio da dependência, o que acarreta perdas cognitivas ainda mais acentuadas.

Nota-se que o uso nocivo de álcool gera um importante comprometimento cognitivo, destacando-se a diminuição da capacidade de resolução de problemas, de tomada de decisão, do controle inibitório, da memória de trabalho, da memória episódica verbal, do processamento visuo-espacial e das habilidades sociais. E este estudo reafirmou que o álcool impacta o desempenho das FE, principalmente, em relação à memória operacional, ao controle inibitório e a flexibilidade mental. Além destas três principais funções mais afetadas, ainda se observa comprometimento em tomada de decisão, resolução de problemas, planejamento, foco atento e abstração.

Funções como julgamento, senso crítico, volição, autoregulação, reconstituição, fala internalizada e fluência não foram citadas nos estudos levantados por esta revisão integrativa, apesar da mesma ter revelado um aparato de 17 testes e subtestes para avaliação das FE, além de mais quatro baterias de rastreio. Porém, torna-se importante que a avaliação neuropsicológica se aproprie de ferramentas que favoreçam a mensuração mais abrangente, assim como de avaliações ecológicas das FE e traga à luz do conhecimento o nível de seu real comprometimento, e qual sua influência no comportamento humano.

Favorecendo, ainda, o aprimoramento das técnicas de reabilitação na dependência química do álcool, uma vez observada a incidência cada vez maior na sociedade e os prejuízos aliados às disfunções cognitivas e comportamentais, que vão desde o esquecimento diário até o comportamento violento.

Espera-se que esta revisão integrativa auxilie no processo de melhor identificação dos prejuízos cognitivo relacionados ao álcool e inspire novos estudos na continuidade dos questionamentos levantados na discussão desta monografia. Além disso, ressalta-se que a conscientização social sobre os efeitos do álcool através de um maior controle midiático e restrição ao uso abusivo, se fazem extremamente necessários para barrar a curva ascendente dos casos de dependência alcoólica na atualidade e, conseqüentemente, minimizar os efeitos futuros de comprometimento cognitivo, em específico, das funções executivas em nossa população.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Rosa Maria Martins de; PASA, Graciela Gema; SCHEFFER, Morgana. Álcool e violência em homens e mulheres. *Psicol. Reflex. Crit.*, Porto Alegre, v. 22, n. 2, p. 252-260, 2009.

ÁLVAREZ, Armando M. Alonso. Fatores de risco que favorecem a recaída no alcoolismo. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. 56, n. 3, p. 188-193, 2007.

Andrade AG, Anthony JC, Silveira CM. Álcool e suas consequências: uma abordagem multiconceitual. Barueri, SP: Minha Editora, 2009.

ARAUJO, Álvaro Cabral; LOTUFO NETO, Francisco. A nova classificação Americana para os Transtornos Mentais: o DSM-5. *Rev. bras. ter. comport. cogn.*, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 67-82, 2014.

AYESTA, F. Javier. Bases bioquímicas y neurobiológicas de la adicción al alcohol. **Adicciones**, [S.l.], v. 14, dic. 2002.

BERTONI, Luci Mara. Reflexões sobre a História do Alcoolismo. Bebedouro-SP: Faculdades Integradas FAFIBE, 2003.

CARLINI, Elisaldo A. Epidemiologia do uso de álcool no Brasil. **Arquivos médicos do ABC**, v. 31, 2006.

Fonseca, V. A. da S. & Lemos, T. (2011). Farmacologia da dependência química. In Diehl, A., Cordeiro, D. C. & Laranjeira, R. (orgs). *Dependência química: prevenção, tratamento e políticas públicas* (pp. 25 – 34) Porto Alegre: Artmed.

Fontana, Antonio Matos. Manual de clínica em psiquiatria — São Paulo: Editora Atheneu, 2006.

Garcia, F., Moreira, L. & Assumpção, A. (2014). Neuropsicologia das dependências químicas. In D. Fuentes, L. F. Malloy-Diniz, C. H. P. de Camargo & R. M. Cosenza (orgs). *Neuropsicologia: teoria e prática* (pp 241- 248) Porto Alegre: Artmed.

Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B. & Mangun, G. R. Neurociência Cognitiva: a biologia da mente – Porto Alegre: Artmed, 2006.

Gil, Roger. Neuropsicologia. 2. Ed. São Paulo: Editora Santos, 2002.

HAES, Tissiana Marques et al. Álcool e sistema nervoso central. *Medicina (Ribeirão Preto)*, v. 43, n. 2, p. 153-163, 2010

II Levantamento domiciliar sobre o uso de drogas psicotrópicas no Brasil : estudo envolvendo as 108 maiores cidades do país : 2005 / E. A. Carlini (supervisão) [et. al.], -- São Paulo; CEBRID - Centro Brasileiro de Informação sobre Drogas Psicotrópicas: UNIFESP - Universidade Federal de São Paulo, 2006.

LARANJEIRA, Ronaldo; PINSKY, Ilana. **O alcoolismo**. São Paulo: Contexto, 2000.

Malloy-Diniz, L. F., Paula, J. J. de, Sedó, M., Fuentes, D. & Leite, W. B. (2014). Neuropsicologia das funções executivas e da atenção. Em: D. Fuentes, L. F. Malloy-Diniz, C. H. P. de Camargo & R. M. Cosenza (orgs). *Neuropsicologia: teoria e prática* (pp 115 - 138) Porto Alegre: Artmed.

McCrary B. S. (2016). Transtornos por uso de álcool. In Barlow D. H. (org) *Manual clínico dos transtornos psicológicos: Tratamento passo a passo* (pp. 531 – 583) Porto Alegre: Artmed.

OLIVEIRA, Ana Carolina Alves de. Redução do volume hipocampal, perda neuronal e alterações gliais em ratos expostos cronicamente ao etanol da adolescência à fase adulta. 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Belém, 2013. Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Biologia Celular

PIRES, Sueli Luciano et al. Estudo das frequências dos principais fatores de risco para acidente vascular cerebral isquêmico em idosos. **Arqneuropsiquiatr**, v. 62, n. 3-B, p. 844-51, 2004.

Ribeiro, M., & Rezende, E. P. (2013). Critérios para diagnóstico de uso nocivo, abuso e dependência de substâncias. In N. A. Zanelatto & R. Laranjeira (orgs). *O tratamento da dependência química e as terapias cognitivo-comportamentais: um guia para terapeutas* (pp. 33 – 42) Porto Alegre: Artmed.

Ribeiro, M., & Rezende, E. P. (2013). Critérios para diagnóstico de uso nocivo, abuso e dependência de substâncias. In N. A. Zanelatto & R. Laranjeira (orgs). *O tratamento da dependência química e as terapias cognitivo-comportamentais: um guia para terapeutas* (pp. 33 – 42) Porto Alegre: Artmed.

Rigoni, M. D. S., Susin, N., Trentini, C. M., & Oliveira, M. D. S. (2012). Alcoolismo e Avaliação de Funções Executivas: Uma Revisão Sistemática. *Psico*, 44(1), 122-129.

SANTOS, F.H.; ANDRADE, V. M.; BUENO, O. F. A. (Orgs.). **Neuropsicologia hoje**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

Soibelman M, Luz JE, Von Diemen L. Problemas relacionados ao consumo de álcool. In: Duncan BB, Schmidt MI, Giugliani ERJ. *Medicina ambulatorial: condutas de atenção primária baseadas em evidências*. 3a ed. Porto Alegre: ArtMed, 2004. p. 539-50.

UEHARA, E.; CHARCHAT-FICHMAN, H; LADEIRA-FERNANDES, J. Funções executivas: Um retrato integrativo dos principais modelos e teorias desse conceito. *Revista Neuropsicologia Latinoamericana*, v. 5, n. 3, p. 25-37, 2013.

ZUBARAN, Carlos et al. Aspectos clínicos e neuropatológicos da síndrome de Wernicke-Korsakoff. **Rev. Saúde Pública**, v. 30, n. 6, p. 602-8, 1996.

CAPÍTULO 20

MANUSEIO DE FERRAMENTA *ONLINE* PARA PROCESSO DE GEORREFENCIAMENTO DOS CASOS DE DENGUE EM MEIO A PANDEMIA DA COVID-19

Data de aceite: 26/02/2021

Data de submissão: 25/12/2020

Vitória Alves de Moura

Universidade Regional do Cariri – URCA
Crato – CE
<http://lattes.cnpq.br/5996929293410989>

Antonia Elizangela Alves Moreira

Universidade Regional do Cariri – URCA
Crato – CE
<http://lattes.cnpq.br/1919288388187384>

Maurício Lima da Silva

Universidade Regional do Cariri – URCA
Crato-CE
<http://lattes.cnpq.br/1170744704798546>

Helvis Eduardo Oliveira da Silva

Universidade Regional do Cariri – URCA
Crato-CE
<http://lattes.cnpq.br/6910340752705670>

Fernanda Guedzya Correia Saturnino

Universidade Regional do Cariri – URCA
Crato-CE
<http://lattes.cnpq.br/7562351398304947>

Renata Torres Pessoa

Universidade Regional do Cariri – URCA
Crato – CE
<http://lattes.cnpq.br/3315115017947528>

Pedro Carlos Silva de Aquino

Universidade Regional do Cariri – URCA
Crato – CE
<http://lattes.cnpq.br/5110840012167343>

Sandra Nyedja de Lacerda Matos

Secretaria Municipal de saúde do município de
Crato-CE
Crato- CE
<http://lattes.cnpq.br/0159680194431948>

Hudday Mendes da Silva

Universidade Regional do Cariri – URCA
Crato-CE
<http://lattes.cnpq.br/6378381829037997>

RESUMO: Ferramentas *online* para georreferenciamento é uma estratégia, no momento de pandemia, utilizada para identificação dos pontos das arboviroses, auxiliando os profissionais de saúde no mapeamento geral da área. Objetiva-se relatar a experiência do uso de ferramenta de georreferenciamento para mapear casos de dengue nas Estratégias Saúde da Família (ESF). Trata-se de um estudo descritivo tipo relato de experiência, de natureza qualitativa. Ocorrido no período de maio a junho de 2020. Realizado pelo manuseio de uma ferramenta de georreferenciamento por graduandos bolsistas do Programa de Educação pelo Trabalho - PET Saúde Interprofissionalidade para auxílio no processo de trabalho dos profissionais de saúde de uma equipe na ESF. Os bolsistas utilizaram a ferramenta online *my maps* para a atividade com orientação de preceptoria, e dados das notificações de dengue, fornecidos pela Residência Multiprofissional em Saúde Coletiva, tabulados em planilha do *Excel Microsoft Windows®*. Com aumento do número de pessoas acometidas com dengue no município,

houve necessidade de auxílio na identificação dos pontos de ocorrência no território, visto que a atenção primária à saúde está centrada no controle da pandemia do novo coronavírus, somando-se também ao afastamento dos agentes de endemias, profissionais responsáveis pela prevenção às arboviroses. Nessa perspectiva, foi proposto pela preceptoría o uso da ferramenta *my maps*, para realização da construção de um mapa da dengue em município do Cariri, e foi possível identificar os principais riscos do território e georreferenciar os casos notificados pela equipe de saúde. Assim, diante da pandemia do Covid-19 se fez necessário um olhar voltado a alternativas metodológicas por meio de tecnologias que viabilizem um acompanhamento maior da dengue por meio de plataformas *online* dentro da atenção primária à saúde. Essa experiência promoveu auxílio aos profissionais de saúde da ESF ao identificar a localização desta arbovirose e possibilitou acrescentar conhecimentos teóricos e práticos aos bolsistas participantes.

PALAVRAS-CHAVE: Dengue; Saúde da família; Saúde ambiental; tecnologia em saúde.

ONLINE TOOL HANDLING FOR THE GEORREFENCING PROCESS OF DENGUE CASES AMONG COVID-19 PANDEMIC

ABSTRACT: Online tools for georeferencing is a strategy, at the time of a pandemic, used to identify arboviruses spots, helping health professionals to map the general area. The objective is to report the experience of using a georeferencing tool to map dengue cases in a Family Health Strategy (FHS). It is a descriptive study of the type experience report, of a qualitative nature. Occurred in the period between May to June 2020. Performed by the handling of a georeferencing tool by undergraduate students from the Education through Work Program - PET Health Interprofessionality to assist in the work process of health professionals of a FHS team. The scholarship holders used the online tool *my maps* for the activity with preceptorship guidance, and data from dengue notifications, provided by the Multiprofessional Residency in Collective Health, tabulated in an Excel Microsoft Windows ©. With the increase in the number of people affected by dengue in the municipality, there was a need for assistance in identifying the points of occurrence in the territory, since primary health care is focused on controlling the pandemic of the new coronavirus, adding to the remoteness endemic agents, professionals responsible for preventing arboviruses. In this perspective, it was proposed by the preceptorship to use the *my maps* tool, to carry out the construction of a dengue map in the municipality of a region of Cariri, and it was possible to identify the main risks of the territory as well as georeferencing the cases notified by the health team. Thus, in the face of the Covid-19 pandemic, it was necessary to look at methodological alternatives through technologies that enable greater monitoring of dengue through the use of online platforms such as *my maps* within primary health care. This experience helped the FHS health professionals to identify the location of this arbovirus and made it possible to add theoretical and practical knowledge to the participating fellows.

KEYWORDS: Dengue; Health Classifications; Environmental Health; Health Technology.

1 | INTRODUÇÃO

A dengue é uma arbovirose que se caracteriza como um problema de saúde pública premente no Brasil, de caráter endêmico e períodos de epidemia em várias partes do país,

o que demanda recursos e políticas de saúde que visem a dispersão tanto da doença quanto o controle de seu vetor transmissor (ARANTES; PEREIRA, 2017).

Com o rápido crescimento urbano, que nem sempre é acompanhado de planejamento, resultados negativos se apresentam: a dificuldade de acesso a bens e serviços como saneamento básico, água tratada e encanada, coleta de lixo, educação, serviços de saúde, dentre outros, que aliados à falta de educação dos indivíduos possibilitam uma maior proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor não somente da dengue, mas da Zika e Chikungunya (PAIVA JÚNIOR *et al.*, 2020).

A dengue é uma realidade em todo o Brasil, em cada região foram registrados mais de 928 mil casos prováveis de dengue em todo o País, com taxa de incidência de 441,7 casos a cada 100 mil habitantes até setembro do ano de 2020 (APM, 2020). Essa realidade vem se demonstrando em anteriores períodos, por exemplo, em Fortaleza nos anos de 2014 a 2017 o município apresentou um elevado número de casos confirmados de dengue, em especial nos anos de 2015 e 2016 (LIMA *et. al.*, 2019). 14,193 casos de dengue foram registrados em todo estado do Ceará, até julho deste ano, e Fortaleza registra 45,8% desses casos (BRASIL,2020).

Arantes e Pereira (2017) ao avaliar a efetividade de ações de controle da dengue a partir da matriz Força *Motriz-Pressão-Estado-Exposição-Efeito-Ação* (FPPEEA) verificaram que a presença de uma estrutura física-urbana boa (bom planejamento urbano, saneamento básico, água tratada e encanada, coleta de lixo, aterro sanitário, dentre outros) não é o suficiente para combater o mosquito transmissor, sendo o número de casos associados ao ambiente familiar e ao espaço peridomiciliar, o que denota que ações de educação em saúde também devem fazer parte das medidas a serem adotadas.

Frente às fragilidades dos métodos hoje utilizados no combate ao *Aedes aegypti*, surge a necessidade de instrumentos que possibilitem identificar áreas com fatores de risco, que permitam o agrupamento espacial dos casos da doença e a identificação de áreas que necessitam de maior atenção pela equipe de saúde, funcionando com um trabalho de vigilância em saúde constante, direcionando os cuidados ao local onde há maior demanda, configurando-se como um importante instrumento de gestão em saúde pela equipe de saúde da família (MULLER; CUBAS; BASTOS, 2010; PAIVA JÚNIOR *et al.*, 2020).

Tecnologias como o *Google Maps* possibilita às equipes de saúde da família, responsáveis pelo atendimento direto aos usuários e consideradas como porta de entrada no Sistema Único de Saúde – SUS, um direcionamento sobre quais microáreas em seu território precisam de maior atenção. Sabendo quantos casos foram notificados e qual a localização, é possível criar mapas que mostram visualmente a tendência da doença e os possíveis locais de proliferação do mosquito vetor. O presente estudo objetiva relatar a experiência do uso de ferramenta de georreferenciamento *online* para mapear casos de dengue nas Estratégias Saúde da Família (ESF).

2 | MÉTODO

Trata-se de um estudo descritivo do tipo relato de experiência, de natureza qualitativa. O trabalho desenvolvido deu-se em função do aumento do número de casos de dengue no período entre março/junho de 2020, em um território adstrito à ESF, no município de Crato/CE. Diante disso, os bolsistas do Programa de Educação pelo Trabalho em Saúde da Universidade Regional do Cariri (PET-Saúde Interprofissionalidade/URCA), para o auxílio ao processo de trabalho dos profissionais de saúde de uma ESF em Unidade Básica de Saúde, realizaram o georreferenciamento, por meio do *My Maps* (<https://www.google.com/intl/pt-BR/maps/about/mymaps/>), serviço do *Google* que permite por coordenadas geográficas, o mapeamento e armazenamento de dados referentes ao território.

Em seguida, realizou-se o geoprocessamento a partir das fichas de cadastro familiar e as fichas epidemiológicas dos pacientes disponibilizadas pelas Agentes Comunitárias de Saúde (ACS) e pelo setor de endemias da Secretaria Municipal de Saúde, que apresentavam dados como o nome do paciente, sexo, idade, endereço, dados socioeconômicos, dados clínicos pré-existente, data de notificação, tipo de diagnóstico e os sinais e sintomas apresentados no paciente.

O processo de trabalho do georreferenciamento foi orientado pela a preceptoria do PET-Saúde (enfermeira efetiva lotada na ESF do território) e os residentes em saúde coletiva da URCA (profissionais graduados da área da saúde) que compõem o serviço de saúde na ESF, no qual através de encontros virtuais, pelo o serviço de comunicação por vídeo do *Google*, o *Google Meet*, possibilitou discussões sobre a problemática da dengue em tempos de pandemia do novo coronavírus no território.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido ao grande número de casos de dengue na região e no município, houve a necessidade de auxílio para identificação e rastreamento desses casos no território, justificado pela atenção primária à saúde, que está centrada nos atendimentos e monitorização aos casos da nova pandemia do coronavírus, somando-se também ao afastamento dos agentes de endemias, profissionais responsáveis ao auxílio de prevenção e combate às arboviroses, por meio de visitas aos domicílios e estabelecimento comerciais.

O ambiente faz parte dos fatores multicausais do processo saúde-doença, e nele residem importantes aspectos no que tange o combate ao vetor transmissor da dengue. Tomando como base que os lugares são moldados pelos indivíduos e vice-versa, há que pensar nos meios pelos quais influenciam na produção de saúde, trabalhando nos focos onde se registram um maior número de casos da doença e do mosquito transmissor, já que “se a doença é uma manifestação do indivíduo, a situação de saúde é uma manifestação do lugar” (CAVALCANTE *et al.*, 2013, p.361).

Diante do trabalho territorial de identificação dos pontos onde há maior número de

casos e maior risco de infecção, devem ser pautados como prioridade. Assim, ferramentas de georreferenciamento se mostram como um instrumento de análise territorial muito importante, pois por meio dele é possível realizar um trabalho de verificação desses pontos e identificação de áreas de alerta, direcionado para esses locais esforços no combate ao *Aedes aegypti*, já que o principal meio de enfrentamento à dengue é o controle de seu vetor (HONORATO *et al.*, 2014).

Diante das análises sobre a incidência de dengue no Brasil, mostra-se que em 2014, o número de casos aumentou abruptamente, atingindo seu ponto máximo em 2015, com taxa de incidência de 8.260 casos por 100 mil habitantes (BARBOSA *et al.*, 2018). Sendo importante a verificação de ascendência na curva de casos em cada localidade.

Em meio a esse cenário, Oliveira e colaboradores (2020) evidenciam que a sobreposição da covid-19 proporcionou desatenção para com as arboviroses, influenza sazonal e outras doenças, que por sua vez, constituiu-se um desafio para o país referente ao enfrentamento da Covid-19, no qual resultou a falta do desenvolvimento de ações em saúde para outras afecções existentes.

Para o desenvolvimento do trabalho em vigilância em saúde no território, a equipe do PET-Saúde realizou-se um curso para o conhecimento e a aprendizagem para utilizar a nova tecnologia para o georreferenciamento e mapeamento dos casos de dengue. Após o estudo do serviço, foi destinada a testagem para aprimorar a usabilidade para o trabalho estabelecido.

Diante disso, a equipe do PET-Saúde e ESF realizaram planejamentos para o processo de georreferenciamento dos casos de dengue no território. Dessa maneira, a ferramenta *My Maps* mostrou-se uma potencialidade para a execução do processo, pois possibilita, em formato *online* e gratuita disponibilizada no *Google Maps*, a customização, criação, armazenamento de dados e compartilhamento do mapa.

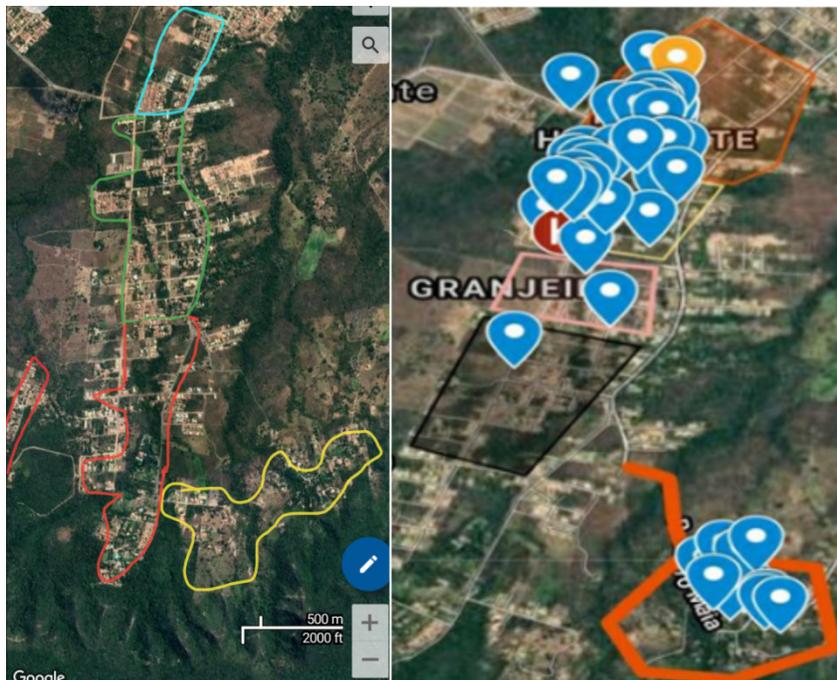


Figura 1. Demarcação das microáreas de um território, e mapa construído com os casos de dengue georreferenciados.

Fonte: Google Maps (Marcação do território dos autores)

Dessa forma, o serviço possui um fácil manuseio para aplicação de demarcadores para um território específico, inserção de ícones para identificação dos casos de dengue, com o auxílio de dados de endereço. Com isso, é possível inserir informações pertinentes do paciente no mapa, sobre a característica clínica, socioeconômica da família que esteja sendo acompanhado, facilitando o processo de trabalho e identificação rápida nos casos dentro da área, proporcionando um maior controle por parte da equipe de saúde.

Para Cavicchioli *et al.* (2014) ferramentas para georreferenciar, que relacionam detalhamentos do local a partir de bancos de dados, permitem realizar levantamentos de hipóteses perante a saúde nas cidades, e assim traçar planos de transformação da realidade, pertinentes a cada localidade.

Na usabilidade do serviço foi observado problemas de fidedignidade no georreferenciamento de algumas localizações, devido a necessidade de acesso à internet para o uso do sistema de posicionamento global (GPS).

Também foi percebido dificuldade, em alguns momentos, no manuseio da ferramenta, no inferi acesso à internet pelos bolsistas, já que o uso da ferramenta necessita de acesso, a falta de internet e dispositivos para alguns, necessitou um tempo maior para entrega dos

casos de dengue georreferenciados. Essa fragilidade concerne com dados do IBGE (2018), 20,7% dos brasileiros não possuem acesso à internet e 99,2 % dos domicílios pesquisados, obtêm apenas celular com utilidade.

Notou-se também, que há fragilidade em identificar as ruas exatas do caso pontual, quando o acesso não está disponível. Além disso, a falta de atualização dos mapas ou não registro de imóveis de acordo com o crescimento territorial, dificulta o processo, pois muitas vezes não é possível a localização exata das residências dos pacientes.

Mesmo diante das fragilidades, a experiência no uso dessa tecnologia mostrou-se valiosa, no que reflete a possibilidade de acrescentar conhecimentos teóricos e práticos a todos os bolsistas envolvidos e preceptores participantes. Também a viabilidade de trabalho remoto para o programa, na forma colaborativa e participativa. De acordo com Ávila (2014) o trabalho colaborativo a distância incentiva a socialização, o convívio e a solidariedade para o aprendizado entre as pessoas, diminuindo assim a competitividade e o individualismo.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, pode-se inferir que a Dengue é uma arbovirose presente na realidade brasileira e que necessita ser constantemente monitorada, a fim de atenuar os casos da doença nos diversos territórios. Nesse sentido, diante da pandemia do Covid-19, foi necessário ter um olhar voltado a alternativas metodológicas por meio de novas tecnologias que viabilizem ter um acompanhamento maior de casos por meio do georreferenciamento com o uso de plataformas *online*, como o *My Maps*.

Além disso, cabe destacar a importância do uso de novas ferramentas online como o “my maps” durante a pandemia da Covid-19 como mecanismo intensificador da interprofissionalidade possibilitando aos envolvidos adquirir importante aprendizado para a carreira profissional, sobretudo no conhecimento de tecnologias que podem ser usadas para o georreferenciamento e acompanhamentos de patologias durante esse tempo dando autonomia aos estudantes para acompanhar de forma remota os casos da doença e avaliar os principais riscos para a população. Assim, essa experiência mostrou-se valiosa, já que possibilitou acrescentar conhecimentos teóricos e práticos a todos os bolsistas participantes e preceptores.

REFERÊNCIAS

APM. Associação Paulista de Medicina. **30/09/2020 - Casos de dengue no Brasil em 2020 se aproximam de um milhão.** Disponível em: <<http://associacaopaulistamedicina.org.br/noticia/casos-de-dengue-no-brasil-em-2020-se-aproximam-de-um-milhao>> Acesso em 20 de dez. 2020.

ARANTES, Karen Magalhães; PEREIRA, Boscolli Barbosa. Análise da efetividade das ações de controle da dengue no município de Uberlândia, MG a partir da matriz FPEEEA. **J. Health BiolSci**, v.4, n. 5, p.326-336, 2017.

ÁVILA, Raquel Alves Pereira. O trabalho colaborativo na educação a distância: aproximação com a proposta da educação ambiental ecomunitarista. **AMBIENTE & EDUCAÇÃO**, v.19, n.1, p. 97-113, 2014.

BARBOSA, Ana Flávia Gabriel; ABE, Karina Camasmie; GUIMARÃES, Marcelo de Paiva; MIRAGLIA, Simone Georges El Khouri. Avaliação de impacto à saúde da incidência de dengue associada à pluviosidade no município de Ribeirão Preto, São Paulo. **Cad. Saúde Colet.**, 2018, Rio de Janeiro, v.4, n.26, p.446-452, 2018.

BRASIL. Governo do estado do Ceará. **Sesa reforça importância de medidas de prevenção às arboviroses**, 11 de agosto de 2020. Disponível em: <<https://www.ceara.gov.br/2020/08/11/sesa-reforca-importancia-de-medidas-de-prevencao-as-arboviroses/>> Acesso em 20 de dez. 2020.

CAVALCANTE, Micheline Pimentel Ribeiro; OLIVEIRA, Cesar de; SIMÃO, Flávio Batista; LIMA, Paulo Reis; MONTEIRO, Pedro Sadi. Análise geoespacial: um estudo sobre a dengue. **Acta Paul Enferm.** v. 4, n. 26, p. 360-8, 2013.

CAVICCHIOLI, V. N. et al. Desenvolvimento e interação de mapas dinâmicos georreferenciados para o gerenciamento e vigilância em saúde. **J. Health Inform.** v.1, n.6, p. 3-9,2014.

Google Maps. My Maps. Disponível em : <<https://www.google.com/intl/pt-BR/maps/about/mymaps/>>. Acesso em 01 de jul. 2020.

HONORATO, Taizi., et al. Análise espacial do risco de dengue no Espírito Santo, Brasil, 2010: uso de modelagem completamente Bayesiana. **Rev Bras Epidemiol** D.S.S. p. 150-159, 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PNAD Contínua TIC 2018: Internet chega a 79,1% dos domicílios do país**, atualização 29 de abr. 2020 Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agenciasaladeimprensa/2013agencia-de-noticias/releases/27515-pnad-continua-tic-2018-internet-chega-a-79-1-dos-domicilios-do-pais>> Acesso em: 09 de jul. de 2020.

LIMA, Glauberiana Alves; LIMA, Francisca Elisângela Teixeira; NASCIMENTO, Izabela Cristina do; RODRIGUES, Raelson Ribeiro; ROCHA, Deisy Maria Alves; COSTA, Cristina Oliveira da; CUSTÓDIO, Ires Lopes; SANDOVAL, Lilia Jannet Saldarriaga. Casos de dengue em Fortaleza: um estudo epidemiológico documental. **Braz. Ap. Sci. Rev.** Curitiba, v. 3, n. 5, p. 2252-2262, 2019.

MULLER, Erika Priscila Lisboa; CUBAS, Márcia Regina; BASTOS, Laudelino Cordeiro. Georreferenciamento como instrumento de gestão em unidade de saúde da família. **Rev Bras Enferm**, Brasília, v. 6, n. 63, p. 978-82, 2010.

OLIVEIRA, Wanderson Kleber de; DUARTE, Elisete; FRANÇA, Giovanny Vinícius Araújo de; GARCIA, Leila Posenato. Como o Brasil pode deter a COVID-19. **Epidemiol. Serv. Saude**, Brasília, v.2, n.29, p.e2020044, 2020.

PAIVA JÚNIOR, Edmar Franco de Paiva; VAZ, Tânia da Silva; ROSA Marcello; GARCIA, Ivana Lúcia Borges e. Estratificação automática de áreas prioritárias para controle da dengue utilizando o ModelBuilder do QGIS em uma análise multicritério. **Epidemiol. Serv. Saude**. Brasília, v.2, n. 29, 2020.

AS TECNOLOGIAS *mHEALTH* COMO ESTRATÉGIA DE COMUNICAÇÃO ENTRE ENFERMEIROS E LACTANTES

Data de aceite: 26/02/2021

Data de submissão: 25/01/2021

Claudia Cristina Dias Granito Marques

Centro Universitário Serra dos Órgãos
Departamento de Ciências da Saúde
Teresópolis – Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/5081531328515179>

Alice Damasceno Abreu

Centro Universitário Serra dos Órgãos
Departamento de Ciências da Saúde
Teresópolis – Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/9031224957642417>

Laion Luiz Fachini Manfro

Centro Universitário Serra dos Órgãos
Departamento de Ciências da Saúde
Teresópolis – Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/6106028407837734>

RESUMO: A amamentação é um processo fisiológico, onde a mulher, durante o seu desenvolvimento, sofre modificações hormonais para que a mama possa também ser protagonista do vínculo que será construído no processo de amamentar. Paralelo a globalização, a tecnologia foi potencializada quebrando paradigmas e se fortalecendo no que tange aos aspectos da saúde pública. Grande parcela da população tem acesso à internet, através dos *smartphone* e possuem contas em redes sociais, haja vista que o acesso às tecnologias da informação são fáceis e rápidas, porém é necessário o cuidado nesses achados, pois os usuários devem usufruir

de informações de qualidade e que sejam capazes de trazer benefícios. O *mHEALTH* é um termo usado para a prática dos cuidados à saúde sustentada por tecnologias de comunicação. Esse método é uma estratégia educacional que facilita o diálogo entre os enfermeiros e as lactantes. O aplicativo proposto neste trabalho é uma proposta de ferramenta tecnológica para o auxílio à amamentação, é uma inovação incremental, ou seja, não substitui ou anula as tecnologias leves aplicadas pela equipe multiprofissional de saúde em unidades de estratégia da família ou hospitalar, com o objetivo de empregar a tecnologia como instrumento facilitador na comunicação entre enfermeiro e lactante. Será desenvolvida em duas etapas: a primeira, revisão integrativa de abordagem metodológica qualitativa, com análise dos seguintes descritores: Aleitamento materno; *mHEALTH*; Tecnologia da Informação. A segunda etapa trata-se de uma inovação incremental, Dividida em quatro fases: levantamento das etapas do processo; definição dos *Mockups* (Telas) do aplicativo (APP); criação das artes do APP (*concept art*); e, implantação do protótipo do APP. Foram incluídos 10 estudos na revisão integrativa. Os dados extraídos foram agrupados em três categorias, a saber: I. Mensagens de texto; II. Chamadas telefônicas; III. Monitoramento online. A maior parte dos estudos abordaram o uso de SMS ou mensagens de texto para a continuidade do cuidado (n= 7), seguido por uso de chamadas telefônicas (n=2) e monitoramento online (n=1). Evidenciou-se que as tecnologias *mHEALTH* estão sendo cada vez mais utilizadas para promover e manter a amamentação. Para a proposta deste trabalho

foi utilizada a plataforma de prototipagem FIGMA, responsável pela montagem das telas do aplicativo. Espera-se que novos estudos sejam realizados sobre esta temática tão necessária para a saúde pública, com o objetivo de viabilizar cada dia mais formas de promoção do aleitamento materno.

PALAVRAS-CHAVE: Aleitamento materno; mSaúde; Tecnologia da Informação, Enfermagem.

MHEALTH TECHNOLOGIES AS A COMMUNICATION STRATEGY BETWEEN NURSES AND LACTANTS

ABSTRACT: Breastfeeding is a physiological process, where the woman, during its development, undergoes hormonal changes so that the breast can also be the protagonist of the bond that will be built in the breastfeeding process. Parallel to globalization, technology has been strengthened by breaking paradigms and strengthening with regard to aspects of public health. A large portion of the population has access to the internet through smartphones and has accounts on social networks, given that access to information technologies is easy and fast, but care is needed in these findings, as users must enjoy quality information. and that are capable of bringing benefits. MHEALTH is a term used for the practice of healthcare supported by communication technologies. This method is an educational strategy that facilitates dialogue between nurses and nursing mothers. The application proposed in this work is a proposal for a technological tool to aid breastfeeding, it is an incremental innovation, that is, it does not replace or cancel the light technologies applied by the multidisciplinary health team in family or hospital strategy units, with the objective of to employ technology as a facilitating tool in communication between nurses and nursing mothers. It will be developed in two stages: the first, an integrative review of a qualitative methodological approach, with analysis of the following descriptors: Breastfeeding; mHEALTH; Information Technology. The second stage is an incremental innovation, divided into four stages: survey of the stages of the process; definition of Mockups (Screens) of the application (APP); creation of APP arts (concept art); and, implementation of the APP prototype. 10 studies were included in the integrative review. The extracted data were grouped into three categories, namely: I. Text messages; II. Phonecalls; III. Online monitoring. Most studies addressed the use of SMS or text messages for continuity of care (n = 7), followed by the use of telephone calls (n = 2) and online monitoring (n = 1). It became evident that mHEALTH technologies are being increasingly used to promote and maintain breastfeeding. For the purpose of this work, the FIGMA prototyping platform was used, responsible for assembling the application screens. It is hoped that further studies will be carried out on this theme, which is so necessary for public health, with the aim of making possible more and more ways of promoting breastfeeding every day.

KEYWORDS: Breastfeeding; mHEALTH; Information Technology; Nursing.

1 | INTRODUÇÃO

A amamentação é um processo fisiológico natural, para o qual a mulher é preparada desde a menarca, período em que os hormônios estrogênio e progesterona começam a atuar de maneira mais intensa em seu corpo, estimulando o desenvolvimento e expansão

dos tecidos glandular e conjuntivo das mamas (MELLO JÚNIOR; SANTOS, 2016). As modificações hormonais tornarão a mama, no período de sua maturação, uma protagonista do vínculo que será construído no processo de amamentar.

A estrutura funcional da glândula mamária é denominada “alvéolo mamário” e nele existe a síntese do leite que será formada pela ação do hormônio prolactina durante a gestação e puerpério. Após o amadurecimento da mama e produção desse alimento natural, o hormônio ocitocina em conjunto com a sucção do recém-nascido, contribui para a ejeção do leite. Portanto, nota-se que anatomicamente e fisiologicamente o sexo feminino possui estrutura condicionante para a amamentação se estabelecer.

O leite humano é considerado o “padrão-ouro” de alimentação para o recém-nascido (RN), uma vez que possui características fundamentais para o bom desenvolvimento físico e as condições necessárias para sua digestão. Dentre as substâncias analisadas até o momento, foram encontradas cerca de 200 nutrientes presentes no leite humano materno, imersas principalmente em água. Estes nutrientes encarregam-se de suprir o RN de energia, proteínas, lipídios, carboidratos, minerais, microminerais e vitaminas (MOURA, 2016). É um alimento completo para saciar a sede e a fome da criança nos seis primeiros meses de vida.

As evidências científicas acerca da eficácia do leite materno não proporcionam margem para dúvidas (AZEVEDO et al., 2010; MARTINS, 2013). Os benefícios desse ato para o binômio mãe-filho são inúmeros, porém mesmo diante dessas informações e do fato desse processo ser natural, os índices de continuidade dessa prática são baixos principalmente no que se refere às usuárias da rede de saúde privada pois os números de parto cesárea são maiores, o que reflete na amamentação diante da primeira hora após o nascimento. Este fato é alarmante, por se tratar de um momento crucial para estabelecimento do vínculo do binômio e da lactação, resultando assim, na diminuição do abandono, na redução da mortalidade na primeira infância e também diminuição do óbito materno.

O leite materno possui muitos benefícios para o binômio mãe/filho, entre eles, proteção contra infecções e diarreias, menor predisposição à morte súbita ou morte por causas preveníveis, menor mortalidade por doenças infecciosas, proteção contra infecção respiratória, menor risco de alergias, proteção contra diabetes (no bebê e na lactante), hipertensão e colesterol alto, menor risco de obesidade e sobrepeso, melhor nutrição, melhor desenvolvimento cognitivo e da cavidade bucal, com melhor conformação do palato duro (BRASIL, 2015).

O desmame precoce é associado a vários fatores, dentre esses à intervenção ineficaz do profissional de saúde no pré-natal e no pós-parto, à cultura (mitos e crenças populares) como intervenientes da baixa adesão ao aleitamento materno, aos problemas nas mamas, à influência de terceiros, à falta de apoio e à introdução de produtos como mamadeira e chupeta (ANDRADE; PESSOA; DONIZETE, 2018). A prevalência de desmame precoce

foi de 58,51%, com maiores proporções em crianças com idade entre um e três meses (SANTOS et al., 2018).

Conforme a Pesquisa de Prevalência de Aleitamento Materno em Municípios Brasileiros, a prevalência de aleitamento materno exclusivo (AME) nos seis primeiros meses no Brasil era de 41% em 2010. A região norte apresentava uma taxa de 45,9%, na região centro-oeste era 45%, na região Sul 43,9%, Sudeste 39,4% e região Nordeste 37%. A meta preconizada pela OMS era de 50%, o que denota o quanto o Brasil estava abaixo dessa meta no período (BRASIL, 2010).

Paralelo à globalização, a tecnologia foi potencializada quebrando paradigmas e se fortalecendo no que tange aos aspectos da saúde pública. Grande parcela da população tem acesso à internet, através dos smartphones e possuem contas em redes sociais. Sendo assim, esse instrumento se tornou a maior ferramenta educativa do século XXI, haja vista que o acesso às tecnologias da informação são fáceis e rápidas, porém é necessário o cuidado nesses achados, pois os usuários devem usufruir de informações de qualidade e que sejam capazes de trazer benefícios.

Segundo a Pesquisa Digital *in 2017 Global Overview* cerca de 2/3 da população mundial possui um smartphone. No Brasil, 68% da população faz uso da internet, sendo que destes 93% acessam a rede através do seu smartphone (KEMP, 2017). Isso torna este aparelho um item de uso cotidiano e corriqueiro. Por se tratar de um aparelho que está sempre à mão, o acesso à internet para a busca de diversos assuntos, torna-se também algo rotineiro.

Tendo em vista o crescente interesse das pessoas em buscas online para os problemas costumeiros, de diversos setores, incluindo o da saúde, o profissional enfermeiro deve ser capaz de atribuir à sua assistência a tecnologia como ferramenta potente para auxiliar na continuidade da amamentação, garantindo o acesso das lactantes às informações acerca dessa temática.

O uso de tecnologias da informação e de comunicação para objetivos de saúde são chamados *eHealth*. O *mHealth* – do inglês *mobile health* – é um termo usado para a prática dos cuidados à saúde sustentada por tecnologias portáteis de comunicação, por exemplo smartphones, tablets e outros aparelhos sem fio. A utilização de aplicativos móveis na área da saúde, visa tornar o processo assistencial mais efetivo, uma vez que a resposta para problemas imediatos é dada rapidamente. O uso dessas tecnologias no setor saúde tem crescido, sendo utilizadas não apenas para o atendimento ao paciente, mas também para o acesso de pesquisas científicas no local de trabalho, favorecendo a prática baseada em evidências (GUIMARÃES et al., 2018).

O *mHealth* (mSaúde) é uma estratégia educacional que facilita o diálogo entre os enfermeiros e as lactantes. Atualmente, vários aplicativos são utilizados para obter informações sobre a amamentação, tendo sido boa parte deles desenvolvido no Brasil, o que configura um avanço no sentido de interesse para com o assunto. Porém, a maioria

dos aplicativos não apresentam referências, dificultando o julgamento crítico sobre o nível de evidências das informações. Além disso, deve haver uma escolha minuciosa pelos profissionais ao indicar um aplicativo, uma vez que os usuários podem ficar expostos a vários problemas, como a veiculação de informações incorretas ou ultrapassadas (GUIMARÃES et al., 2018).

O aplicativo é uma proposta de ferramenta tecnológica para o auxílio à amamentação. É uma inovação incremental, ou seja, não substitui ou anula as tecnologias leves aplicadas pela equipe multiprofissional de saúde em unidades de estratégia da família ou hospitalar. Essa ferramenta educativa contém informações fidedignas que visam aumentar o índice efetivo de AME até o sexto mês de vida, conforme preconizado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), reduzindo os gastos com internações durante a infância o que impacta na gestão do governo federal e proporciona qualidade de vida materno-infantil.

1.1 Justificativa

Uma vez que os índices de aleitamento materno estão abaixo do esperado no Brasil, apesar de ter crescido nos últimos anos (BRASIL, 2009), faz-se necessário o desenvolvimento de estratégias para a promoção do aleitamento materno. Tendo em vista que esta é uma prática que oferece inúmeros benefícios, principalmente nos primeiros seis meses de vida do bebê.

Desta forma, o desenvolvimento de um aplicativo com o propósito de promover o aleitamento materno mostra-se como uma estratégia pontual, uma vez que a utilização de dispositivos móveis tem se tornado popular em diversos níveis socioeconômicos. Além disso, as tecnologias *mHealth* têm se mostrado como uma estratégia promissora. Considerando o contexto de crescimento da utilização de tecnologias para diversos fins, entre eles os de saúde. Nesse contexto, o presente estudo se justifica pela importância da educação em saúde na promoção do aleitamento materno, por meio de tecnologias *mHealth*.

1.2 Questão norteadora

Como as tecnologias *mHealth* podem auxiliar na promoção do aleitamento materno?

1.3 Objeto de estudo

A comunicação entre enfermeiro e lactantes por meio das tecnologias *mHealth*.

1.4 Objetivo geral

Elaborar um instrumento tecnológico para facilitar a comunicação entre enfermeiro e lactante.

1.5 Objetivo específico

Reconhecer a importância da tecnologia leve em conjunto com a tecnologia de comunicação e informação como estratégia eficaz para a continuidade da amamentação exclusiva até o sexto mês de vida.

2 | MARCO TEÓRICO

2.1 Aplicativos móveis

Os celulares inteligentes, do inglês *smartphones*, têm revolucionado a experiência do usuário no uso da internet em diversos aspectos. O número de usuários desses aparelhos só aumenta, devido à enorme praticidade que esta tecnologia proporciona a profissionais, estudantes, empresas, ao trabalhador autônomo, etc. Dados da *International Data Corporation* Brasil (IDC Brasil, 2014) apontam que foram vendidos entre os meses de julho a setembro de 2014 cerca de 15.1 milhões de *smartphones*, com crescimento evidenciado de 49% em relação ao mesmo período do ano anterior. Outros dispositivos móveis como os *tablets* têm aumentado em número de venda, enquanto *notebooks* e *desktops* estão em declínio.

Desde o lançamento do primeiro *smartphone* no mercado, esta invenção tecnológica tem sido incrementada até chegar ao que possuímos hoje: um computador de bolso que pode ser levado para qualquer lugar, por qualquer pessoa, durante 24 horas por dia (TIBES; DIAS; ZEM-MASCARENHAS, 2014). A internet acompanhou a evolução dos *smartphones*, desde o pacote de dados limitados oferecido pelas operadoras de telefonia móvel, a pacotes com total acesso e velocidade 4G (JIANG et al., 2012). De igual maneira, as redes *wi-fi* traduzem a facilidade do acesso à internet e todas as suas vantagens, até mesmo em lugares em que antes não havia sequer energia elétrica. A facilidade com que é possível acessar a internet atualmente, deve-se em grande parte à junção de todas essas tecnologias, aliada ainda ao livre mercado, que propiciou o acesso à internet por valores acessíveis (SOUZA; MURTA; LEITE, 2016).

Estamos vivendo a verdadeira era da informação, pois com a facilidade de acesso a estas tecnologias, o conhecimento se tornou mais acessível. E não apenas por meio de blogs e sites institucionalizados, mas também por meio dos diversos aplicativos de comunicação social, plataformas de *streaming*, com a realização de *lives*, que podem ser acompanhadas em tempo real por milhares de pessoas simultaneamente; e também pelos outros diversos aplicativos móveis que se destinam ao ensino de idiomas, outros que se destinam ao auxílio da educação profissional desde cursos de nível técnico a superior, bem como vários outros que se destinam a oferecer serviços de saúde, entrega de fast-food, mobilidade urbana, relacionamentos, entretenimento... a lista é infindável. Para cada tema em que existe uma necessidade humana, há um aplicativo correspondente para atender a essa necessidade. Aplicativos móveis que podem estar disponíveis gratuitamente ou que podem ser pagos. Muitos são mantidos apenas por meio do anúncio de marcas aleatórias (GALVÃO; PÜCHEL 2012; SOUZA, 2015; SILVA; URSSI, 2015).

Os aplicativos móveis, mais conhecidos como *apps*, são, de maneira simplificada, programas ou pequenos *softwares* instalados em sistemas operacionais como Android, iOS, Linux, Blackberry, Windows phone, etc., que permitem o acesso a conteúdos *online* e

offline e objetivam facilitar e ajudar na execução de atividade práticas do dia a dia (FRANÇA et al., 2016).

Os dispositivos móveis em que são utilizados os apps, são de tela *touchscreen*, o que facilita a navegação e torna o uso do app mais intuitivo e fácil. Os apps estão disponíveis em lojas online, já instaladas no dispositivo móvel, a *Apple Store* e a *Play Store*. Outros já vêm instalados no dispositivo, geralmente os *apps* de funcionalidade geral, usados para o gerenciamento de fotos e arquivos, por exemplo. Assim, entre os milhares de *apps* disponíveis nas lojas, cada usuário tem a possibilidade de escolher os aplicativos que melhor traduzem sua rotina e seus interesses pessoais e profissionais (SOUZA; MURTA; LEITE, 2016).

2.2 Engenharia e qualidade de software

Conforme Pressman e Maxim (2016), o *software* é a tecnologia mais importante no cenário mundial. Durante seu “amadurecimento”, ainda que lento, este utilitário passou de produto a serviço e hoje representa as duas coisas. O *software* é usado não apenas em *hardwares* como o computador e o *notebook*, mas também nos *smartphones*, por meio dos aplicativos que são usados nos mesmos, além de viabilizar a criação de novas tecnologias, como a engenharia genética e a nanotecnologia. Se tornou essencial para negócios, ciência e engenharia, além de estar incorporado a sistemas de todas as áreas, desde a medicina à militar.

Na escola aprendemos que o *software* é a parte “não palpável” do computador, é o complemento para o *hardware*. Porém, defini-lo não é uma tarefa tão simples. Voltando à ideia de sua duplicidade, o *software* é o produto e, ao mesmo tempo, o veículo para distribuir um produto. É um transformador de informações, pois ele “distribui o produto mais importante de nossa era: a informação” (PRESSMAN; MAXIM, 2016, p. 3). No processo de transformar as informações, muito pode ser feito, desde utilizar os dados pessoais de uma pessoa para melhorar sua empregabilidade, ou gerenciar as informações para aumentar a concorrência. O *software* é uma porta para uma rede mundial de informações – a internet – e os meios para obter informações de todas as formas. Também permite a aproximação de pessoas mal intencionadas, que podem cometer crimes e prejudicar outras pessoas. “O software não se desgasta, mas deteriora!” (PRESSMAN; MAXIM, 2016, p. 5). Não é possível trocar um componente do suporte lógico quando se desgasta, como acontece com o *hardware*. Cada defeito de *software*, por mínimo que seja, aponta um “erro no projeto ou no processo pelo qual o projeto foi traduzido em código de máquina executável” (PRESSMAN; MAXIM, 2016, p. 6). De forma que, sua manutenção é consideravelmente mais complexa do que a manutenção do *hardware*.

Apesar de ser uma atividade complexa, porque tudo que envolve *software* é complexo, a engenharia de *software* pode ser definida como o processo de estudar, criar e otimizar os processos de trabalho para os desenvolvedores de *software*. Nesse sentido, as

tarefas de um engenheiro de *software* consistem em observar, avaliar, orientar e alterar os processos produtivos quando necessário (WAZLAWICK, 2019).

Rezende (2005) fornece uma definição de engenharia de *software* mais completa e que denota de melhor forma a complexidade que é desenvolver esta atividade. Segundo o autor, a engenharia de *software* é a metodologia de desenvolvimento e manutenção de sistemas modulares, e possui como características o processo dinâmico, integrado e inteligente de soluções tecnológicas; adaptação aos objetivos pretendidos pelo negócio do cliente; efetivação de padrões de qualidade, produtividade e efetividade em suas atividades e produtos; deve estar fundamentado na Tecnologia da Informação disponível, viável, oportuna e personalizada; além de ter planejamento e gestão de atividades, recursos, custos e datas.

Devido à importância cada vez maior do *software* no dia a dia, principalmente em decorrência à popularização da internet, dos *smartphones* e das redes móveis, é cada vez mais necessário melhorar a qualidade dos *softwares*, utilizando o menor recurso possível no desenvolvimento e manutenção dos mesmos. A realização das atividades de manutenção, por exemplo, requer mais pessoas e recursos do que todo o esforço aplicado na criação de um novo *software*. Dessa forma, a engenharia de *software* destina parte de sua atenção à qualidade na construção deste, buscando menores custos durante seu desenvolvimento e, principalmente, para sua manutenção (PRESSMAN; MAXIM, 2016; ELGHOLM JUNIOR, 2010).

Rezende (2005) concorda que os objetivos primários da engenharia de *software* são o aprimoramento da qualidade dos produtos e o aumento da produtividade dos engenheiros de *software*, abrangendo ainda a eficácia e efetividade. Os fundamentos da engenharia de *software* são a ciência da computação, a administração de projetos, a comunicação (alto grau de interação pessoal), e técnicas de solução de problemas. Assim, a qualidade de *software* possui requisitos não-funcionais, como a extensibilidade, capacidade de manutenção, reutilização de código, desempenho, escalabilidade, usabilidade e confiabilidade nos dados apresentados pela aplicação (ELGHOLM JUNIOR, 2010).

Muitas empresas, buscando “economizar” tempo, investem na criação de sistemas sem a utilização de engenharia de *software*, gerando problemas que podem inutilizar o sistema, ou necessitar de recursos maiores para reparo. Entre estes problemas, podem ser citados: *softwares* difíceis de dar manutenção ou de implementar alterações; reutilização de código mal elaborado e sujeito à geração e/ou propagação de erros em outras partes do sistema em desenvolvimento; sistemas com baixo desempenho e escalabilidade inadequada; baixa eficiência no desenvolvimento; falta de confiança nos dados apresentados pelo sistema; baixa qualidade de código. Ao visualizar esse problemas, é possível inferir sobre a real necessidade de uma engenharia de *software* e seu papel fundamental para o funcionamento dos sistemas e para a qualidade dos mesmos (ELGHOLM JUNIOR, 2010).

2.3 Tecnologia da informação e comunicação aplicada à saúde

Os avanços das tecnologias, aliados ao poder de processamento dos computadores e ao custo reduzido, permitiu a incorporação da tecnologia em diversos segmentos e a saúde não ficaria à parte. Nesse sentido, muito tem sido feito no sentido de introduzir tecnologias cada vez mais eficazes nos serviços de saúde, buscando aumentar a efetividade, reduzir os custos e promover uma assistência mais assertiva. Vários são os exemplos que podem ser citados, como os Sistemas de Informação em Saúde (SIS), a Telemedicina, que se traduz na utilização da web para discussão entre profissionais, das informações relacionadas ao paciente, favorecendo a troca de opiniões e a tomada de decisões; o Prontuário Eletrônico do Paciente e vários outros (OLIVEIRA; ARROYO; OLIVEIRA, 2004).

Os *podcasts*, conteúdo entregue em forma de áudio, têm crescido devido à criação de diversos apps como *Spotify* e *Castbox*, para disponibilizar material nesse formato, bem como devido à economia de tempo, uma vez que é possível ouvir simultaneamente à realização de outras atividades. Nesse sentido, os podcasts têm sido muito utilizados no meio educacional, com destaque para a área da saúde (GOMES et al., 2019).

Os SIS são definidos por Marin (2010) como um conjunto de componentes interligados que se destinam à coleta, processamento, armazenamento e distribuição da informação para apoiar a tomada de decisão, além de auxiliar no controle das organizações de saúde. Por meio dos SIS é possível implementar e aperfeiçoar os cuidados de saúde, de diversos profissionais envolvidos na assistência ao paciente. Os SIS devem possuir como objetivos contribuir para a melhoria da qualidade, da eficiência e da eficácia do atendimento em saúde, facilitando a pesquisa, o fornecimento de evidências e auxiliando no processo de ensino.

De acordo com Ministério da Saúde (MS), os SIS são sistemas que apoiam os serviços de saúde nas fases de planejamento, programação, regulação, controle, avaliação e auditoria. Atualmente existem vários desses sistemas utilizados no Sistema Único de Saúde, que permitem a integração das informações dos pacientes atendidos na rede, salvando essas informações para possíveis consultas. Isso é possível por meio da utilização do Cartão do SUS, um documento a que todos os cidadãos que residem no Brasil têm direito, independentemente de vínculo com a rede privada de serviços de saúde. Os principais SIS são nomeados Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN); Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM); Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC); Sistema de Informações Hospitalares (SIH/SUS); Sistema de Informações Ambulatoriais (SIA); Sistema de Informações da Atenção Básica (Siab); Sistema de Cadastro Nacional dos Estabelecimentos de Saúde (SCNES); Sistema de Regulação (SISREG); Sistema de Acompanhamento do Programa de Humanização no Pré-natal e Nascimento (SISPRENATAL); Sistema de Cadastramento e Acompanhamento de Hipertensos e Diabéticos (HIPERDIA); Sistema de Informações de Vigilância Alimentar e

Nutricional (Sisvan); Sistema de Informação de Câncer (SISCAN); Sistema de Informações sobre Orçamentos públicos em Saúde (SIOPS); Sistema de Informações do Programa Nacional de Imunização (SI-PNI) (BRASIL, 2020).

Os SIS no Brasil, estão ainda em constante melhoria para superar problemas como a fragmentação das bases de informação do SUS e a velocidade com que as tecnologias se tornam obsoletas. Os SIS devem ser pensados para o setor saúde como um todo e não considerando apenas as necessidades específicas e isoladas de diferentes áreas. Outro problema é que os SIS não foram planejados para fornecer informações que auxiliem a tomada de decisões na área da gestão ou na área epidemiológica. Porém, são amplamente usados com esse aspecto, o que gera um forte viés de faturamento nos estabelecimentos que são remunerados por procedimentos. Outro aspecto relevante é que, no processo de captação das informações, a maioria dos estabelecimentos de saúde se vale de uma cópia escrita, o que gera duplicação do processo de registro das informações, aumentando o tempo gasto para o preenchimento e o número de erros (BRASIL, 2015).

2.4 Aleitamento materno

O aleitamento materno é realizado pela espécie humana praticamente desde sua existência, com registros históricos em várias culturas diferentes. Ao longo do desenvolvimento das sociedades, várias posturas em relação à criação dos filhos foram sendo adotadas, entre elas as “amas-de-leite”, no período escravocrata, que amamentavam os filhos de seus senhores em lugar das mães brancas. Esta se tornou uma prática comum naquele período da história, pois as mulheres negras eram consideradas como tendo melhor preparo para a amamentação do que as mulheres brancas (SILVA, 2016; MUAZE, 2018).

Porém, na década de 70 observou-se uma queda considerável da amamentação decorrente de vários aspectos da sociedade, como a inserção da mulher no mercado de trabalho, e a propaganda não regulamentada ou fiscalizada de leites industrializados no mundo. Motivo que levou o Brasil em 1981 a desenvolver estratégias de incentivo ao aleitamento materno, quando criou o Programa Nacional de Aleitamento Materno (PNAM) e outras estratégias, como a Iniciativa Hospital Amigo da Criança, utilização do Método Canguru e criação da Rede Brasileira de Bancos de Leite Humano (BOCCOLINI et al., 2017).

Amamentar parece ser um ato simples e fisiológico, que já vem programado em toda mulher, porém não é assim que acontece na prática. A amamentação é um ato complexo que envolve várias outras partes do corpo para que aconteça. Além disso, amamentar é mais do que nutrir. Por meio da amamentação, mãe e filho criam vínculos profundos e duradouros. Há troca de afeto, carinho, calor, energia, sentimentos. Enquanto amamenta, a mãe doa a si mesma, para que o bebê se desenvolva com saúde. Este é um ato de abnegação, que pode ser doloroso em muitos casos.

Pode-se afirmar que os “instrumentos” para a amamentação estão embutidos na mulher. O desenvolvimento das mamas começa na puberdade da mulher, decorrente dos picos de estrogênio provenientes dos ciclos sexuais da mulher considerada adulta. Este hormônio ovariano estimula o crescimento das mamas e o acúmulo de gordura para proteger as mesmas (MELLO JÚNIOR; SANTOS, 2016).

Cada glândula mamária possui uma estrutura funcional denominado alvéolo mamário, no qual existe a síntese do produto secretado, o leite. De maneira geral, um conjunto de 10 a 100 alvéolos são denominados lóbulos mamários. Cada mama possui de 15 a 20 lobos (HU-UFGD, 2019).

Cada lobo mamário se reúne em canalículos que se fundem em ductos lactíferos e ampolas lactíferas (seios lactíferos). Os canalículos são finos canais que transportam o leite dos alvéolos para os ductos e seios mamários, e de lá se exteriorizam por meio de 15 a 20 orifícios existentes nos mamilos de cada mama (HU-UFGD, 2019, p.17).

No entanto, as mamas continuarão a se desenvolver atingindo sua maturidade somente alguns dias após o parto, ao alcançar a capacidade de produção copiosa do leite, orientada conforme a demanda do bebê. Esse fenômeno em que a prolactina transforma a mama em um órgão produtor de leite não é imediata após o parto e necessita de alguns dias para que seja concluído, porém pode ser acelerado por estímulos diferentes da interação mãe-bebê (MELLO JÚNIOR; SANTOS, 2016).

O leite de cada mãe é apropriado para seu bebê, de forma que permite um crescimento adequado, proteção contra várias doenças, melhor desenvolvimento cognitivo, e desenvolvimento ideal do bebê. O leite materno tem suas características próprias, e tempo de maturação em quatro fases: leite precoce, colostro, leite de transição e leite maduro. O leite precoce é produzido a 20 dias antes do parto a termo; o colostro ocorre na primeira semana após o parto; o leite de transição é produzido na segunda semana pós-parto, é um elo entre o colostro e o leite maduro; e, por fim, o leite maduro desce na segunda quinzena após o parto, geralmente (MOURA, 2016).

Quanto à composição, o leite humano possui mais de 200 substâncias, porém nem todas foram completamente estudadas até o momento. São divididas em três grandes grupos: específicas para a espécie; específicas para o organismo; e específicas para a espécie e para o organismo (MOURA, 2016). O colostro é mais viscoso do que o leite maduro e possui mais concentrações de proteínas, minerais e vitaminas lipossolúveis, principalmente vitamina A, E e carotenoides. Além disso possui menor teor de lactose, gorduras e vitaminas do complexo B. Logo, possui menor conteúdo energético do que o leite maduro. Contém resíduos de materiais celulares presentes na glândula mamária e nos ductos no momento do parto. É rico em imunoglobulinas e leucócitos, que protegem contra microrganismos presentes no canal do parto. Os níveis de anticorpos declinam rapidamente, sendo que em 72 horas após o parto, contém apenas 20% do que seria

encontrado nas primeiras 24 horas (LAURINDO et al., 1992).

Por volta do quinto dia de lactação, o leite começa a passar por modificações conhecidas como transição para o leite maduro. O leite de transição tende a oscilar quanto à composição. Esse leite já possui maior conteúdo energético do que o colostro, menor fonte de proteína, maior concentração de lipídios e carboidratos, menor quantidade de alguns minerais, com exceção de fósforo, magnésio e ferro, menor quantidade de vitaminas, com exceção de riboflavina, folatos, biotina e vitamina C (MOURA, 2016).

Por volta do 15º dia, o leite pode ser considerado maduro. É composto em grande parte por água (que é o elemento em maior abundância no leite materno); energia, que aumenta com a maturação do mesmo; proteínas, principalmente caseína e as proteínas do soro (alfalactoalbumina, lactoferrina, lisozima, albumina sérica e imunoglobulinas A, G e M); lipídios, que também aumentam com o tempo de lactação, e que se constitui principalmente por triglicerídeos; carboidratos, principalmente lactose; minerais, conhecidos como macrominerais (potássio, cloro, sódio, cálcio, fósforo e magnésio) e microminerais (zinco, ferro, cobre, iodo, cromo, selênio, flúor, manganês, etc.) em menor quantidade; e vitaminas D, E, K, betacaroteno, principalmente (MOURA, 2016).

Nesse contexto, uma vez que os instrumentos para a produção do leite e para sua ejeção já estão com a mulher, o que necessita ser aprendido é a técnica de amamentação. Conforme a OMS recomenda, alguns pontos-chave podem ser observados para uma pega correta, e incluem: rosto do bebê de frente para a mama, com nariz na altura do mamilo; corpo do bebê próximo ao da mãe; bebê com cabeça e tronco alinhados; bebê bem apoiado; mais aréola visível na parte de cima da boca do bebê; boca bem aberta; lábios virados para fora; queixo do bebê tocando a mama. Os sinais que indicam técnica da amamentação incorreta são: bochechas do bebê encovadas a cada sucção; ruídos da língua; mama com aparência esticada ou deformada durante a mamada; mamilos com estrias vermelhas ou áreas esbranquiçadas ou achatadas quando o bebê solta a mama; dor ao amamentar (BRASIL, 2015).

A manutenção do aleitamento materno é extremamente importante para a saúde do binômio mãe-bebê. Estudos comprovam que os bebês alimentados dessa maneira adquirem proteção contra infecções e diarreias, ficam menos predispostos à morte súbita ou morte por causas preveníveis. A mortalidade por doenças infecciosas é seis vezes maior em crianças menores de 2 anos de idade. O leite materno também oferece proteção contra infecção respiratória, principalmente quando exclusiva nos 6 primeiros meses. O risco de alergias para crianças amamentadas exclusivamente nos primeiros meses de vida é menor, incluindo alergia à proteína do leite de vaca, além de diminuir o risco de dermatite atópica, asma e sibilos. Benefícios a longo prazo também foram evidenciados, como proteção contra diabetes, hipertensão e colesterol alto. A lactante também adquire proteção contra diabetes, devido à melhor homeostase da glicose nessas mulheres. As chances de obesidade e sobrepeso são reduzidas em cerca de 22% nas crianças que foram

amamentadas. O lactente amamentado adquire melhor nutrição, devido ao fato de o leite materno ser específico para cada bebê, e possuir nutrientes essenciais ao crescimento e desenvolvimento da criança. A criança amamentada também terá melhor desenvolvimento cognitivo e da cavidade bucal, com melhor conformação do palato duro, que favorece o alinhamento dos dentes e uma boa oclusão dentária (BRASIL, 2015).

Para a mãe, a prática da amamentação confere proteção contra o câncer de mama, com redução do risco em 4,3% a cada 12 meses de duração da amamentação. Outros estudos apontam ainda proteção contra “câncer de ovário, câncer de útero, hipercolesterolemia, hipertensão e doença coronariana; obesidade, doença metabólica, osteoporose e fratura do quadril, artrite reumatóide, depressão pós-parto e diminuição do risco de recaída de esclerose múltipla pós-parto” (p. 22). Quando realizada de maneira exclusiva ou predominante, a amamentação se torna um método contraceptivo eficaz, desde que a menstruação ainda não tenha retornado. Amamentar é uma forma de alimentação de baixo custo, promove o vínculo mãe-filho e a melhor qualidade de vida para família, devido à redução de hospitalizações, medicamentos, etc. (BRASIL, 2015).

Apesar dos inúmeros benefícios comprovados do aleitamento materno para mãe e filho, as taxas de amamentação do Brasil ainda estão muito aquém da meta preconizada pela OMS (FONSECA-MACHADO et al., 2012). Nesse sentido, questiona-se quais fatores estão levando, não apenas a índices reduzidos de amamentação, como também ao desmame precoce.

Entre as causas identificadas do desmame precoce, podem ser citados a falta de orientação/conhecimento das mães; inexperiência e insegurança materna; banalização das angústias maternas pela equipe de saúde; intercorrências da mama puerperal, como mamilos invertidos ou planos, fissuras mamilares e mastite, que ocasionam dor durante sucção do recém-nascido; interferências familiares, com a inserção de crenças culturais; mitos como o do leite fraco ou insuficiente; falta de desejo materno para amamentar; retorno ao trabalho (OLIVEIRA et al., 2015).

Com relação ao conhecimento materno sobre o aleitamento, foi possível evidenciar que em relação ao aleitamento materno exclusivo, apenas 21,20% das mães tiveram conhecimento considerado bom, enquanto 66,70% apresentaram conhecimento regular e 12,10% apresentaram conhecimento insuficiente. Sobre o aleitamento complementar, cerca de 60% apresentou conhecimento insuficiente, enquanto 5% apresentou conhecimento bom (CARVALHO et al., 2016). Estes dados apontam para práticas incorretas, decorrentes da falta de conhecimento sobre o tipo de amamentação que está sendo praticado. Uma vez que a OMS recomenda a manutenção da amamentação exclusiva até os 6 meses de idade e complementada até os 2 anos, é importante que as mães compreendam também o que pode ser classificado como tal. A falta desse conhecimento podem levar as mães a inserirem itens que podem levar ao desmame precoce, como a mamadeira para dar água ou chá ao bebê.

Outro estudo, desta vez realizado apenas com mulheres primíparas, também apontou índices de conhecimento sobre o aleitamento materno baixos: 48% e 14,7% citaram como benefícios da amamentação para o bebê a saúde e os aspectos nutricionais, respectivamente; 69,8% desconhecia as vantagens da amamentação para si próprias (AZEVEDO et al., 2010).

Os estudos supracitados corroboram sobre a necessidade da orientação e conhecimento das gestantes e puérperas para o sucesso do aleitamento materno e para o declínio do desmame precoce. Este conhecimento deve ser disponibilizado não apenas durante as consultas, mas também em vários veículos de comunicação da mulher com os serviços de saúde.

2.5 Práticas do cuidado em enfermagem baseadas em evidências

A Prática Baseada em Evidências (PBE) é um método que se utiliza de resultados de pesquisas científicas para a tomada de decisão clínica (DANSKI et al., 2017). É possível prever que serão alcançados os melhores resultados, de maneira segura, coerente e organizada (PEREIRA et al., 2012). Apresenta, pois, como principal desafio para o cuidado baseado em evidências, a sua própria implementação, pois o conhecimento científico está em constante evolução, além de que traduzir o conhecimento é um processo de difícil compreensão (DANSKI et al., 2017).

A pesquisa científica para a enfermagem é um fio condutor que deve guiar as ações do profissional. O conhecimento científico está em constante evolução e na área da saúde, mostra-se ainda mais indispensável, por se tratar de vidas humanas que também são seres complexos e em evolução constante. “De forma geral, a implementação de modelos para prática baseada em evidências na enfermagem hospitalar visa promover a melhoria da qualidade do cuidado, por aumentar a confiabilidade das intervenções” (CAMARGO et al., 2018, p.10).

Para a escolha das melhores evidências científicas em que apoiar o cuidado ao paciente, buscando a melhoria da qualidade da assistência, uma opção é integrar a pesquisa e a prática baseada em evidências à educação continuada. Além disso, o enfermeiro é responsável pela educação permanente da equipe, de forma que ao fazê-lo, deve-se priorizar a agregação da PBE, com o objetivo de enriquecer o processo de educação, motivar o crescimento pessoal da equipe de enfermagem, obtendo como resultados a melhora da qualidade da assistência e fortalecimento da profissão (SILVA et al., 2015).

Outra característica da PBE, é que se fundamenta em conhecimentos básicos de epidemiologia e bioestatística para averiguar se a evidência clínica pode ser validada e utilizada. Logo, as melhores evidências devem ser incorporadas à prática. Estas evidências são encontradas em estudos clínicos “sobre a acurácia e a precisão dos exames diagnósticos (incluindo o exame clínico), sobre o poder dos indicadores prognósticos e sobre a eficácia e segurança dos esquemas terapêuticos, de reabilitação e preventivos”. E

a qualidade da evidência científica deve ser analisada conforme sua validade e relevância (OKUNO; BELASCO; BARBOSA, 2014, p.3).

Nesse sentido, a enfermagem baseada em evidências considera a escolha de evidências científicas de maneira criteriosa e explícita, para a tomada de decisão sobre a assistência a indivíduos ou grupos de pacientes. Deve seguir cinco passos fundamentais: 1. Formulação de questões (problemas clínicos) oriundas da prática profissional; 2. Investigação da literatura ou outros recursos relevantes de informações na busca de evidências; 3. Avaliação das evidências (especialmente pesquisas) em relação à validade, generalização e transferência; 4. Uso da melhor evidência disponível, habilidade clínica e as preferências do cliente no planejamento e implantação do cuidado; 5. Avaliação do enfermeiro em relação à sua própria prática (OKUNO; BELASCO; BARBOSA, 2014).

A força das evidências pode ser dividida em cinco classificações (quadro 1):

Tipo	Força da evidência
I	Evidência forte a partir de pelo menos uma revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados, bem delineados
II	Evidência forte a partir de pelo menos um ensaio clínico controlado, randomizado, bem delineado
III	Evidência e um ensaio clínico bem delineado, sem randomização, de estudos de apenas um grupo do tipo antes e depois, de corte, de séries temporais, ou de estudos caso-controle
IV	Evidência a partir de estudos não experimentais por mais de um centro ou grupo de pesquisa
V	Opiniões de autoridades respeitadas, baseadas em evidência clínica, estudos descritivos ou relatórios de comitês de especialistas

Quadro 1: Classificação da força das evidências.

Fonte: Okuno, Belasco e Barbosa, 2014, p. 5.

As revisões sistemáticas são importantes para a PBE por sintetizar “os resultados de múltiplas pesquisas primárias, usando estratégias para reduzir viés e erros de azar”. São estratégias que “incluem a busca exaustiva de todos os artigos potencialmente relevantes e critérios explícitos e reproduzíveis na seleção de artigos para revisão” (MEDINA; PAILAQUILÉN, 2010, p. 2 e 3).

Nesse contexto, a colaboração *Cochrane* é a principal organização a nível internacional que reúne as revisões sistemáticas. É uma organização sem fins lucrativos criada em 1993, com o objetivo principal de melhorar a qualidade das decisões de cuidados de saúde (MEDINA; PAILAQUILÉN, 2010). A *Cochrane* é uma base ampla, onde podem ser encontrados grupos de revisão, protocolos, ensaios, editoriais, coleções especiais e outras revisões.

Outras bases de dados também são utilizadas para encontrar pesquisas científicas,

como o Sistema Online de Busca e Análise de Literatura Médica – MEDLINE; a *Scientific Electronic Library Online* – SciELO, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e a Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde – LILACS. Porém, a principal diferença entre estas bases de dados e a *Cochrane* é o fato de que a segunda é totalmente voltada para a identificação de evidências científicas no que se refere a intervenções, diagnósticos, e outros aspectos do cuidado. Um ponto negativo é impossibilidade de pesquisa por palavras chaves, como acontece nas outras bases de dados. Na *Cochrane*, as revisões estão agrupadas em temas específicos, como gravidez e nascimento, e subtemas que seriam problemas médicos durante o nascimento, cuidados durante o nascimento, cesariana, indução do trabalho de parto, nascimento pré-termo, etc.

Nesse contexto, as evidências mais atuais e de maior força devem ser consideradas para pautar as práticas de enfermagem nas diversas áreas de atuação, seja no contexto hospitalar ou comunitário. Incluindo assim, os cuidados referentes ao aleitamento materno, que são renovados continuamente, como acontece com as outras áreas que se referem ao conhecimento humano. Além disso, referente aos problemas oriundos da prática de amamentação incorreta – como o surgimento de fissuras, o ingurgitamento e a mastite, entre outros problemas que podem promover o desmame precoce – o profissional deve sempre estar a par das melhores evidências atualizadas para sanar esses problemas e promover a continuidade da amamentação.

Com esse objetivo, as instituições, profissionais de enfermagem devem promover reuniões de equipes para avaliar a qualidade do cuidado prestado, por meio da análise do cuidado oferecido, discussão de evidências científicas clínicas sobre o assunto e comparação dos resultados após a implementação do cuidado com as novas evidências (CÔRTEZ et al., 2015).

Por outro lado, apesar de o enfermeiro reconhecer as melhores práticas, a autonomia da mulher deve ser respeitada no que se refere ao cuidado com seu próprio corpo. Além disso, o profissional de saúde deve praticar o ato do aconselhamento, e não dizer à mulher o que fazer, a menos de que seja solicitado que o mesmo diga sua preferência de maneira explícita. O aconselhamento é uma intervenção ligada à escuta ativa, à busca pela compreensão dos sentimentos da mulher, ao ato de oferecer ajuda para o planejamento materno e à tomada de decisões, ajudando-a a lidar com pressões, melhorando sua autoconfiança e autoestima (BUENO; TERUYA, 2004).

2.6 Mitos sobre aleitamento materno

Entre os fatores que interferem no aleitamento materno, os mitos ocupam lugar de destaque, pois muitos deles podem levar ao desmame precoce. O mito do “leite fraco” ou leite insuficiente para satisfazer o bebê, são gerados da insegurança da mãe sobre a qualidade de seu leite. Culturalmente, o choro do bebê está associado à essa insegurança, pois o choro é relacionado à fome e problemas na produção do leite (VASCONCELOS;

BARBOSA; GOMES, 2020; FEITOSA et al., 2020).

A produção insuficiente de leite materno em mulheres saudáveis é uma ocorrência rara na literatura. Porém, de fato, quando a mulher está insegura sobre a amamentação, o reflexo de ejeção pode não ocorrer, devido à produção de cortisol, hormônio antagonista da ocitocina, responsável pela ejeção do leite (AMARAL et al., 2020).

Por outro lado, a maioria das mães que alegam que o seu leite é fraco, não compreendem a bioquímica do mesmo. Ao visualizar o leite mais claro no início da mamada, associam a água ou a um líquido sem nutrientes. Porém, é necessário tranquilizar essas mulheres, trazendo informações acerca da composição do leite e da propriedade de adaptação do mesmo ao tamanho do bebê e aos períodos do dia (SIMÕES et al., 2015).

A introdução de alimentos líquidos ou sólidos antes de seis meses também influencia para o desmame precoce, pois resulta em redução da lactação (VASCONCELOS; BARBOSA; GOMES, 2020). A falta de conhecimento sobre o que é aleitamento exclusivo também influencia para a inserção de outros alimentos na dieta do lactente, muitas mães o fazem acreditando seguir a recomendação de AME até os seis meses de vida (FEITOSA et al., 2020).

A influência negativa exercida por pessoas que fazem parte do vínculo social, como é o caso da avó, que muitas vezes imprimem seus conceitos sobre o aleitamento na lactente, é outro ponto importante. Oferecer água e alimentos ao bebê antes do sexto mês, inclusive na ausência da mãe, que geralmente está trabalhando, são atitudes comuns dos avós. Em algumas culturas, a avó tem uma forte influência sobre os outros membros da família, principalmente no que se refere ao “bom ou ruim”. O uso de chás também é muito difundido pelas avós, porém muitas vezes de maneira equivocada, pois o chá deve ser ofertado à lactante, e não ao bebê (ANGELO et al., 2020). Outros mitos referem-se à concepção de que a fórmula é melhor ou igual ao leite materno ou de que o leite materno não é suficiente para a nutrição adequada do bebê durante os 6 primeiros meses de vida (SIMÕES et al., 2015).

2.7 Aleitamento materno exclusivo e sustentabilidade

O aleitamento materno é uma forma de alimentação totalmente sustentável, considerando que não é necessário ser embalado ou aquecido – o alimento já vem pronto para ser consumido pelo bebê. Além disso, a prática do aleitamento materno exclusivo nos seis primeiros meses descarta a utilização de mamadeiras e de fórmulas industrializadas, em que os recursos não renováveis são amplamente utilizados, a começar pelas embalagens e meio de transporte deste material. Outro fator importante é o destino final desse material, que geralmente fica acumulado em aterros sanitários. Apesar de ser um benefício inquestionável, o aleitamento materno como uma prática sustentável é quase nunca citado pelos profissionais de saúde que orientam as gestantes e nutrizes (ABREU et al., 2019).

O aleitamento materno é também sustentável no sentido de que reduz os gastos financeiros, com fórmulas, mamadeiras, idas ao médico, compra de medicações para tratar infecções, por exemplo. O que resulta em melhor qualidade de vida para a família, principalmente aquela com pouca renda (BRASIL, 2015).

Tomando por base as vantagens citadas anteriormente neste trabalho, os achados de uma pesquisa publicada pela revista britânica *The Lancet*, apontam que as perdas econômicas decorrentes da não amamentação correspondem a cerca de 302 bilhões de dólares anuais, significando 0,49% do PIB de todos os países, somando-se a isso danos incalculáveis ao planeta decorrentes do déficit de inteligência. A pesquisa foi realizada com pesquisadores de vários países (SILVA; GIUGLIANE, p. 2).

Diferentemente de fórmulas e leites artificiais, o leite materno é um alimento “renovável”, produzido e fornecido sem poluição, embalagens e desperdícios. Além do que não é predatório de recursos naturais, pois, economiza energia, água e não polui rios e oceanos, nem prejudica a vida marinha. Dispensa também a produção leiteira e evita resíduos, contribuindo para a emissão de menos gás metano, tão abundante em aterros sanitários e lixões e gerador de desequilíbrio com resultado direto no efeito estufa. A amamentação e sua contribuição para a sustentabilidade ambiental e segurança alimentar precisam, portanto, ser seriamente consideradas para o desenvolvimento de metas climáticas inteligentes (SILVA; GIUGLIANE, 2016, p. 2).

Nesse sentido, a amamentação deve ser estimulada em diversos contextos, de riqueza ou pobreza, uma vez que contribui de maneira inestimável para as sociedades e para um mundo sustentável. Toda gestante e nutriz deve compreender o bem que pode fazer para seus filhos e para um mundo sustentável, por meio do ato da amamentação.

2.8 O uso da tecnologia para fins educativos em períodos críticos

Atualmente, o mundo vive uma pandemia de Covid-19, causada pelo vírus SARS-CoV-2, originário da China Continental em meados de dezembro de 2019. O vírus chegou de maneira rápida a diversos continentes, ocasionando milhares de mortes e diversos problemas nos sistemas de saúde de vários países, como a superlotação devido ao grande número de casos que necessitavam de cuidados médicos em um curto período de tempo.

Estas circunstâncias levaram à adoção de medidas de caráter emergencial, como o afastamento social, com decorrente fechamento de serviços considerados “não essenciais”, para redução da curva de contágio. Empresas começaram a priorizar o trabalho em *home office*, buscando minimizar os impactos econômicos de tais medidas. No Brasil, os postos de saúde, clínicas e outras entidades que prestam atendimento primário reduziram seu contingente para operar com maior segurança. Os atendimentos foram em sua maior parte suspensos, sendo mantidos apenas aqueles considerados de extrema necessidade. Nesse sentido, os grupos de gestantes, e as orientações anteriormente fornecidas por meio de sala de espera, passaram a ser realizados durante as consultas, que já detinham um tempo curto para a realização de todos os cuidados.

Dessa forma, a tecnologia passou a protagonizar um grande papel no que se refere à educação à distância. Os aplicativos começaram a ser ainda mais utilizados para a realização de reuniões, bem para fins educativos, mediante a substituição de aulas presenciais pelo ensino à distância (EaD) durante a pandemia de covid-19 (SANTOS JÚNIOR; MONTEIRO, 2020).

Dadas as circunstâncias de afastamento social, a orientação é de que as pessoas fiquem em casa o máximo que possam. Porém, estratégias devem ser pensadas para que a educação em saúde continue a ser realizada. Dessa forma, aplicativos confiáveis que tratam sobre assuntos de saúde se constituem em importantes veículos de educação e para a comunicação entre profissionais e pacientes.

Além disso, a promoção ao aleitamento materno exclusivo até os seis meses de idade é ainda mais necessária agora, uma vez que os pontos de atendimentos de urgência e emergência têm sido evitados. Logo, com a prevenção de outras doenças no recém-nascido, como infecções, distúrbios alimentares e maior desconforto do bebê – decorrentes da inserção de itens precoces na alimentação da criança – será reduzida também a procura por estes ambientes, que podem se tornar disseminadores do Covid-19.

3 | METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas: a primeira, revisão integrativa de abordagem metodológica qualitativa, uma vez que busca elaborar um instrumento tecnológico para facilitar a comunicação entre enfermeiro e lactante. Conforme Leopardi (2002), na pesquisa qualitativa não se usa medidas precisas, e não está focalizada em contar o número de vezes que esta variável aparece, mas o que ela representa.

A revisão integrativa é um método de pesquisa que busca realizar um levantamento sobre o conhecimento atual a respeito de uma determinada temática, por meio da análise de estudos independentes sobre o assunto. Conforme Souza, Silva e Carvalho (2010), deve ser realizada por meio de seis fases: elaboração da pergunta norteadora; busca ou amostragem na literatura; coleta de dados; análise crítica dos estudos incluídos; discussão dos resultados; apresentação da revisão integrativa.

Para atender aos objetivos propostos, foi elaborado um estudo de abordagem qualitativa, de caráter descritivo e explicativo, por meio da revisão integrativa da literatura (RIL). Foram utilizadas publicações nacionais e internacionais em periódicos de representatividade na área de enfermagem e tecnologia da informação, indexados à Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), dentro do período de tempo delimitado para esta pesquisa, de 2015 a 2019, com análise dos seguintes descritores: Aleitamento materno (Breastfeeding); msaúde (*mHEALTH*) ou telessaúde; Tecnologia da Informação (Information Technology).

Foram realizadas duas entradas na BVS, sendo a primeira com os Descritores em

Ciências da Saúde (DeCS): aleitamento materno, msaúde ou telessaúde, que resultaram em 22 publicações após aplicados os critérios de inclusão citados acima. Destes, foram selecionados 10 estudos que resultaram após a aplicação dos critérios de exclusão. A segunda entrada na BVS ocorreu com os descritores: aleitamento materno e tecnologia da informação, que resultaram em 04 estudos após a aplicação dos critérios de inclusão. No entanto, os 04 estudos foram excluídos na fase de aplicação dos critérios de exclusão. Sendo assim, os 10 estudos identificados na primeira busca compuseram a amostra final da RIL (fluxograma 1).

A segunda etapa trata-se de uma inovação incremental, que é a “inovação de melhora em um processo já implantado”. Quando melhoramos um ponto de um processo ou adicionamos novos recursos (tecnológicos ou não) a um produto existente, temos uma inovação incremental. É o tipo de inovação mais presente no mercado tecnológico atualmente. Dividida em quatro fases:

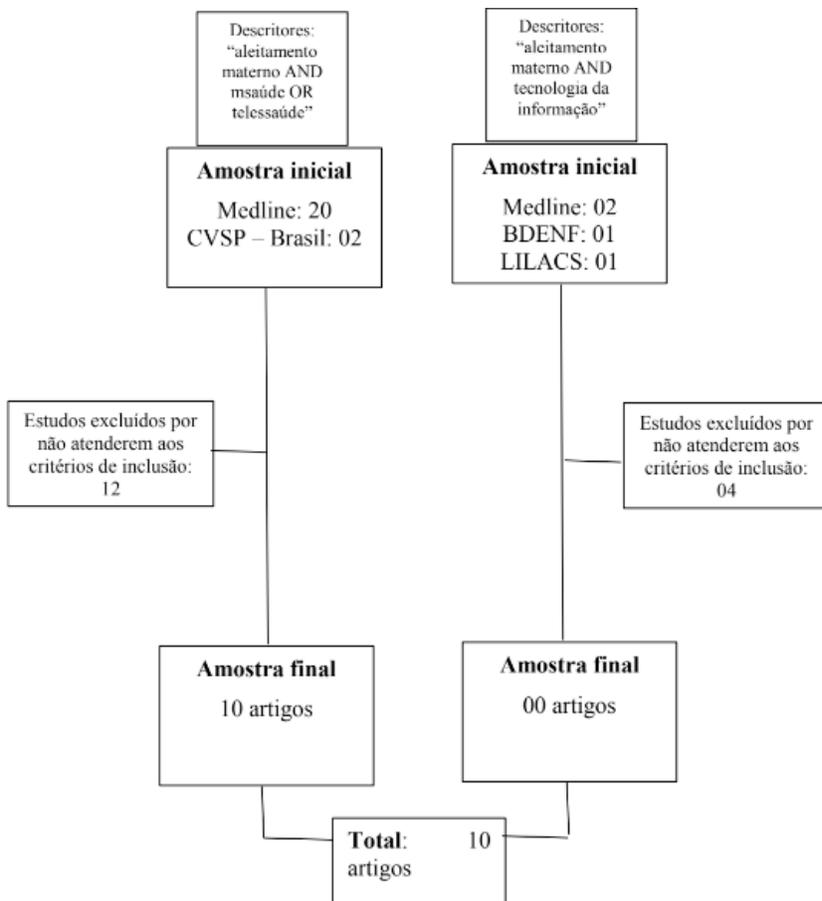
Fase 1: Levantamento das etapas do processo;

Fase 2: Definição dos *Mockups* (Telas) do aplicativo (APP);

Fase 3: Criação das artes do APP (*concept art*); e,

Fase 4: Implantação do protótipo do APP na plataforma FIGMA.

Nesse sentido, a autora desenvolveu um app destinado a responder às perguntas mais frequentes sobre amamentação, com abordagem de definições e vantagens, além de podcasts sobre vários tópicos relacionados ao assunto, conforme identificados na literatura. Após finalizado, o app será disponibilizado nos sistemas Android e iOS, por meio das lojas *Play Store* e *Apple Store*, sem custos para os usuários, e mantido inicialmente por meio de conta ativa da pesquisadora nessas lojas digitais.



Fluxograma 1 – Buscas na base de dados da BVS. Teresópolis - RJ, Brasil, 2020.

4 | RESULTADOS

A análise dos estudos incluídos (tabelas 1, 2 e 3), permitiu a identificação de três principais grupos de *mHEALTH* que foram usados para promover a amamentação e favorecer a comunicação entre enfermeiro e lactante: I. Mensagens de texto; II. Chamadas telefônicas; III. Monitoramento online.

4.1 Mensagens de texto

O uso de serviço de mensagens curtas (SMS, do inglês *Short Message Service*), unidirecional e bidirecional melhorou as práticas de AME. As mensagens automatizadas enviadas pelo sistema foram de abordagem personalizada, de cunho educacional e de aconselhamento, apropriadas para a idade gestacional. A enfermeira aconselhou as participantes a enviar SMS com dúvidas ou preocupações e estava disponível diariamente para responder as dúvidas. Entre as limitações, pontuou-se não ter sido um estudo

cego, o que pode ter gerado um viés de desempenho maior, do que se assim o fosse. Ademais, os resultados foram obtidos por auto relato, o que pode ter introduzido um viés de conveniência social em todos os três braços do estudo. Os autores afirmaram que as intervenções de saúde móvel que promovem o envolvimento no cuidado dependem parcialmente de sistemas de saúde de alta qualidade para obter bons resultados. Por outro lado, os autores afirmaram que a comunicação bidirecional pode ter sido eficaz para reduzir visitas desnecessárias ou agilizar as visitas críticas, reduzindo os custos para a família e o sistema de saúde (UNGER et al., 2018).

Autor/Ano	Revista/Base de dados	Metodologia	Evidências
Lau et al (2015).	<i>Maternal & Child Nutrition/</i> MEDLINE	Metanálise.	As tecnologias eletrônicas melhoraram significativamente o início da amamentação exclusiva, bem como a amamentação exclusiva em 4 semanas e 6 meses, a atitude de amamentar e conhecimento sobre amamentação.
Lee et al. (2016).	<i>Journal of Global Health/</i> MEDLINE	Metanálise.	Três estudos apontaram melhora nas taxas de AM em uma hora após o nascimento e AME por três, quatro e seis meses.
Harari et al. (2017).	<i>Maternal & Child Nutrition/</i> MEDLINE	Estudo piloto.	O envio de mensagens de texto promoveu o contato precoce entre mães e profissionais em 48 horas pós-parto. Em duas semanas, as taxas de AME foram 50% em relação a 31,8% do grupo controle.
Hmone et al. (2016).	<i>BMC Medical Informatics and Decision Making/</i> MEDLINE	Estudo formativo.	Todas as mulheres possuíam telefones celulares e preferiam receber mensagens de texto de 2 a 3 vezes por semana, à noite. Com base nos achados da entrevista foi possível desenvolver mensagens e determinar a modalidade adaptados com a gestação e idade da criança.
Prieto, Zuleta e Rodríguez (2016).	<i>Journal of the American Medical Informatics Association/MEDLINE</i>	Estudo Piloto de avaliação de Impacto e acompanhamento qualitativo.	Foram enviadas mensagens de texto para telefones celulares. Foram encontradas relações significativas entre os membros do grupo e as mudanças no conhecimento e no comportamento auto relatado.
Schindler-Ruwisch et al. (2018).	<i>Journal of Human Lactation/MEDLINE</i>	Análise de conteúdo de programas <i>mHEALTH</i> .	Os apps analisados eram voltados principalmente para mulheres no pós-parto. Programas de mensagem de texto eram direcionados a gestante e puérperas, com interatividade bidirecional.
Unger et al. (2018).	<i>An International Journal of Obstetrics and Gynecology/MEDLINE</i>	Estudo randomizado controlado.	A probabilidade de AME foi maior no braço SMS unidirecional às 10 e 16 semanas, e no braço SMS bidirecional às 10, 16 e 24 semanas.

Tabela 1 - Principais dados dos estudos incluídos na análise. Teresópolis – RJ, Brasil, 2020.

Vinte mulheres grávidas de etnia indiana e chinesa, e familiares, apontaram que quando não são bem informadas, tendem a introduzir outros tipos de alimentos antes de seis meses completos do bebê, como água, mel, fórmula infantil e alimentos semissólidos. Apesar de entenderem o leite materno como uma boa fonte nutricional para bebês, havia uma compreensão limitada sobre o AME. Entre as barreiras para AME até os seis meses, foram identificados a percepção errônea de que o leite materno por si só não é suficiente para fornecer todos os nutrientes que o bebê precisa nos seis primeiros meses, suprimento insuficiente de leite ou problemas mamários, retorno ao trabalho e as influências das avós. Apesar de não terem muita vivência com tecnologias, os participantes deste estudo estavam dispostos a receber SMS duas a três vezes por semana com conteúdo de educação em saúde. Alguns disseram estar dispostos a pagar certo valor para obter informações sobre saúde. Entre as barreiras percebidas para esse tipo de intervenção foram citados as redes móveis não confiáveis, a acessibilidade do aparelho, o tempo necessário para envio de SMS, a disposição dos destinatários para ler o SMS, se houver muitas mensagens e a possibilidade de alterar os números de telefone em seis meses (HMONÉ et al., 2016).

Foram desenvolvidas mensagens de texto com base na Web, memória somente leitura de CD, avisos eletrônicos e intervenções interativas de agentes de computador para promover e apoiar a amamentação. Evidenciou-se que o uso de tecnologias eletrônicas melhorou significativamente vários aspectos da amamentação exclusiva, como o início e o conhecimento sobre amamentação (LAU et al., 2015).

Uma intervenção nomeada “*Texting Can Help*” foi criada para avaliar as taxas de contato precoce pós-parto e AME com duas semanas pós-parto. Foram enviadas mensagens de texto para 30 mulheres, com conteúdo educacional e de aconselhamento. Observou-se que o contato entre mães e profissionais em 48 horas pós-parto foi maior no grupo de mensagens de texto. Também o AME em duas semanas pós-parto foi atingido em 50% do grupo de intervenção, em comparação a 31,8% no grupo controle (HARARI et al., 2017).

Por meio de um banco de dados internacional, foi avaliada a eficácia das intervenções em *mHEALTH* para saúde materna em países de baixa e média renda. Os estudos sobre alimentação infantil, os quais utilizaram como intervenções o envio de SMS para telefone celular obtiveram como melhora as taxas de aleitamento materno dentro de uma hora de vida, bem como as taxas de AME por três, quatro e seis meses. No entanto, os autores afirmaram que a maioria dos estudos sobre o assunto aplicados a países de baixa e média renda é de baixa qualidade metodológica, o que requer a execução de estudos mais bem delineados para comprovações definitivas (LEE et al., 2016).

Na Guatemala, avaliou-se a eficácia do envio de mensagens de texto para aparelhos celulares, no que se refere à prática da amamentação. Foram enviadas 3665 mensagens de texto para 78 gestantes com oito meses ou mais de gestação, com conteúdo como prática da amamentação, preocupações com a saúde e questões emocionais. Observou-

se que houve aumento do nível de conhecimento (60%). Entre as que afirmaram terem melhorado o conhecimento sobre AME (n=28), 89% (n=15) relataram estar em AME no final do estudo (PRIETO; ZULETA; RODRÍGUEZ, 2017).

Foram identificados apps e programas de mensagem de texto voltados para amamentação, nas lojas digitais *iTunes* e *Google Play* e na plataforma PubMed, A maioria dos apps foram direcionados para puérperas, focaram a duração da amamentação, incluíram informações sobre solução de problemas, apenas 10% deles foram adaptáveis ou personalizáveis e interativos. Por outro lado, os programas de mensagens de texto foram voltados para gestantes e puérperas, forneciam principalmente suporte informativo, eram pró-amamentação, focavam tanto o início quanto a duração da amamentação, 50% tinham interatividade bidirecional e 42% foram personalizados (SCHINDLER-RWISCH et al., 2018).

4.2 Chamadas telefônicas

Sobre o uso de chamadas telefônicas, um estudo australiano pontuou que as linhas telefônicas que fornecem contato especialista em enfermagem 24 horas por dia apresentam uma fonte de apoio imediato às mulheres que enfrentam desafios com a amamentação e podem servir para prolongar a duração da amamentação, criando auto eficácia. O estudo foi realizado com doze enfermeiros com pós-graduação em obstetrícia e/ou saúde infantil. Foram registradas no total 723 ligações telefônicas para a Linha de Saúde da Criança 24 horas, sendo 149 delas solicitações de apoio à amamentação. Destas, 60 chamadas entre enfermeiras e mães estavam disponíveis para análise detalhada. Observou-se que a auto eficácia cognitiva, emocional e total da amamentação melhorou entre a abertura e o fechamento da chamada, com ganhos significativos nos domínios de auto eficácia emocional e cognitiva. A auto eficácia comportamental teve uma melhora não significativa (THORPE et al., 2018).

Ainda, o conteúdo analisado das 149 chamadas telefônicas, evidenciou que as respostas dadas pelos enfermeiros que atenderam às ligações serviram para construir a auto eficácia. Estas respostas referiram-se a privilegiar a mãe, o trabalho em equipe e a afirmação credível. Respostas pragmáticas à solução de problemas foram eficazes para mães que não conseguiram criar a auto eficácia. As linhas telefônicas têm potencial para aumentar a confiança das mães e sustentar a amamentação quando houver um pedido de ajuda (GALLEGOS; CROMACK; THORPE, 2018).

Autor/Ano	Revista/Base de dados	Metodologia	Evidências
Gallegos, Cromack e Thorpe (2018).	<i>Journal of Child Health Care</i> /MEDLINE	Estudo qualitativo.	As respostas dos enfermeiros durante as chamadas telefônicas serviram para construir a auto eficácia.
Thorpe et al. (2018).	<i>Maternal and Child Health Journal</i> /MEDLINE	Estudo quantitativo.	Entre as ligações realizadas, 53% apresentaram melhora, 25% não apresentaram alterações e 22% apresentaram redução na auto eficácia em amamentar.

Tabela 2 – Principais dados dos estudos incluídos na análise. Teresópolis – RJ, Brasil, 2020.

4.3 Monitoramento online

Um estudo randomizado controlado foi incluído nesta categoria (tabela 3).

Autor/Ano	Revista/Base de dados	Metodologia	Evidências
Ahmed et al. (2016).	<i>Journal of Obstetric, Gynecologic & Neonatal Nursing</i> /MEDLINE	Estudo randomizado controlado.	Houve diferença significativa nos resultados da amamentação em 1,2 e 3 meses, entre o grupo controle e o grupo de intervenção.

Tabela 3 - Principais dados dos estudos incluídos na análise. Teresópolis – RJ, Brasil, 2020.

Avaliou-se a eficácia de um sistema de monitoramento interativo da amamentação na Web, com resultados formidáveis. Enquanto o grupo controle seguiu o protocolo padrão do hospital, o grupo de intervenção teve acesso a um sistema de monitoramento interativo online da amamentação. Foi solicitado o registro dos dados da amamentação, fraldas molhadas e sujas do RN por 30 dias no sistema. O sistema enviava notificações automáticas com intervenções personalizadas, nos casos em que a mãe inseria dados que denotavam problemas com a amamentação. Além disso, os dois grupos responderam uma pesquisa de acompanhamento online com 1, 2 e 3 meses para avaliar os resultados da amamentação e depressão pós-parto. Referente à amamentação, os membros do grupo de intervenção tiveram maiores taxas de aleitamento materno exclusivo, sendo que no final do 3º mês, 84% do grupo de intervenção estava amamentando, enquanto 66% do grupo controle o fazia. Nesse sentido, o sistema de monitoramento interativo pode ser eficaz para melhorar a duração, intensidade e exclusividade da amamentação (AHMED et al., 2016).

5 | DISCUSSÃO

Os resultados da revisão integrativa evidenciam diversas possibilidades em *mHEALTH*, que permitem a comunicação do enfermeiro com a gestante ou lactente. A maior parte dos estudos abordaram o uso de SMS ou mensagens de texto para a continuidade do cuidado (n= 7), seguido por uso de chamadas telefônicas (n=2) e monitoramento online

(n=1). Evidenciou-se que as tecnologias *mHEALTH* estão sendo cada vez mais utilizadas para promover e manter a amamentação.

O SMS é um instrumento que requer poucos recursos para ser utilizado, geralmente apenas um aparelho celular, sem necessidade de acesso à internet e um pacote de mensagens. Os estudos (UNGER e tal., 2018; HARARI et al., 2017; LEE et al., 2016; PRIETO; ZULETA; RODRÍGUEZ, 2017) que apontaram o uso deste recurso demonstraram bons resultados em promover e manter a amamentação, principalmente quando foi possível que as participantes interagissem com os enfermeiros (UNGER et al., 2018). O SMS possui bom custo benefício, com várias possibilidades de custeio. Em regiões de condições socioeconômicas precárias, e áreas rurais, esta ferramenta pode ser utilizada com resultados promissores (HMONE et al., 2016). Por outro lado, deve-se checar a disponibilidade e recursos das mães que receberão as mensagens, para uma melhor eficácia das mesmas.

Em países mais desenvolvidos, é possível utilizar outros formatos para enviar as mensagens de texto. No Brasil, por exemplo, o SMS convencional deu lugar ao WhatsApp, um app de mensagens instantâneas. Para utilizá-lo, é preciso apenas de uma rede de internet e um aparelho celular. A vantagem de uso do WhatsApp é a possibilidade de interação mais precisa e instantânea (KAKUSHI; ÉVORA; PEREIRA, 2020; BOCZEK; KOOPERS, 2020). Além disso, é possível compartilhar fotos, áudio, vídeos e outros recursos, que poderiam facilitar o aconselhamento, acompanhamento e manutenção da amamentação. Um estudo da *Yale University* apontou também que mensagens de texto bidirecionais fornecem um método imediato e eficaz de comunicação entre as mães e os profissionais de aconselhamento em amamentação (MARTINEZ-BROCKMAN et al., 2019).

Outros aplicativos voltados para a amamentação estão disponíveis em lojas digitais, porém a maioria deles é direcionado para puérperas, têm poucas possibilidades de personalização e interatividade, além de serem mais voltados para a informação geral, do que para a resolução de problemas e preparo para a amamentação. Nesse ponto, os aplicativos de envio de mensagem de texto são mais eficazes por permitirem maior interatividade entre a mulher e o enfermeiro (SCHINDLER-RWISCH et al., 2018). Além disso, por ser o aleitamento materno um processo fisiológico complexo, para o qual se requer certo conhecimento desde a gestação (WAGNER et al., 2020), é necessário que não apenas puérperas, mas também gestantes tenham a acesso a esses aplicativos.

Dois estudos abordaram o uso de chamadas telefônicas para a promoção e manutenção da amamentação. Ambos os estudos foram realizados na Austrália e estão inter-relacionados. Enquanto o primeiro avaliou a melhora na autoeficácia da amamentação em uma linha telefônica, o segundo avaliou as respostas dadas pelos enfermeiros que atendiam as chamadas, por meio de uma Linha de Saúde da Criança 24 horas. Juntos, os estudos apontaram que houve melhora na auto eficácia e na manutenção da amamentação e que as respostas dadas pelos enfermeiros foram preponderantes para isso (THORPE et

al., 2018; GALLEGOS; CROMACK; THORPE, 2018).

A auto eficácia materna está intimamente ligada ao sucesso da amamentação. Mulheres que possuem alta auto eficácia apresentam menos dificuldade para amamentar no pós-parto (UCHOA et al., 2016). Isso porque acredita que possui conhecimento e habilidades suficientes para amamentar seu filho com sucesso. Por outro lado, quando a auto eficácia está baixa, há uma insegurança que gera a produção de cortisol, o qual é antagonista da ocitocina. Assim, além de problemas na ejeção do leite, pode haver outros problemas para amamentar incluindo a posição inadequada, redução do limiar de dor, lesões e outros (SOUZA et al., 2020).

Um estudo realizado em Bangladesh apontou que uma combinação entre o apoio hospitalar e aconselhamento por telefone celular, através de chamadas telefônicas, na comunidade aumentou as taxas de AME após o parto (JERIN et al., 2020). Outro estudo apontou que o aconselhamento pré-natal pode aumentar a auto eficácia materna da amamentação durante o período pós-parto (SHAFAEI; MIRGHAFOURVAND; HAVIZARI, 2020).

Por fim, o estudo que abordou monitoramento online, por meio de computador ou smartphone, também apresentou bons resultados na amamentação. Observou-se que o sistema utilizado era personalizável, e enviava para as mães apenas aquilo que era necessário para seu caso (AHMED et al., 2016). Tendo em vista que o puerpério é um período de adaptações e de intensas mudanças no corpo da mulher, que acontecem em um curto período de tempo (SANTOS; SILVA NETO, 2020), é compreensível que oferecer informações sem discriminação não será um meio eficaz para promover e manter a amamentação. Por isso, a personalização do recurso tecnológico utilizado é importante, uma vez que facilita a absorção do conhecimento e das formas de resolução do problema pela puérpera.

Entre as limitações deste estudo, podem ser citados a escassez de estudos prévios com métodos similares para comparações de resultados; a realização da pesquisa apenas nas bases de dados indexadas à BVS – talvez a busca por estudos em outras bases de dados resultassem em mais dados sobre o assunto, com resultados diferentes; logo, a não realização da revisão com todo o material já publicado sobre o assunto, mas com aqueles estudos que puderam ser encontrados. Muitos estudos disponíveis em bases de dados apresentam links quebrados, o que impede o pesquisador de alcançar esses artigos.

5.4 Protótipo desenvolvido - *Baby's day to day*

Com o amplo crescimento tecnológico, os dispositivos móveis estão se tornando cada vez mais indispensáveis em nosso cotidiano atual. Em consequência deste fator, os smartphones ganharam grande importância no mercado atual, sendo objeto de consumo de uma a cada cinco pessoas no mundo (HEGGESTUEN, 2013).

Para a proposta deste trabalho foi utilizada a plataforma de prototipagem FIGMA

(FIGMA, 2020), responsável pela montagem das telas do aplicativo, listadas nas Figuras 01 à 08.



Figura 01- Tela de boas-vindas do aplicativo.

Fonte: Próprio autor.



Figura 02 - Menu principal aplicativo.

Fonte: Próprio autor.



Figura 03 - Menu com informações sobre amamentação.

Fonte: Próprio autor.



Figura 04 - Menu com informações sobre mitos populares.

Fonte: Próprio autor.

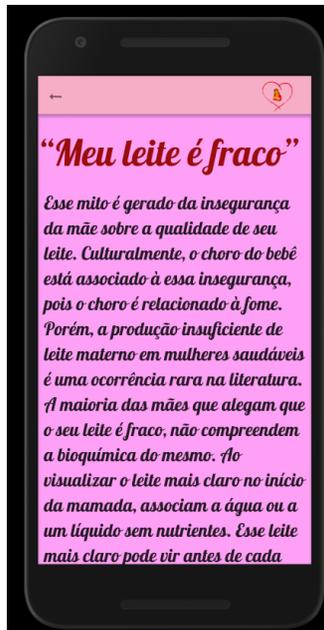


Figura 05 - Tela com texto de informações.

Fonte: Próprio autor.



Figura 06 - Menu para escolha de informações sobre o leite materno.

Fonte: Próprio autor.



Figura 07 - Tela com indicação de Podcasts.

Fonte: Próprio autor.



Figura 08 - Tela com indicação de Músicas.

Fonte: Próprio autor.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aleitamento materno é uma importante forma de promoção da saúde. Deve ser protegido e promovido, de forma que a mulher se sinta segura para amamentar seu filho, com consciência de estar fazendo o melhor para ele. Para isso, devem ser utilizadas todas as formas possíveis que estejam ao alcance dessa mulher, quer seja o contato próximo, quer seja por recursos tecnológicos.

Diante dos resultados evidenciados, é possível inferir que os *mHEALTH* já desempenham um papel relevante no que se refere à promoção, manutenção e correção de problemas na amamentação, bem como facilitam a comunicação entre o enfermeiro e a mulher. Atualmente, devido à pandemia de COVID-19, muitos profissionais de saúde estão necessitando utilizar outras formas de atendimento e isso inclui o atendimento remoto, o que pode gerar estudos sobre o assunto em diversas áreas, incluindo na área de amamentação. Conclusões mais acertadas devem ser tomadas diante da realização de mais estudos sobre o assunto, principalmente sobre a eficácia das chamadas telefônicas e monitoramento online.

Desta forma, o uso da ferramenta de mensagens de texto, é eficaz para promover o AME, favorecendo a comunicação entre o enfermeiro e a gestante ou puérpera. Todavia, quando o recurso é utilizado de maneira unidirecional, é importante manter o recurso sempre atualizado, haja vista a necessidade de um *feedback*.

Considerando os resultados na revisão integrativa, foi possível desenvolver um instrumento que atende à função de educação em saúde, a fim complementar à consulta de enfermagem, buscando manter a amamentação em períodos críticos, de dúvidas, angústias e medos, colaborando para a redução do desmame precoce no país.

Espera-se utilizar esse recurso em prol da saúde pública, com vistas a viabilizar formas de promoção ao aleitamento materno através de um *click*, firmando assim, uma conexão produtiva nesta nova sociedade em rede que se formou atualmente, a Galáxia da *Internet*.

REFERÊNCIAS

ABREU, A. D. et al. O aleitamento materno e seu impacto social. **Revista da JOPIC**, v. 2, n. 5, 2019. Disponível em: < revista.unifeso.edu.br/index.php/jopic/article/view/1884/736 > Acesso em: 12 mai. 2020.

AHMED, A. H. et al. The effect of interactive web-based monitoring on breastfeeding exclusivity, intensity, and duration in healthy, term infants after hospital discharge. **Journal of Obstetric, Gynecologic & Neonatal Nursing**, v. 45, n. 2, p. 143-154, 2016.

ALMEIDA, J.A.G. **Amamentação**: um híbrido natureza-cultura [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1999. 120 p. ISBN: 978-85-85239-17-4. Available from SciELO Books.

AMARAL, S. A. do et al. Intenção de amamentar, duração do aleitamento materno e motivos para o desmame: um estudo de coorte, Pelotas, RS, 2014. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 29, p. e2019219, 2020. Disponível em: < <https://www.scielo.org/article/ress/2020.v29n1/e2019219/pt/>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

AMORIM, M. M.; ANDRADE, E. R. Atuação do enfermeiro no PSF sobre o aleitamento materno. **Perspectivas Online**, Volume 3, número 9, 2009. Disponível em: <www.perspectivasonline.com.br>. Acesso em: 20 jun. 2020.

ANDRADE, H. S.; PESSOA, R. A.; DONIZETE, L. C. V. Fatores relacionados ao desmame precoce do aleitamento materno. **Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade**, v. 13, n. 40, p. 1-11, 2018. Disponível em: < <https://rbmfc.org.br/rbmfc/article/view/1698/909>>. Acesso em: 19 mai. 2020.

ANGELO, B. H. B. et al. Conhecimentos, atitudes e práticas das avós relacionados ao aleitamento materno: uma metassíntese. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 28, 2020. Disponível em: < https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-11692020000100600&script=sci_arttext&tlng=pt> Acesso em: 20 ago. 2020.

AZEVEDO, D. S. et al. Conhecimento de primíparas sobre os benefícios do aleitamento materno. **Revista da Rede de Enfermagem do Nordeste**, v. 11, n. 2, p. 53-62, 2010. Disponível em: < <https://www.redalyc.org/pdf/3240/324027970006.pdf>> Acesso em: 11 mai. 2020.

BARREIRA, S. M. C.; MACHADO, M. F. A. S. Amamentação: compreendendo a influência do familiar. **Acta Scientiarum Health Sciences**, Maringá, v. 26, n. 1, 2004. Disponível em <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciHealthSci/article/view/1606>. Acesso em: 15 junho. 2017.

BRANDEN, P.S. *Enfermagem Materno-infantil*. [trad] 2ª ed. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso, p. 286 – 314, 2000.

BOCZEK, K; KOPPERS, L. What's New about Whatsapp for News? A Mixed-Method Study on News Outlets' Strategies for Using WhatsApp. **Digital Journalism**, v. 8, n. 1, p. 126-144, 2020. Disponível em: < <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21670811.2019.1692685>> Acesso em: 28 jul. 2020.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Saúde da criança: aleitamento materno e alimentação complementar** / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – 2. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 184 p.: il. – (Cadernos de Atenção Básica; n. 23), 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistemas de Informação em Saúde**. 2020. Disponível em: < <https://www.saude.gov.br/gestao-do-sus/programacao-regulacao-controle-e-financiamento-da-mac/sistemas-de-informacao-em-saude>> Acesso em: 22 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Regulação, Avaliação e Controle. **Sistemas de Informação da Atenção à Saúde: Contextos Históricos, Avanços e Perspectivas no SUS**. Organização Pan-Americana de Saúde: Brasília, 2015. Disponível em:< <https://drive.google.com/file/d/0B1I5ePAMc8c4bFZGY2c2cGVvUTQ/view>> Acesso em: 22 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Saúde da criança: aleitamento materno e alimentação complementar**. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2015. 184 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas e Estratégicas. **Pesquisa de Prevalência de Aleitamento Materno em Municípios Brasileiros**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2010. Disponível em: <<http://www.redeblh.fiocruz.br/media/pamuni.pdf>> Acesso em: 19 mai. 2020.

BÉRTOO, H.; LEVY, L. Manual de Aleitamento Materno. 1ª ed. **Revista Lisboa**: Comité Português para a UNICEF, 43p, 2007.

BOCCOLINI, C. S. et al. Tendência de indicadores do aleitamento materno no Brasil em três décadas. **Revista de Saúde Pública**, v. 51, p. 108, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.org/article/rsp/2017.v51/108/pt/>> Acesso em: 11 mai. 2020.

BOTTORFF, J. L. Persistence in breastfeeding: a phenomenological investigation. **Journal of Advanced Nursing**, 15, 201-209, 1990.

BUENO, L. G. S; TERUYA, K. M. Aconselhamento em amamentação e sua prática. **J. Pediatr.** (Rio J.), Porto Alegre, v. 80, n. 5, supl. p. s126-s130, nov. 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0021-75572004000700003> Acesso em: 12 mai. 2020.

CAMARGO, F. C. et al. Modelos para a implementação da prática baseada em evidências na enfermagem hospitalar: revisão narrativa. **Texto & Contexto-Enfermagem**, v. 26, n. 4, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/tce/v26n4/0104-0707-tce-26-04-e2070017.pdf>> Acesso em: 12 mai. 2020.

CANTILINO, A. et al. Transtornos psiquiátricos no pós-parto. **Rev. Psiq. Clín.**, v.37, n.6, p.278-84, 2010.

CASTRO, L. M. C. P.; ARAÚJO, L. D. S. **Aspectos socioculturais da amamentação**. Aleitamento materno: manual prático. 2. ed. Londrina: PML, 2006, p. 41-49.

CARVALHO, MARCUS RENATO DEGOMES, CRISTIANE F. **Amamentação**. 4. ed. Rio de Janeiro: Grupo Gen - Guanabara Koogan, 2016.

CARVALHO, G. M. **Enfermagem em obstetrícia**. 3. ed. São Paulo: EPU, 2007.

CARVALHO, J. L. et al. Conhecimento das mães sobre aleitamento materno exclusivo e alimentação complementar. **Saúde em Redes**, v. 2, n. 4, p. 383-392, 2016. Disponível em: <<http://revista.redeunida.org.br/ojs/index.php/rede-unida/article/view/794>> Acesso em: 11 mai. 2020.

CÔRTEZ, C. T. et al. Metodologia de implementação de práticas baseadas em evidências científicas na assistência ao parto normal: estudo piloto. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 49, n. 5, p. 716-725, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0080-62342015000500716&script=sci_arttext&lng=pt> Acesso em: 12 mai. 2020.

DANSKI, M. T. R. et al. Importância da prática baseada em evidências nos processos de trabalho do enfermeiro. **Ciência, Cuidado e Saúde**, v. 16, n. 2, 2017. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/CiencCuidSaude/article/view/36304>> Acesso em: 12 mai. 2020.

EUCLYDES, M. P. **Nutrição do Lactente**: base científica para uma alimentação saudável. 3ª ed. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, 548p., 2005.

ELGHOLM JR, H. **Engenharia de Software na Prática**. São Paulo: Editora Novatec, 440 p., 2010.

FEITOSA, R. M. C. et al. Aleitamento materno e fatores associados ao desmame precoce: revisão integrativa: breastfeeding and early weaning-associated factors: integrative review. **Brazilian Journal of Production Engineering-BJPE**, p. 90-106, 2020. Disponível em: < <http://periodicos.ufes.br/BJPE/index>> Acesso em: 20 ago. 2020.

FONSECA-MACHADO, M. O. et al. Aleitamento materno: conhecimento e prática. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 46, n. 4, p. 809-815, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0080-62342012000400004&script=sci_arttext> Acesso em: 15 abr. 2020.

FRANÇA, V. M. et al. Fatores favoráveis à aceitação de aplicativos móveis: um estudo com Alunos de uma instituição pública de ensino. **Sistemas & Gestão**, v. 11, n. 1, p. 120-32, 2016. Disponível em: < <http://revistasg.uff.br/index.php/sg/article/view/1045/422>> Acesso em: 19 abr. 2020.

GALLEGOS, D; CROMACK, C; THORPE, K. J. Can a phone call make a difference? Breastfeeding self-efficacy and nurse responses to mother's calls for help. **Journal of Child Health Care**, v. 22, n. 3, p. 433-446, 2018.

GOMES, R. M.C.M. et al. Café com Saúde: Podcast como Ferramenta de Ensino nos Cursos de Saúde. In: Anais do IV Congresso sobre Tecnologias na Educação. **SBC**, 2019. p. 155-163. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/ctrlr/article/view/8886/8787>> Acesso em: 01 ago. 2020.

GUIMARÃES, C. M. S. et al. Amamentação e tecnologias mHealth: análise dos aplicativos móveis para tablets e smartphones. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v. 20, 2018. Disponível em: < http://deploy.extras.ufg.br/projetos/fen_revista/v20/pdf/v20a28.pdf.> Acesso em: 19 mai. 2020.

HARARI, N. et al. Feasibility and acceptability of a text message intervention used as an adjunct tool by WIC breastfeeding peer counsellors: The LATCH pilot. **Maternal & Child Nutrition**, v. 14, n. 1, p. e12488, 2018.

HMONNE, M. P. et al. A formative study to inform mHealth based randomized controlled trial intervention to promote exclusive breastfeeding practices in Myanmar: incorporating qualitative study findings. **BMC medical informatics and decision making**, v. 16, n. 1, p. 60, 2016.

HEGGESTUEN, John. **One in Every 5 People in The World Own A Smartphone, One in Every 17 Own A Tablet**. Disponível em: < http://www.businessinsider.com/smartphone-and-tablet-penetration-2013-10?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+typepad%2Falleyinsider%2Fsilicon_alley_insider+%28Silicon+Alley+Insider%29> Acesso em: 10 de Setembro de 2020.

Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados – HU-UFGD. **Manual de normas e rotinas de Aleitamento Materno do HU-UFGD/EBSERH**, 2017. 102 páginas. Disponível em: < <http://www2.ebserh.gov.br/documents/16692/3913225/Anexo+Portaria+22+-+GAS+-+manual+de+Aleitamento+Materno.pdf/474cca5c-5bca-45d7-9404-466568935778>> Acesso em: 05 mai. 2020.

ICHISATO, S.M.T; SHIMA, AKK. Revisitando o desmame precoce através de recortes da história. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 10, n.4, p.578-85, 2002.

Internacional Data Corporation Brasil – IDC Brasil. “Estudo da IDC Brasil mostra recorde nas vendas de smartphones no terceiro trimestre de 2014”. 2014. Disponível em: <<http://www.idcbrasil.com.br/releases/news.aspx?id=1777>> Acesso em: 02 fev. 2015.

JERIN, I. et al. Mobile phone support to sustain exclusive breastfeeding in the community after hospital delivery and counseling: a quasi-experimental study. **International Breastfeeding Journal**, v. 15, n. 1, p. 1-11, 2020. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1186/s13006-020-00258-z>> Acesso em: 28 jul. 2020.

JIANG, H. et al. Tackling bufferbloat in 3G/4G networks. In: **Proceedings of the 2012 Internet Measurement Conference**. 2012. p. 329-342. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/2398776.2398810>> Acesso em: 20 abr. 2020.

KAKUSHI, L.E; ÉVORA, Y. D. M; PEREIRA, M. C. A. Uso do facebook e whatsapp em atividades acadêmicas no ensino em enfermagem: Um estudo comparativo. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 3, n. 4, p. 9021-9035, 2020. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJHR/article/view/13701/11472>> Acesso em: 28 jul. 2020.

KEHL, M. R. Lugares do feminino e do masculino na família. In: Comparato, M. C. & Monteiro, D.

S. (Orgs.). **A criança na contemporaneidade e a psicanálise**, v. I. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2001.

LAU, Y.et al. Efficacy of e-technologies in improving breastfeeding outcomes among perinatal women: a meta-analysis. **Maternal & Child nutrition**, v. 12, n. 3, p. 381-401, 2016.

LAURINDO, V. M. et al. Composição nutricional de colostro de mães de recém-nascidos de termo adequados e pequenos para a idade gestacional. II Composição nutricional do leite humano nos diversos estágios da lactação. Vantagens em relação ao leite de vaca. **Pediatria**, São Paulo, v. 14, p. 14-23, 1992.

LEE, S. H.et al. Effectiveness of mHealth interventions for maternal, newborn and child health in low– and middle–income countries: Systematic review and meta–analysis. **Journal of global health**, v. 6, n. 1, 2016.

LEOPARDI, M. T. **Metodologia da Pesquisa na Saúde**. 2. ed. Florianópolis. Pallotti, 2002.

KEMP, S. **Digital in 2017: Global Overview**. 2017. Disponível em: <<https://wearesocial.com/special-reports/digital-in-2017-global-overview>> Acesso em: 19 mai. 2020.

MANGABEIRA, S.B. Benefícios e importância do aleitamento materno. Trabalho de conclusão de curso de especialização em saúde da família. Disponível em <<https://www.nescon.medicina.ufmg.br/biblioteca/imagem/4610.pdf>>. Acesso em Out.de 2019.

MARIN, H. F. Sistemas de informação em saúde: considerações gerais. **Journal of Health Informatics**, v. 2, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.jhi-sbis.saude.ws/ojs-jhi/index.php/jhi-sbis/article/view/4/52>> Acesso em: 21 abr. 2020.

MARTINS, M. Z. Benefícios da amamentação para saúde materna. **Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente**, v. 1, n. 3, p. 87-97, 2013.

MARTINEZ-BROCKMAN, J. L. et al. A qualitative analysis of text message conversations in a breastfeeding peer counselling intervention. **Maternal & Child Nutrition**, v. 16, n. 2, p. e12904, 2020. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/mcn.12904>> Acesso em: 28 jul. 2020.

MEDINA, E. U; PAILAQUILÉN, R. M. B. A revisão sistemática e a sua relação com a prática baseada na evidência em saúde. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 18, n. 4, p. 824-831, 2010. Disponível em: < https://www.scielo.br/pdf/rlae/v18n4/pt_23.pdf> Acesso em: 12 mai. 2020.

MELLO JÚNIOR, W; SANTOS, T.M. Anatomia e fisiologia da lactação. In: CARVALHO, M.R; GOMES, C.F. **Amamentação: Bases Científicas**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. Cap. 1.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Atenção Integrada às Doenças Prevalentes na Infância (AIDIP)**: curso de capacitação: aconselhar a mãe ou acompanhante: módulo 5/ Ministério da Saúde. 2º Edição. Revista, Brasília: Ministério da Saúde, 2002.

MOURA, E.C. Nutrição e bioquímica. In: CARVALHO, M.R; GOMES, C.F. **Amamentação: Bases Científicas**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. Cap. 4.

MUAZE, M. Maternidade silenciada: amas de leite no Brasil escravista, século XIX. In: XAVIER, R.C.L.; OSÓRIO, H. **Do tráfico ao pós-abolição: Trabalho Compulsório e a livre luta por direitos sociais no Brasil**. São Leopoldo: Oikos, 2018. p. 360.

OKUNO, M. F. P; BELASCO, A; BARBOSA, D. Evolução da pesquisa em enfermagem até a Prática Baseada em Evidências. In: BARBOSA, D; TAMINATO, M; FRAM, D; BELASCO, A. **Enfermagem Baseada em Evidências**. 1ª ed. São Paulo: Editora Atheneu, cap.1, p. 1-7, 2014. Disponível em: < <http://site.livrariacultura.com.br/imagem/capitulo/15056076.pdf>> Acesso em: 12 mai. 2020.

OLIVEIRA, S. V. W. B; ARROYO, C. S.; OLIVEIRA, M. M. B. **A Tecnologia de Informação e a Informação na Saúde**. 2004. Disponível em: < <http://telemedicina.unifesp.br/pub/sbis/cbis2004/trabalhos/arquivos/592.pdf>> Acesso em: 22 abr. 2020.

OLIVEIRA, C. S. et al. Amamentação e as intercorrências que contribuem para o desmame precoce. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, v. 36, p. 16-23, 2015. Disponível em: < <https://www.seer.ufrgs.br/RevistaGauchadeEnfermagem/article/view/56766/36751>> Acesso em: 11 mai. 2020.

PALMER, B. The influence of breastfeeding on the development of the oral cavity: a commentary. **J. Hum. Lact.**, [S.I.], v. 14, p. 93-8, 1998.

PEREIRA, R. P. G. et al. Atitudes e barreiras à prática de enfermagem baseada na evidência em contexto comunitário. **Revista de Enfermagem Referência**, n. 7, p. 55-62, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?pid=S0874-02832012000200006&script=sci_arttext&tlng=es> Acesso em: 12 mai. 2020.

PRESSMAN, R.S; MAXIM, B.R. **Engenharia de Software: Uma abordagem multiprofissional**. 8. ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, p. 3-6, 2016.

PRIETO, J. T; ZULETA, C; RODRÍGUEZ, J. T. Modeling and testing maternal and newborn care mHealth interventions: a pilot impact evaluation and follow-up qualitative study in Guatemala. **Journal of the American Medical Informatics Association**, v. 24, n. 2, p. 352-360, 2017.

RAMOS CV, ALMEIDA JAG. Alegações maternas para o desmame: estudo qualitativo. **J Pediatr.**, v.79, n.5, p.385-90, 2003.

RIOS CTF, VIEIRA NFC. Ações educativas no pré-natal: reflexão sobre a consulta de enfermagem como um espaço para educação em saúde. **Ciênc Saúde Coletiva.** v.12, n.2, p.477-86, 2007.

REA, M. F. Os benefícios da amamentação para a saúde da mulher. **J. Pediatra.** (Rio) 2004, vol.80, n.5.

REZENDE, D.A. **Engenharia de software e sistemas de informação.** 3. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.

SANTOS, E. K. A. Aleitamento materno. In: SCHMITZ, E. M. R. **A enfermagem em pediatria e puericultura.** São Paulo: Atheneu, p. 25-48, 2005.

SANTOS JUNIOR, V. B; MONTEIRO, J. C. S. Educação e covid-19: as tecnologias digitais mediando a aprendizagem em tempos de pandemia. **Revista Encantar-Educação, Cultura e Sociedade.** v. 2, p. 01-15, 2020. Disponível em: < <http://www.revistas.uneb.br/index.php/encantar/article/view/8583>> Acesso em: 16 jun. 2020.

SANTOS, J.E.M.S; SILVA NETO, J.L. **Depressão Pós-Parto:** fatores emocionais da gestação e puerpério. **Psicologia.pt.** 2020. Disponível em: < <https://www.psicologia.pt/artigos/textos/A1395.pdf>> Acesso em: 28 jul. 2020.

SANTOS N.C.M. **Assistência de Enfermagem Materno-Infantil.** São Paulo (SP): IATRIA; 2004.

SANTOS, P. V. et al. Desmame precoce em crianças atendidas na Estratégia Saúde da Família. **Revista Eletrônica de Enfermagem,** v. 20, 2018. Disponível em: < http://deploy.extras.ufg.br/projetos/fen_revista/v20/pdf/v20a05.pdf> Acesso em: 19 mai. 2020.

SCHINDLER-RUWISCH, J. M. et al. Social support for breastfeeding in the era of mHealth: a content analysis. **Journal of Human Lactation,** v. 34, n. 3, p. 543-555, 2018.

SILVA, A. C. C; ASSUMPÇÃO, A. A. A Influência de Mindfulness na Qualidade de Vida de Idosos: Revisão Narrativa. **Pretextos-Revista da Graduação em Psicologia da PUC Minas,** v. 3, n. 6, p. 37-51, 2018. Disponível em: < <http://200.229.32.43/index.php/pretextos/article/view/18404>> Acesso em: 19 mai. 2020.

SILVA, L.R; GIUGLIANE, E. **Amamentação, economia e sustentabilidade.** 2016. Disponível em: < https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/2016/08/Correio-Braziliense_amamentao.pdf> Acesso em: 12 mai. 2020.

SILVA, R. C. et al. O papel do enfermeiro como educador e pesquisador, e a integração entre prática baseada em evidências e educação permanente. **Percurso Acadêmico,** v. 5, n. 10, p. 417-430, 2015. Disponível em: < <http://periodicos.pucminas.br/index.php/percursoacademico/article/view/2313>> Acesso em: 12 mai. 2020.

SILVA RJ, URSSI NJ. UrbX—Como os aplicativos móveis potencializam a vida urbana. **Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística,** São Paulo, 5(1), 2015. Disponível em: <http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/> (Acesso em 20 abr.2020).

SILVA, R.R. A presença das amas-de-leite na amamentação das crianças brancas na cidade de São Paulo no século XIX. **Antíteses**, v. 9, n. 17, p. 297-322, 2016. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5611860>> Acesso em: 11 mai. 2020.

SIMÕES, I. A. R. et al. Influência dos Mitos e das Crenças nas Nutrizes Quanto Amamentação em uma Cidade do Vale do Paraíba. **Revista Ciências em Saúde**, v. 5, n. 3, p. 37-45, 2015. Disponível em: <http://186.225.220.186:7474/ojs/index.php/rcsfmit_zero/article/view/385/pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.

SHAFAEI, F. S; MIRGHAFOURVAND, M; HAVIZARI, S. The effect of prenatal counseling on breastfeeding self-efficacy and frequency of breastfeeding problems in mothers with previous unsuccessful breastfeeding: a randomized controlled clinical trial. **BMC Women's Health**, v. 20, p. 1-10, 2020. Disponível em: < <https://bmcmwomenshealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12905-020-00947-1>> Acesso em: 28 jul 2020.

SOUZA, A. L.; MURTA, C.A.R.; LEITE, L.G.S. et al. Tecnologia ou metodologia: aplicativos móveis na sala de aula. In: **Anais do Encontro Virtual de Documentação em Software Livre e Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia Online**. 2016. Disponível em: <http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/anais_linguagem_tecnologia/article/view/10551/9382> Acesso em: 20 abr. 2020.

SOUZA, C. F. Aprendizagem sem distância: tecnologia digital móvel no ensino de língua inglesa. **Texto livre: Linguagem e tecnologia**, v. 8, n. 1, p. 39-50, 2015. Disponível em: <<http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/textolivres/article/view/6497/7693>> Acesso em: 20 abr. 2020.

SOUZA, M. L. B. et al. Avaliação da autoeficácia na amamentação de puérperas. **Enfermagem em Foco**, v. 11, n. 1, 2020. Disponível em: < <http://revista.cofen.gov.br/index.php/enfermagem/article/view/1771/721>> Acesso em: 28 jul. 2020.

SOUZA, M. T; SILVA, M. D; CARVALHO, R. **Revisão integrativa**: o que é e como fazer. Einstein (São Paulo), v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010. Disponível em: < https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1679-45082010000100102&script=sci_arttext&tlng=pt> Acesso em: 19 mai. 2020.

TEIXEIRA, M. A; NITSCHKE, R. G. Modelo de cuidar em enfermagem junto às mulheres-avós e sua família no cotidiano do processo de amamentação. **Revista Texto Contexto de Enfermagem**, Florianópolis, 2008 Jan-Mar; 17(1): 183-91.

TENTARDINI V. **Anatomia e fisiologia da mama**. Palestra apresentada no 20º Curso de Aleitamento Materno do Hospital Materno-Infantil Presidente Vargas, Porto Alegre, Brasil, Março de 2008.

TERUYA K, BUENO LGS, SERVA V. Manejo da lactação. In: Rego JD. **Aleitamento materno**. 2ª ed. São Paulo: Atheneu; p. 137-57, 2009.

THORPE, K. et al. Can a call make a difference? Measured change in women's breastfeeding self-efficacy across call interactions on a telephone helpline. **Maternal and child health journal**, v. 22, n. 12, p. 1761-1770, 2018.

TIBES, C.M.S; DIAS, J. D; ZEM-MASCARENHAS, S. H. Aplicativos móveis desenvolvidos para a área da saúde no Brasil: revisão integrativa da literatura. **Revista Mineira de Enfermagem**, v. 18, n. 2, p. 471-486, 2014. Disponível em: <<http://www.reme.org.br/artigo/detalhes/940>> Acesso em: 20 abr. 2020.

UCHOA, J.L., et al. Autoeficácia em amamentar de mulheres no pré-natal e no pós-parto: estudo longitudinal. **Revista de Enfermagem da UFSM**, v. 6, n. 1, p. 10-20, 2016. Disponível em: < <https://periodicos.ufsm.br/reufsm/article/view/17687>> Acesso em: 28 jul. 2020.

UNGER, J. A. et al. Short message service communication improves exclusive breastfeeding and early postpartum contraception in a low-to middle-income country setting: a randomised trial. **BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynecology**, v. 125, n. 12, p. 1620-1629, 2018.

VASCONCELOS, T. C; BARBOSA, D. J; GOMES, M. P. Fatores que interferem no aleitamento materno exclusivo durante os primeiros seis meses de vida do bebê. **Revista Pró-UniverSUS**, v. 11, n. 1, p. 80-87, 2020. Disponível em: <<http://editora.universidadedevassouras.edu.br/index.php/RPU/article/view/2208>> Acesso em: 20 ago. 2020.

ZORNIG, Sílvia Maria Abu-Jamra. Tornar-se pai, tornar-se mãe: o processo de construção da parentalidade. **Tempo psicanal.**, Rio de Janeiro , v. 42, n. 2, p. 453-470, jun. 2010 . Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-48382010000200010&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 18 Jun. 2019.

WAGNER, L. P. B. et al. Fortalecedores e fragilizadores da amamentação na ótica da nutriz e de sua família. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 54, 2020. Disponível em: < https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0080-62342020000100419&script=sci_arttext&lng=pt> Acesso em: 28 jul. 2020.

WAZLAWICK, R. S. **Engenharia de Software: conceitos e práticas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.

CAPÍTULO 22

AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL E FATORES RELACIONADOS EM CRIANÇAS COM ALERGIA À PROTEÍNA DO LEITE DE VACA (APLV) NO MUNICÍPIO DE IGUATU - CE

Data de aceite: 26/02/2021

Data de submissão: 04/02/2021

Nielly Coelho Alexandre

Centro Universitário de Juazeiro do Norte
Juazeiro do Norte – CE
<http://lattes.cnpq.br/4613035186130148>

Cicero Jordan Rodrigues Sobreira da Silva

Universidade Estadual do Ceará (UECE)
Faculdade São Francisco do Ceará - FASC, Iguatú
Iguatú – CE
<http://lattes.cnpq.br/3461534682222347>

Yasmim Mota de Moraes Pontes

Centro Universitário de Juazeiro do Norte
Juazeiro do Norte – CE
<http://lattes.cnpq.br/0002271131997660>

Luana Bezerra Mangueira

Centro Universitário de Juazeiro do Norte
Juazeiro do Norte – CE
<http://lattes.cnpq.br/3458613598013075>

Francisco Wellington de Sousa Junior

Centro Universitário de Juazeiro do Norte
Juazeiro do Norte – CE
<http://lattes.cnpq.br/3644353403926965>

Camila Venancia Guerra Andrade

Universidade de Pernambuco, Campus
Petrolina, Departamento de Nutrição
Petrolina, PE
<http://lattes.cnpq.br/6501464456561908>

Thayná Bezerra de Luna

Centro Universitário de Juazeiro do Norte
Juazeiro do Norte – CE
<http://lattes.cnpq.br/5690759784861971>

Maria Iris Lara Saraiva de Figueirêdo

Centro Universitário de Juazeiro do Norte
Juazeiro do Norte – CE
<http://lattes.cnpq.br/2813809023903721>

Roberta Larissa Rolim Fidelis

Centro Universitário de Juazeiro do Norte
Juazeiro do Norte – CE
<http://lattes.cnpq.br/2616334007913773>

Antônia Jaíne Gomes Barboza

Faculdade São Francisco do Ceará - FASC, Iguatú
Iguatú – CE
<http://lattes.cnpq.br/1967656131067950>

Juliana Alves de Moraes

Faculdade São Francisco do Ceará - FASC, Iguatú
Iguatú – CE
<http://lattes.cnpq.br/7731904508821421>

Cicero Jonas Rodrigues Benjamim

Universidade de Pernambuco, Campus
Petrolina, Departamento de Nutrição
Petrolina, PE
<http://lattes.cnpq.br/1555669389817115>

RESUMO: Introdução: A Alergia à Proteína do Leite de Vaca (APLV) caracteriza-se como uma enteropatia de caráter multifatorial, que envolve o complexo ambiental e também depende de componentes genéticos e imunológicos para o seu desenvolvimento. Pelo acometimento do trato gastrointestinal (TGI) e provocar limitações na alimentação, pode ser uma doença que leva ao comprometimento do estado nutricional de crianças. **Objetivo:** Este estudo teve como objetivo avaliar o estado nutricional de crianças

com APLv. **Metodologia:** Foi realizado um estudo transversal com 19 crianças da cidade de Iguatu-Ceará. O diagnóstico do estado nutricional da criança foi feito por meio da análise do Escore-Z (Z), tendo como parâmetros avaliados: para peso e altura (P/A), peso para idade (P/I), altura para idade (A/I) e o Índice de Massa Corporal (IMC/Idade). Considerando $Z > +2$ (obesidade); $Z > +1$ a $< +2$ (excesso de peso); $Z < +1$ a > -1 (eutrofia); $Z -1$ a -2 (desnutrição leve); Z de -2 a -3 (desnutrição moderada); $Z < -3$ (desnutrição grave). A avaliação do peso e comprimento se deu através da curva de peso e crescimento preconizado pela Organização Mundial da Saúde (OMS). **Resultados:** A maioria (78,94%) das crianças com APLv apresentaram um estado nutricional (magreza ou excesso de peso) fora da faixa de normalidade. As mães dessas crianças fizeram baixa adesão à amamentação de forma exclusiva nos seis meses de vida, fato que explica o surgimento da APLv entre os seis primeiros meses de vida em todas as crianças avaliadas. **Conclusão:** A maioria das crianças estavam fora da classificação de indicadores antropométricos considerados normais de acordo com as curvas da OMS.

PALAVRAS-CHAVE: Estado Nutricional; Hipersensibilidade a leite; Desnutrição; Alterações do Peso Corporal.

EVALUATION OF THE NUTRITIONAL STATE AND RELATED FACTORS IN CHILDREN WITH ALLERGY TO COW'S MILK PROTEIN (APLv) IN THE MUNICIPALITY OF IGUATU - CE

ABSTRACT: Introduction: Cow's Milk Protein Allergy (APLv) is characterized as a multifactorial enteropathy, which involves the environmental complex and also depends on genetic and immunological components for its development. Due to the involvement of the gastrointestinal tract (GIT) and causing limitations in food, it can be a disease that leads to impairment of the nutritional status of children. **Objective:** This study aimed to assess the nutritional status of children with APLv. **Methodology:** A cross-sectional study was carried out with 19 children from the city of Iguatu-Ceará. The diagnosis of the child's nutritional status was made through the analysis of the Z-Score (Z), having as parameters evaluated: for weight and height (W / A), weight for age (W / A), height for age (A / I) and the Body Mass Index (BMI / Age). Considering $Z > +2$ (obesity); $Z > +1$ to $< +2$ (excess weight); $Z < +1$ a > -1 (eutrophic); $Z -1$ to -2 (mild malnutrition); Z from -2 to -3 (moderate malnutrition); $Z < -3$ (severe malnutrition). The evaluation of weight and length was made through the weight and growth curve recommended by the World Health Organization (WHO). **Results:** The majority (78.94%) of children with APLv had a nutritional status (thinness or excess weight) outside the normal range. The mothers of these children had low adherence to breastfeeding exclusively in the six months of life, a fact that explains the emergence of APLv between the first six months of life in all children evaluated. **Conclusion:** Most children were outside the classification of anthropometric indicators considered normal according to WHO curves. **KEYWORDS:** Nutritional Status; Milk Hypersensitivity; Malnutrition; Body Weight Changes.

INTRODUÇÃO

O leite é um dos alimentos mais consumidos no mundo e representa um alimento de

grande importância para a maioria da população. Sua composição é completa em proteínas, gordura e carboidratos, além do aporte de vitaminas (hidrossolúveis e lipossolúveis) e da boa disponibilidade de minerais (MUNIZ et al., 2013). A caseína, alfa-lactoalbumina, beta-lactoglobulina, albumina do soro do leite e imunoglobulinas bovinas são as principais proteínas sensibilizantes do leite de vaca, representando quase a composição total das proteínas encontradas neste alimento, sendo estas, frações tóxicas responsáveis pelo desencadeamento da Alergia à Proteína do Leite de Vaca (APLv) (FERREIRA et al., 2014).

A APLv caracteriza-se como uma enteropatia de caráter multifatorial, que envolve o complexo ambiental e também depende de componentes genéticos e imunológicos para o seu desenvolvimento. Essa desordem imunológica acontece principalmente em crianças, nos primeiros meses e/ou anos de vida (SANTOS et al., 2009). Existem fatores que representam proteção ao desenvolvimento desta patologia, como o maior tempo da amamentação e tipo de parto (normal) (ODDY., 2017). É importante ressaltar que após o desencadeamento da alergia, outras classes de leite de origem animal também devem ser excluídas da rotina alimentar do portador da alergia, por ter as proteínas sensibilizantes do leite em sua composição capazes de desenvolver respostas alérgicas (FIOCCHI et al., 2010).

A forma de apresentação clínica pode ser apresentada de duas formas, por meio de IgE mediada (hipersensibilidade tipo I) e IgE não mediada (hipersensibilidade tipo III ou IV) que são fatores predisponentes na diferença de apresentação dos sinais e sintomas da patologia. Na primeira, a reação ocorre minutos ou horas depois de contato com o alérgeno e é frequente atingir mais que um órgão ou sistema. A segunda, IgE não mediada apresenta a reação imunológica local, tendo, portanto, sintomas gastrointestinais (FERREIRA et al., 2014).

O tempo de digestão das proteínas do leite de vaca é um fator importante no desenvolvimento da alergia em crianças, visto que, quanto mais difícil a digestão, maior a chance do sistema imunológico reconhecer as proteínas como um corpo estranho e começa a comandar uma resposta contra a proteína quando esta entra em contato com o Trato Gastrointestinal (TGI, pelo fato do TGI da criança ainda está em fase de maturação (LINS et al., 2010).

Diferente do Sistema Gástrico Intestinal (SGI) de um adulto que apresenta uma maior integridade entre as junções celulares do intestino delgado as crianças desenvolvem esta maturidade de acordo com o recebimento e digestão dos alimentos (MORAIS, 2016). Com isto, a amamentação é um fator de proteção do desencadeamento da alergia por ter em sua composição moléculas específicas para esta proteção, além do que, os nutrientes que serão digeridos pela criança são obtidos de forma mais simples, o que não demanda tanto esforço do Trato Gástrico Intestinal (TGI) para a digestão e absorção (COSTA, 2012).

Nesse contexto, o leite materno apresenta uma baixa concentração de caseína (principal proteína encontrada no leite) em sua composição, com isto, a digestão ocorre

de forma pacífica sem sobrecarregar TGI do lactente. Contudo, existem casos onde o aleitamento materno não pode ser continuado e a alimentação da criança acaba sendo substituído por fórmulas lácteas. Estas apresentam relevância no desencadeamento da alergia, já que a maioria das crianças que apresentaram sinais de APLv tiveram esta ocorrência logo após a introdução de fórmulas na dieta em substituição pela amamentação (CALDEIRA et al., 2011).

Dessa forma, aparecem questionamentos: como encontra-se o estado nutricional e hábitos alimentares de lactentes com APLv? A nossa hipótese é de que a maioria das crianças com APLv apresentam um quadro de desnutrição (abaixo do peso), além do que, a variação na oferta de alimentos é bem restrita.

A impossibilidade de consumir leite pode gerar um quadro de deficiência de macro e micronutrientes, tendo em vista que na fase de lactente o leite materno em conjunto com produtos que contém leite ou são derivados se caracterizam como as principais fontes alimentares que fornecem nutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento da criança. A forma da mãe alimentar a criança pode ser muitas vezes realizada de forma equivocada diante de uma alergia alimentar pelos conhecimentos que esta trás. Diante disso, buscar evidências que expliquem o contexto destas famílias promoverá na sociedade, principalmente pelos profissionais de saúde, a buscarem por medidas de promoção à saúde e prevenção de agravos, por meio de educação em saúde para essa população vulnerável a complicações.

Este estudo teve como objetivo avaliar o estado nutricional de crianças com APLv.

MÉTODO

Trata-se de um estudo transversal, exploratório, de abordagem explicativa e quantitativa. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Juazeiro do Norte (CEP/FJN) sob o número de parecer: 3.383.449/2019.

A pesquisa foi realizada em Unidades Básicas de Saúde (UBS's) da cidade de Iguatu-Ceará. Este município está incluso em um programa de apoio às crianças com APLv com o objetivo de fornecer leite com formulação especial direcionado para crianças entre 0 e 2 anos de idade (lactentes). As coletas de dados ocorreram entre o período de julho e novembro do ano de 2019.

Para as inclusões na pesquisa, requereu-se crianças com até 2 anos de idade (lactentes) que tiveram o diagnóstico clínico da APLv e que participam do programa de apoio à crianças com APLv oferecido na cidade. Foram excluídos da pesquisa as crianças portadoras de outras doenças imunoalérgicas relacionadas à alimentação, com diagnóstico de doenças intestinais e extra intestinais com caráter inflamatório e problemas de absorção intestinal, visto que, estas condições implicam majoritariamente no estado nutricional.

Os responsáveis pelas crianças foram devidamente informados sobre os

procedimentos e objetivos deste estudo, assim como o mantimento do sigilo de toda informação fornecida, sendo utilizado no estudo apenas seus indicadores. Os responsáveis pelas crianças, foram orientados sobre a relevância do estudo e sobre os procedimentos experimentais antes de darem seu aval por meio da assinatura do termo de consentimento pós-informado, o qual concordaram e assinaram. A resposta do questionário aconteceu na presença do pesquisador, com o intuito de coletar informações de forma padronizada e resultados fidedignos. Havendo imparcialidade por parte do entrevistador, que de modo cuidadoso, sem expressar qualquer reação de aprovação ou reprovação advinda da resposta do entrevistado.

Inicialmente o responsável foi instruído acerca de informações referentes à pesquisa. Após isto, os responsáveis que concordaram em participar deste estudo fizeram assinatura do Termo Consentimento Livre e Esclarecido e em seguida se deu o prosseguimento com a resposta do questionário.

As informações sobre o peso e altura foram obtidas por meio das informações contidas na caderneta da criança. O diagnóstico do estado nutricional da criança foi feito por meio da análise do Escore-Z (Z), tendo como parâmetros avaliados: para peso e altura (P/A), peso para idade (P/I), altura para idade (A/I) e o Índice de Massa Corporal (IMC/Idade). Considerando $Z > +2$ (obesidade); $Z > +1$ a $< +2$ (excesso de peso); $Z < +1$ a > -1 (eutrofia); $Z -1$ a -2 (desnutrição leve); Z de -2 a -3 (desnutrição moderada); $Z < -3$ (desnutrição grave). A avaliação do peso e comprimento se deu através da curva de peso e crescimento preconizado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), estes dados foram avaliados no Guia de Medidas Antropométricas do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN) (BRASIL, 2017).

Estabeleceu-se como critério para a coleta das informações contidas na caderneta da criança um espaço regresso de no máximo 10 dias da data das aferições das medidas antropométrica e da coleta de dados pelo pesquisador. As crianças nas quais estavam com as medidas antropométricas desatualizadas, considerando o prazo estabelecido, foram encaminhadas para suas respectivas Unidades Básicas de Saúde para a atualização dos dados e, em seguida, o pesquisador deveria fazer a coleta das informações em no máximo 10 dias após a atualização dos dados da caderneta.

Os dados dos questionários foram tabulados em uma planilha do *Microsoft Office Excel for Windows 2013*, para análise das frequências, confecção de tabelas e gráficos. Na tabulação dos dados, os questionários dos participantes da pesquisa que estavam incompletos e sem as informações necessárias para a inclusão no resultado final da pesquisa foram excluídos.

RESULTADOS

A cidade de Iguatu, Ceará em 2019 possuía 20 crianças cadastradas em um programa

de distribuição e fornecimento das fórmulas especializadas. Dentre essas, participaram da pesquisa um total de 19 lactentes com APLv previamente diagnosticada, sendo, portanto, uma amostra representativa da cidade em questão.

Variáveis	N	%
<i>Características Demográficas</i>		
Sexo		
Masculino	12	
Feminino	7	
<i>Características de Nascimento</i>		
Tipo de Parto		
Cesário	18	
Normal	1	
Peso ao nascer		
< 2500g	2	
≥ 2500g	17	
<i>Características de Saúde</i>		
Amamentação exclusiva		
< 6 meses	15	
> 6 meses	4	
<i>Características da Doença</i>		
Surgimento de sinais		
0 a 6 meses	19	
Sinais e sintomas		
Diarreia	13	
Assadura Perianal	12	
Urticária	11	
Vômitos	1	
Constipação	1	
Anafilaxia	1	
Diagnóstico		
Teste sorológico	18	
Teste de provocação oral	1	

Tabela 1- Características demográficas, socioeconômicas e de nascimento de crianças. Iguatu, Ceará, Brasil, 2019.

De acordo com a Tabela 1, houve predominância do sexo masculino e da realização de partos cesáreos. Além disso, 15 dos 19 participantes não foram amamentados exclusivamente, sendo que 100% dos participantes apresentaram sinais característicos de APLV entre 0 e 6 meses. Grande parte dos participantes foi diagnosticada pelo teste sorológico. A diarreia mostrou ser o sintoma mais comum. A maior parte da amostra nasceu a termo.

Variáveis

Indicadores Antropométricos	Média (D.P)	Mediana (mínimo; máximo)
Peso/Altura	1,27 (\pm 2,71)	1,5 (-4,8;+5,98)
Estatura/Idade	0,81 (\pm 3,39)	0.72 (-4,63; +7.98)
Peso/Idade	1,22 (\pm 1,59)	1,28 (-1,29;+4,85)
IMC/Idade	1,10 (\pm 2,92)	-0,10 (-1,51;+2,11)

Tabela 2 – Valores dos índices antropométricos. Media e desvio padrão (D.P), valores de mediana. Iguatu, Ceará, Brasil, 2019.

ÍNDICES	P/E	P/I	E/I	IMC/I
Diagnóstico Nutricional	Obesidade (n=3)	Elevado (n= 5)	Adequado (n=15)	Obesidade (n= 3)
	Sobrepeso (n=4)	Adequado (n= 14)	Baixo (n= 4)	Sobrepeso (n= 5)
	Risco de Sobrepeso (n=4)			Risco de sobrepeso (n= 3)
	Eutrófico (n= 5)			Eutrófico (n= 4)
	Magreza (n= 1)			Magreza (n= 3)
	Magreza acentuada (n= 2)			Magreza acentuada (n= 1)

Tabela 3 - Diagnóstico nutricional de acordo com o índice antropométrico. Iguatu, Ceará, Brasil, 2019.

DISCUSSÃO

O presente estudo identificou que a maioria das crianças estão fora da classificação de peso considerado normal de acordo com as curvas da OMS. Representando que existe um risco nutricional de baixo peso ou de excesso de peso durante infância, fator atualmente visto em várias populações. Grande parte das crianças com APLv (79%)

não foram amamentadas exclusivamente até os seis meses de idade, o que vai contra as recomendações de estudos apresentados pela Sociedade Brasileira De Pediatria e Associação Brasileira de Alergia e Imunologia. Entretanto, a apreciação de estudos realizados no Brasil é escassa pela baixa frequência de publicações com enfoque neste tema, exclusivamente sobre crianças com APLv (RAMOS et al., 2010).

A amamentação se mostra como um fator protetor contra o aparecimento de alergias alimentares, em especial a APLv, pelo leite ter em sua composição menores frações das proteínas que desencadeiam a alergia, além do que existe o não consumo de fórmulas lácteas.⁹ No nosso estudo, a grande maioria das crianças apresentaram uma baixa adesão à amamentação exclusiva durante os seis primeiros meses de vida.

Um estudo prospectivo realizado com doentes observados entre o ano de 1992 e 2009 atendidos e identificados com base no protocolo de APLv separou crianças em dois grupos: 77 eram Imunoglobulinas E (IgE) mediadas (grupo A) e 53 IgE não mediadas (grupo B). Grande parcela das duas populações analisadas, 71% e 81% respectivamente, a alergia apresentou os sintomas clínicos após a introdução de fórmulas infantis lácteas na alimentação da criança (CALDEIRA et al., 2011).

O desenvolvimento de pesquisas envolvendo os benefícios do aleitamento materno tem dados crescentes. Apesar de já se ter muitas evidências que deixam claro os benefícios da amamentação, tanto para a mãe como para o filho, têm-se realizado muitas pesquisas correlacionado a amamentação com outras variáveis (RAMOS et al., 2010).

Os principais desafios para a mãe em realizar a amamentação de forma correta são os fatores associados à duração do aleitamento materno. Os fatores mais associados ao abandono do aleitamento materno exclusivo em menores de seis meses são o trabalho materno fora de casa e o uso de chupetas. Em contrapartida, o fato de a mãe ser múltipara e recorrer ao atendimento puerperal na rede pública representaram fatores de proteção contra a prática do desmame precoce (SALUSTIANO et al., 2012).

Entre os achados do estudo, observou-se alta prevalência (99%) de partos cesáreos. A OMS considera que não há justificativa para um percentual superior a 15% em nenhuma região do mundo. No entanto, o sistema de saúde não viabiliza suporte para que o parto normal aconteça. O Ministério da Saúde do Brasil, igualmente, considera que elevadas taxas de cesarianas são fatores determinantes da morbimortalidade materna e perinatal. As razões para esta alta prevalência parecem estar relacionadas a fatores que interferem na escolha da via do parto, bem como o estado econômico, cultural e o acompanhamento profissional durante o pré-natal e o parto (OLIVEIRA & AUGUSTO, 2011).

As formas de nascimento em conjunto com a amamentação apresentam-se como os principais fatores de proteção contra o desencadeamento da APLv. O tipo de parto normal já é um pilar com essa sua contribuição, que envolve a passagem do bebê e o contato com a microbiota vaginal da mãe na hora do nascimento. Esse contato com diferentes tipos de microrganismos faz com que haja um melhor desenvolvimento da microbiota intestinal

da criança, consequentemente, maior tolerância à compostos que serão obtidos por meio da alimentação durante os próximos meses, contribuindo com a menor chance para o desencadeamento de alergias. (ODDY, 2017; FERNANDES, 2017).

CONCLUSÃO

Em sua maioria, as crianças com APLv apresentam um estado nutricional fora da faixa de normalidade. As mães dessas crianças fizeram baixa adesão à amamentação de forma exclusiva nos seis meses de vida, fato que explica o surgimento da APLv entre os seis primeiros meses de vida em todas as crianças avaliadas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. **Orientações para a coleta e análise de dados antropométricos em serviços de saúde**. Brasília (DF), 2011.

CALDEIRA, F.; CUNHA, J.; FERREIRA, M. G.; Alergia a proteínas de leite de vaca: Um desafio diagnóstico. **Acta Médica Portuguesa**. v. 24, n. 4, p.505-10, 2011.

COSTA, E.; VARRENGEA, E. C.; NARDO, P. A.; Alergia alimentar na infância. **Revista UNINGÁ**. v.31, n. 1, p. 85-92, 2012.

FERNANDES, T. F.; Impactos da microbiota intestinal na saúde do lactente e da criança em curto e longo prazo. **International Journal of Nutrology**. v. 10, n.1, p. 335-42, 2017.

FERREIRA, S.; PINTO, M.; CARVALHO, P.; GONÇALVES, J.; LIMA, R.; PEREIRA, F.; Alergia às proteínas do leite de vaca com manifestações gastrointestinais. **Nascer e Crescer**. v. 23, n. 2, p. 72-79, 2014.

FIOCCHI, A.; BROZEK, J.; SCHUNEMANN, H.; VON BERG, A.; BOZZOLA, M.; BRADSHER, J., et al. World Allergy Organization (WAO) diagnosis and rationale for action against cow's milk allergy (DRACMA) guidelines. **Pediatric Allergy and Immunology**. v.21, p.1-125, 2010.

LINS, M. G. M.; HOROWITZ, M. R.; SILVA, G. A. P.; MOTTA, M. E. F. A.; Teste de desencadeamento alimentar oral na confirmação diagnóstica da alergia à proteína do leite de vaca. **Jornal de Pediatria**. v. 8, n. 6, p. 285-89, 2010.

MORAIS, M. B.; Sinais e sintomas associados com o desenvolvimento do trato digestivo. **Jornal de Pediatria**. v. 92, n. 3, p. 46-56, 2016.

MUNIZ, L. C.; Madruga, S. W.; Araújo, C. L.; Consumo de leite e derivados entre adultos e idosos no Sul do Brasil: Um estudo de base populacional. **Ciênc. Saúde Coletiva**. v.18, n. 12, p. 3515-22, 2013.

NAVARRETE-RODRIGUEZ, E. M.; RÍO-NAVARRO, B. E. D.; GARCÍA-ARANDA, J. A.; MEDEIROS, M.; PELÁEZ, S. E.; et al. Implicaciones nutricionales de las dietas de eliminación. **Boletín Médico del Hospital Infantil de México**. v. 74, n. 5, p. 319-23, 2015.

ODDY, W. H.; Breastfeeding, Childhood Asthma, and Allergic Disease. *Annals of Nutrition and Metabolism*. v.70, n. 2, p. 26-36, 2017.

OLIVEIRA, M. F.; AUGUSTO, S. A.; Fatores associados ao tipo de parto em mulheres brasileiras: PNDS 2006. *Ciênc. Saúde Coletiva*. v.16, n. 9, p. 3829-3835, 2011.

RAMOS, C.V.; ALMEIDA, J. A. G.; SALDIVA, S. R. D. M.; PEREIRA, L. M. R.; ALBERTO, N. S. M. C.; TELES, J. B. M.; et al. Prevalência do aleitamento materno exclusivo e os fatores a ele associados em crianças nascidas nos Hospitais Amigos da Criança de Teresina – Piauí. *Epidemiologia e serviços de saúde*. v. 19, n. 2, p. 115-24, 2010.

SALUSTIANO, L. P.; DINIZ, A. L. D.; ABDALLAH, V. O. S.; PINTO, R. M. C.; Fatores associados à duração do aleitamento materno em crianças menores de seis meses. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*. v. 34, n. 1, p. 28-33, 2012.

SANTOS, B. A.; MOEHLECKE, M.; PASSOS, P.; VIEIRA, S. M. G.; GOLDANI, H. A.S.; SILVEIRA, T. R.; Desnutrição calórico-proteica do tipo Kwashiorkor desencadeada por alergia à proteína do leite de vaca. *Revista HCPA*. v. 29, n.1, p. 70-73, 2009.

SOBRE O ORGANIZADOR

EDSON RIBEIRO DE BRITTO DE ALMEIDA JUNIOR - Licenciado em Física pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Mestre em Educação para a Ciência e a Matemática, pelo programa stricto sensu de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática (PCM UEM). Doutorando em Educação para a Ciência e a Matemática pelo programa stricto sensu de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática (PCM UEM). Atualmente é professor de Física, Matemática e Robótica na rede básica de ensino. Coordenador Pedagógico do Centro Educacional Freitas Cavalcanti - Colégio Conexão COC. Professor de Matemática, Métodos Quantitativos, Inovação Tecnológica e Projeto Unificado na Faculdade União de Campo Mourão. Tem experiência na área de Educação, Matemática e Física, atuando principalmente nos seguintes temas: Ensino de Física, Robótica Educacional, Jogos Digitais Pedagógicos, Inovação Tecnológica e Representações Sociais. Contato: erbaj13@gmail.com.

ÍNDICE REMISSIVO

SÍMBOLOS

2.1.3.2.1. Enfoque estrutural de Porter (1980) 76

A

Agenda ambiental 130, 131

Agroecologia 149, 150, 152, 153, 154, 157, 158, 164, 167, 168

B

Biomassas 238, 239, 241, 245, 246, 247, 249, 250, 251, 252

Bioprospecção 120, 121, 124, 125, 126, 127, 128, 129

Bioquerosene de aviação 238, 239, 240, 241, 243, 250

C

Contabilidade ambiental 37, 39, 41, 43, 45, 53, 54, 55

D

Dengue 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284

E

Ensino de tomografia 199

Estéril 107, 109, 110, 111

F

Ferramenta online 277

Fibras de sisal 95, 97, 98, 100, 101, 102, 103, 105, 106

Fluidodinâmico 183, 195

Fotobiomodulação 218

Funções executivas 256, 257, 258, 261, 262, 264, 265, 266, 267, 270, 272, 273, 274, 275, 276

G

Georrefenciamento 277

Gestión tecnológica 69, 73, 74, 75, 84, 87

I

Imobilização de lipases 138

Inovação tecnológica 21, 23, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 335

Inteligência artificial 2

M

Martin Heidegger 7, 16, 19, 20

O

OpenCL 170, 171, 172, 174, 175, 176, 182

P

Pasta geopolimérica 95, 103

Plantas alimentícias não convencionais 149, 150, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 163, 164, 168, 169

R

Recursos hídricos 112, 113

Rejeitos 107, 108, 109, 110, 111, 247

S

Segurança pública 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 31, 32, 33, 34, 35, 36

Separadores trifásicos 186, 187

Softwares 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 210, 211, 212, 214, 215, 217, 290, 292

T

Tomografia computadorizada 199, 200, 204, 212, 215, 220

Transformação digital 1, 3, 4

U

Uso abusivo de álcool 256, 260, 269

V

Valor agregado 30, 37, 38, 53, 54, 74

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO:

A Nova Produção do Conhecimento

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO:

A Nova Produção do Conhecimento

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 