

REVISTA



SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

Atendimento:
sodebras@sodebras.com.br
Acesso:
<http://www.sodebras.com.br>

ARTIGOS PUBLICADOS

PUBLICAÇÃO MENSAL
Nesta edição

PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS LEGADOS PARA O AGRONEGÓCIO

LEGACY SYSTEMS INTEGRATION PROPOSAL FOR AGRIBUSINESS – Ricardo Augusto Ferraz Borges; Mariana de Aragão Pereira; Dionísio Machado Leite Filho 10

VALORAÇÃO ECONÔMICA POR MEIO DA ESTIMAÇÃO DA DISPOSIÇÃO À PAGAR DOS INDIVÍDUOS ENTREVISTADOS PARA MITIGAR O IMPACTO AMBIENTAL DECORRENTE DOS RESÍDUOS GERADOS PELO TRANSPORTE FLUVIAL NO PORTO DA "MANAUS MODERNA" PARA O PERÍODO DE MAIO A DEZEMBRO DE 2010

ECONOMIC VALUE THROUGH THE ESTIMATION OF THE DISPOSITION TO PAY OF THE INDIVIDUALS INTERVIEWED TO MITIGATE THE ENVIRONMENTAL IMPACT RESULTING FROM WASTE GENERATED BY RIVER TRANSPORT IN THE PORT OF "MANAUS MODERNA" FOR THE PERIOD FROM MAY TO DECEMBER 2010 – José Barbosa Filho; Diogo Del Fiori; Antonio Tadeu Barbosa dos Santos Fontilei 24

LEOPOLDO DE FREITAS E O ENSINO DA LITERATURA BRASILEIRA

LEOPOLDO DE FREITAS AND THE TEACHING OF BRAZILIAN LITERATURE – Marcio Roberto Pereira 35

CHRISTIANITY, ENVIRONMENT AND ECOTHEOLOGY IN AN INTERDISCIPLINARY PERSPECTIVE

CRISTIANISMO, MEIO AMBIENTE E ECOTEOLOGIA EM PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR – Paulo Jonas dos Santos Júnior; Pedro Henrique Caetano Figueira; Silvana Duarte Gonçalves dos Santos; Teófilo Miguel de Souza 45

METODOLOGIA ATIVA DE JOGOS E OS ESTILOS DE APRENDIZAGEM: ESTUDO, APLICAÇÃO E PERSPECTIVAS

GAME ACTIVE METHODOLOGY AND LEARNING STYLES: STUDY, APPLICATION AND PERSPECTIVES – Júlio César Benfenatti Ferreira; Adriana Giarola Vilamaior; Allan Rafael Nunes Medeiros 53

DESENVOLVIMENTO DE CÁPSULA PARA PROTEÇÃO DOS PROFISSIONAIS DE SAÚDE DURANTE O MANEJO DO TRATO RESPIRATÓRIO

DEVELOPMENT OF A CAPSULE TO PROTECT HEALTH PROFESSIONALS DURING RESPIRATORY TRACT MANAGEMENT – Andreia Guerra Siman; Flávia Batista Barbosa de Sá Diaz; André Teixeira da Costa; Alexandre Santos Brandão 63

MORBIMORTALIDADE DA SÍFILIS NO ESTADO DO TOCANTINS NOS ANOS DE 2010 A 2020

SYPHILIS MORBIMORTALITY IN TOCANTINS STATE FROM 2010 TO 2020 – Maria Aparecida Lopes de Sousa Raul; Karollyne Santana Paixão; Wagner dos Santos Mariano; Domenica Palomaris Mariano de Souza 74

QUEDAS E PROBLEMAS VISUAIS EM UMA POPULAÇÃO ADULTA

FALLS AND VISUAL PROBLEMS IN AN ADULT POPULATION – Maria Cecília Leite de Moraes; Climene Laura de Camargo; Robson da Costa Oliveira; Sélton Diniz de Santos 84

SANEAMENTO E DOENÇAS VINCULADAS AOS RECURSOS HÍDRICOS (ESQUISTOSSOMOSE) NA REGIÃO DE SAÚDE DE IPATINGA, MINAS GERAIS	
SANITATION AND DISEASES LINKED TO WATER RESOURCES (SCHISTOSOMOSIS) IN THE HEALTH REGION OF IPATINGA, MINAS GERAIS – Alexandre Sylvio Vieira Da Costa	94
PRODUÇÃO DE OVOS EM SISTEMAS NÃO CONVENCIONAIS: INOVAÇÕES NA ÁREA DE SAÚDE	
EGG PRODUCTION IN UNCONVENTIONAL SYSTEMS: INNOVATIONS IN THE HEALTH AREA – César Giordano Gêmero; Antonio Wagner Pereira Lopes; Vera Lúcia Silveira Botta Ferrante; José Maria Gusman Ferraz; Cesar Augusto Feliciano	110
ANÁLISE DE ROBUSTEZ DE REDES PEER-TO-PEER UTILIZANDO MÉTRICAS DE RANKING	
ROBUSTNESS ANALYSIS OF PEER-TO-PEER NETWORKS USING RANKING METRICS – Samuel Oliveira Silva Bianchi; João Gabriel Rocha Silva	124
COMPLEMENTARIEDADE HIDRO-SOLAR PARA USINAS HIDRELÉTRICAS EM PERÍODOS DE SECA PROLONGADA	
HYDRO-SOLAR COMPLEMENTARY FOR HYDROELECTRIC PLANTS IN PROLONGED DRYING PERIODS – Jorge Daniel Páez Mendieta; Ieda Geriberto Hidalgo	134
ANÁLISE DO COMPORTAMENTO, EM TERMOS DE PERTURBAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS CONDUZIDA, EM CONJUNTOS DE LÂMPADAS LED	
CONDUCT ANALYSIS, IN TERMS OF CONDUCTED ELECTROMAGNETIC DISTURBANCES, IN LED LAMP GROUPS – Eduardo Lourenço de Sousa; Keyla Rezende Cardoso; Marcio Zamboti Fortes; Adriano Pinheiros Fragoso	145
AUMENTO DA DISPONIBILIDADE DE PONTES ROLANTES ATRAVÉS DO USO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE	
INCREASING THE AVAILABILITY OF CRANE THROUGH THE USE OF QUALITY TOOLS – Etelinda de Deus Araújo; Luis Manuel Pio de Sousa; Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes; Rômulo Fernandes da Silva; Marcos Ronaldo Albertin	158
DESAFIOS E INICIATIVAS PARA INIBIR AS BARREIRAS DE PENETRAÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO MERCADO BRASILEIRO	
CHALLENGE AND INITIATIVES TO INHIBIT ELECTRIC VEHICLE PENETRATION BARRIERS IN THE BRAZILIAN MARKET – Gabrielle dos Santos Marques; Marcos Ronaldo Albertin; Marcos Charles Pinheiro Baltazar; Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes	174



Edição 190 de outubro de 2021

<http://www.sodebras.com.br/>

ISSN - 1809-3957

DOI: <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957>

CONSELHO EDITORIAL

Prof. Dr. Teófilo Miguel de Souza, UNESP-FEG (Editor Geral).
Prof. Dr. Paulo Jonas dos Santos Júnior, UNESP-FEG (Editor Adjunto).
Prof. Dr. Osiris Canciglieri Júnior, Lough. Univ-UK, PUC-PR.
Prof. Dr. Maria Cláudia Botan, UNIVESP.
Prof. Dr. Thais Santos Castro, UNESP.
Prof. Dr. Agustín Valverde Granja, Universidad de Ibagué- Colômbia.
Prof. Dr. Joacy de Lima Freitas Junior, Agência Nacional de Aviação Civil.
Prof. Dr. José Leandro Casa Nova Almeida, Instituto Federal-RJ.
Prof. Dr. Marcio Zamboti Fortes, UFF.
Prof. Dr. Jair Urbanetz Junior, UTFPR.
Prof. Dr. José Rui Camargo, UNITAU.
Prof. Dr. José Renato de Oliveira Lima, Universidade Federal do Maranhão.

COMITÊ CIENTÍFICO

Valdir Agostinho de Melo, COPPE/UFRJ	Paulo Bassani, UEL
Juliana Corrêa Crepalde, CTIT/ UFMG	Marlene Marchiori, UEL
Lila Teixeira de Araújo Janahú, ESAMAZ	Carlos Humberto Martins, UEM
Volmer Avelino Silvio Paula da Silveira, Estácio	Paulo Fernando Soares, UEM
Durval Corrêa Meirelles, Estácio	Deisy Cristina Corrêa Igarashi, UEM
Ana D'Arc Martins de Azevedo, FAAM/UEPA	Moisés Meza Pariona, UEPG
Maria Lígia Carrijo Monteiro, FACEG	Jarem Raul Garcia, UEPG
Marcus Antonius Costa Nunes, Fac. Vale do Cricaré - PE	Elizabete Campos de Lima, UFABC
Zélia Maria De Melo De Lima Santos, FALUB.	Carlos Suetoshi Miyazawa, UFABC
Sérgio Roberto Montoro , FATEC - Pindamonhangaba	Marcio Zamboti Fortes, UFF
Claudio Antonio Frederico, IEAV / CTA	Pablo Silva Machado Bispo dos Santos, UFF
Maria Manuela Camino Feltes, IFC	Paulo Henrique Furtado de Araujo, UFF
Felipe José da Silva, IFRJ	Paulo Sérgio Scalize, UFG
Givanildo Alves dos Santos, IFSP	Juliana da Cunha, UFG
Paulo Marcos de Aguiar, IFSP	Hilton Pereira da Silva, UFPA
Airton Viriato de Freitas, INSTITUTO DE	Anderson Gonçalves da Silva, UFRA
INFECTOLOGIA EMÍLIO RIBAS	Antonio Carlos Baptista Antunes, UFRJ
Claudio Edilberto Höfler, Instituto Federal Farroupilha	Claudinei de Souza Guimarães, UFRJ
Leila Ribeiro dos Santos, ITA / CTA	Antônio Assis Vieira, UFRRJ
Letícia Peret Antunes Hardt, PUC –PARANÁ	Joel Dias da Silva, UFSC
Eduardo Concepción Batiz, SOCIESC	Leandro Belinaso Guimarães,, UFSC
Marcelo Macedo, SOCIESC	Silvio Serafim da Luz Filho, UFSC
Ariovaldo de Oliveira Santos, UEL	Antonio Pedro Novaes de Oliveira, UFSC
André Luiz Martinez de Oliveira, UEL	Rozângela Curi Pedrosa, UFSC
Leonardo Sturion, UEL	Débora de Oliveira, UFSC
Jean-Marc Stephane Lafay, UEL	Fabiano Rodrigues de Souza, UFT -TO
Emília Kiyomi Kuroda, UEL	Cláudio Homero Ferreira da Silva, UFU
Henrique de Santana, UEL	Márcia Susana Nunes Silva, ULBRA
Marli Terezinha Oliveira Vannuch, UEL	Maria Eloisa Farias, ULBRA

Maria Lúcia Castagna Wortmann, ULBRA
 Hélio Raymundo Ferreira Filho, UNAMA/UEPA
 Maria Claudia Botan, UNESP
 Ana Maria Pires Soubhia, UNESP - Araçatuba
 Eduardo Maffud Cilli, UNESP - Araraquara
 Helena Carvalho de Lorenzo, UNESP - Araraquara
 Heitor Miranda Bottura, UNESP - Bauru
 Helio Grassifilho, UNESP - BOTUCATU
 Leonice Domingos dos Santos Cintra Lima, UNESP.
 Augusto Eduardo Baptista Antunes, UNESP.
 Durval Luiz Silva Ricciulli, UNESP - Guaratinguetá
 Francisco Antônio Lotufo, UNESP - Guaratinguetá
 Inácio Bianchi, UNESP - Guaratinguetá
 João Zangrandi Filho, UNESP - Guaratinguetá
 José Feliciano Adami, UNESP - Guaratinguetá
 Leonardo Mesquita, UNESP - Guaratinguetá
 Marcio Abud Marcelino, UNESP - Guaratinguetá
 Messias Borges Silva, UNESP - Guaratinguetá
 Rubens Alves Dias, UNESP - Guaratinguetá
 Sílvia Maria A. Lima Costa, UNESP - Ilha Solteira
 Gláucia Aparecida Prates, UNESP - Itapeva
 Áureo Evangelista Santana, UNESP - Jaboticabal
 Teresa Cristina Tarlé Pissarra, UNESP - Jaboticabal
 Gilda Carneiro Ferreira, UNESP - Rio Claro
 Fernando Luis Fertoni, UNESP - São José do Rio Preto
 Azor Lopes da Silva Júnior, UNESP - São José do Rio Preto
 Andréa Rossi Scalco, UNESP - Tupã
 José Renato Oliveira de Lima, UNESP-IQ, Araraquara
 Luiz Antonio Rossi, UNICAMP
 Nelson Nunes Tenório Júnior, UNICESUMAR
 Luis Henrique de Carvalho Ferreira, UNIFEI - Itajubá
 Paulo Cesar Crepaldi, UNIFEI - Itajubá
 Robson Luiz Moreno, UNIFEI - Itajubá
 Tales Cleber Pimenta, UNIFEI - Itajubá
 Fernando das Graças Braga da Silva, UNIFEI - Itajubá
 Leonardo Breseghello Zoccal, UNIFEI-Itajubá
 Larissa Morimoto Doi, UNIFESP
 Fernando Kenji Nampo, UNIFIL
 Adriano Vargas Freitas, UNIGRANRIO
 Angelo Santos Siqueira, UNIGRANRIO
 Eline das Flores Victor, UNIGRANRIO
 Luiz Eduardo Silva Souza, UNIGRANRIO
 Michel Jean Marie Thiollent, UNIGRANRIO
 Abel Rodolfo Garcia Lozano, UNIGRANRIO / UERJ
 Lileane Praia Portela de Aguiar, UNINORTE.
 Eliane Cardoso Brenneisen, UNIOESTE
 Luiz Ernani Henkes, UNIPAMPA
 Maria Conceição de Oliveira, UNIPLAC
 Wilson Engelmann, UNISINOS
 Giorgio Eugenio Oscare Giacaglia, UNITAU
 Pedro Paulo Leite do Prado, UNITAU
 Luiz Eduardo Nicolini do Patrocínio Nunes, UNITAU
 Adriana Araujo Diniz, UNIV. ESTADUAL DO MARANHÃO
 Danilo Émmerson Nascimento Silva, UNIV. FEDERAL DE PERNAMBUCO
 Adelar João Pizetta, UNIV. FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
 Adriana Fiorotti Campos, UNIV. FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
 Adriana Demite Stephani Carvalho, UNIV. FEDERAL DO TOCANTINS
 Ademir Gomes Ferraz, UNIV. FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
 Rudimar Luís Scaranto Dazzi, UNIVALI
 Carlos Nabil Ghobril, Universidade de São Paulo - USP
 Filomena Maria Cordeiro Moita, Universidade Estadual da Paraíba
 Márcia Maria Melo Araújo, Universidade Estadual de Goiás
 Élsio José Corá, Universidade Federal da Fronteira do Sul - UFFS
 Edemar Rotta, Universidade Federal da Fronteira do Sul - UFFS
 Walter Roberto Hernández Vergara, Universidade Federal de Grande Dourados - FAEN-UFGD
 Édison Martinho da Silva Difante, Universidade Federal de Passo Fundo - RS
 Antonio Amaral Barbosa, Universidade Federal de Pelotas
 João Carlos Gomes, Universidade Federal de Rondônia
 ANA EUCARES VON LAER, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM
 André Riani Costa Perinotto, Universidade Federal Do Piauí, Campus De Parnaíba
 Diogo da Silva Cardoso, UFRJ.
 Cláudia Moura de Melo, Universidade Tiradentes.
 Osvaldo Yoshimi Tanaka, USP
 Ana Cristina D'andretta Tanaka, USP
 Heloiza Helena Gomes de Matos, USP
 Rodrigo Pinto de Siqueira, USP - Lorena
 José Leandro Casa Nova Almeida, USS
 Adalberto Matoski, UTFPR
 Guataçara dos Santos Junior, UTFPR
 Rita de Cassia da Luz Stadler, UTFPR
 Juarez da Silva Thiesen, UTFPR
 Maria de Lourdes Bernartt, UTFPR
 Alessandro Jaquil Waclawovsky, UTFPR
 Pedro Ramos da Costa Neto, UTFPR
 Frieda Saicla Barros, UTFPR
 Rogério Marcos da Silva, UTFPR
 Gerson Máximo Tiepolo, UTFPR
 Jair Urbanetz Junior, UTFPR
 Ariel Orlei Michaloski, UTFPR
 Fabiana de Fátima Giacomini, UTFPR
 Ieda Viana, UTP
 Camila Nunes de Moraes Ribeiro, UTP
 Angela Ribas, UTP
 Sandro Germano, UTP
 Maria Rose Jane Ribeiro Albuquerque, UVA- Acaraú

EDITORIAL

A SODEBRAS – Soluções Para o Desenvolvimento do País – publica artigos científicos das mais diferentes áreas do conhecimento. Devido seu caráter interdisciplinar e a qualidade de seu corpo editorial a Revista tem sido utilizada por pesquisadores do Brasil e do mundo, para publicar estudos de alta relevância para o desenvolvimento técnico-científico da sociedade humana. Além disso, a SODEBRAS conta com o apoio da UNALAR, editora que está no mercado há mais de duas décadas; e também do ITANACIONAL, instituto de ensino e pesquisa localizado em Cisneiros - distrito de Palma-MG. Para contribuir com uma dinâmica ainda maior, no que diz respeito à circulação e a produção do conhecimento, a SODEBRAS adota uma periodização mensal. Sabe-se que em um mundo de rápidas mudanças e de constantes transformações a ciência precisa estar na vanguarda da propagação de informações. Além disso, as edições possuem formato eletrônico de acesso livre e gratuito, assim como indexação nacional e internacional. Abaixo, os artigos desta edição e seus respectivos autores.

Esta edição, a de número 190, publicada no mês de outubro de 2021, proporciona ao leitor o contato com diversas pesquisas científicas, de várias áreas do conhecimento humano.

Ricardo Augusto Ferraz Borges, Mariana de Aragão Pereira, Dionísio Machado Leite Filho são autores de “PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS LEGADOS PARA O AGRONEGÓCIO”.

José Barbosa Filho, Diogo Del Fiori e Antonio Tadeu Barbosa dos Santos Fontile são os pesquisadores de “VALORAÇÃO ECONÔMICA POR MEIO DA ESTIMAÇÃO DA DISPOSIÇÃO À PAGAR DOS INDIVÍDUOS ENTREVISTADOS PARA MITIGAR O IMPACTO AMBIENTAL DECORRENTE DOS RESÍDUOS GERADOS PELO TRANSPORTE FLUVIAL NO PORTO DA "MANAUS MODERNA" PARA O PERÍODO DE MAIO A DEZEMBRO DE 2010”.

“LEOPOLDO DE FREITAS E O ENSINO DA LITERATURA BRASILEIRA”
é de autoria de Marcio Roberto Pereira.

“CHRISTIANITY, ENVIRONMENT AND ECOTHEOLOGY IN AN INTERDISCIPLINARY PERSPECTIVE” é uma contribuição dos pesquisadores Paulo Jonas dos Santos Júnior, Pedro Henrique Caetano Figueira, Silvana Duarte Gonçalves dos Santos e Teófilo Miguel de Souza.

“METODOLOGIA ATIVA DE JOGOS E OS ESTILOS DE APRENDIZAGEM: ESTUDO, APLICAÇÃO E PERSPECTIVAS” é de autoria dos pesquisadores Júlio César Benfenatti Ferreira, Adriana Giarola Vilamaior e Allan Rafael Nunes Medeiros.

Andreia Guerra Siman, Flávia Batista Barbosa de Sá Diaz, André Teixeira da Costa e Alexandre Santos Brandão são autores de “DESENVOLVIMENTO DE CÁPSULA PARA PROTEÇÃO DOS PROFISSIONAIS DE SAÚDE DURANTE O MANEJO DO TRATO RESPIRATÓRIO”.

“MORBIMORTALIDADE DA SÍFILIS NO ESTADO DO TOCANTINS NOS ANOS DE 2010 A 2020” é fruto de pesquisas de Maria Aparecida Lopes de Sousa Raul, Karollyne Santana Paixão, Wagner dos Santos Mariano e Domenica Palomaris Mariano de Souza.

“QUEDAS E PROBLEMAS VISUAIS EM UMA POPULAÇÃO ADULTA” é de Maria Cecília Leite de Moraes, Climene Laura de Camargo, Robson da Costa Oliveira e Sélton Diniz de Santos.

“SANEAMENTO E DOENÇAS VINCULADAS AOS RECURSOS HÍDRICOS (ESQUISTOSSOMOSE) NA REGIÃO DE SAÚDE DE IPATINGA, MINAS GERAIS” é uma pesquisa de Alexandre Sylvio Vieira Da Costa.

“PRODUÇÃO DE OVOS EM SISTEMAS NÃO CONVENCIONAIS: INOVAÇÕES NA ÁREA DE SAÚDE” é de autoria dos pesquisadores César Giordano Gêmero, Antonio Wagner Pereira Lopes, Vera Lúcia Silveira Botta Ferrante, José Maria Gusman Ferraz e Cesar Augusto Feliciano.

Samuel Oliveira Silva Bianch e João Gabriel Rocha Silva são os autores de “ANÁLISE DE ROBUSTEZ DE REDES PEER-TO-PEER UTILIZANDO MÉTRICAS DE RANKING”.

“COMPLEMENTARIEDADE HIDRO-SOLAR PARA USINAS HIDRELÉTRICAS EM PERÍODOS DE SECA PROLONGADA” é um estudo de autoria de Jorge Daniel Páez Mendieta e Ieda Geriberto Hidalgo.

“ANÁLISE DO COMPORTAMENTO, EM TERMOS DE PERTURBAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS CONDUZIDA, EM CONJUNTOS DE LÂMPADAS LED” é um estudo dos pesquisadores Eduardo Lourenço de Sousa, Keyla Rezende Cardoso, Marcio Zamboti Fortes e Adriano Pinheiros Fragoso.

“AUMENTO DA DISPONIBILIDADE DE PONTES ROLANTES ATRAVÉS DO USO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE” é a contribuição de Etelinda de Deus Araújo, Luis Manuel Pio de Sousa, Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes, Rômulo Fernandes da Silva e Marcos Ronaldo Albertin.

DESAFIOS E INICIATIVAS PARA INIBIR AS BARREIRAS DE PENETRAÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO MERCADO BRASILEIRO é um trabalho de Gabrielle dos Santos Marques, Marcos Ronaldo Albertin, Marcos Charles Pinheiro Baltazar e Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes.

Boa leitura
Prof. Dr. Paulo Jonas dos Santos Júnior
Editor Adjunto – Revista SODEBRAS

Área: Interdisciplinar

9-2	PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS LEGADOS PARA O AGRONEGÓCIO LEGACY SYSTEMS INTEGRATION PROPOSAL FOR AGRIBUSINESS Ricardo Augusto Ferraz Borges; Mariana de Aragão Pereira; Dionísio Machado Leite Filho
-----	---



Artigo recebido em 12/08/2021.
Publicado em 28/10/2021.

Revista SODEBRAS – Volume 16
Nº 190 – OUTUBRO/ 2021

PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS LEGADOS PARA O AGRONEGÓCIO

LEGACY SYSTEMS INTEGRATION PROPOSAL FOR AGRIBUSINESS

Ricardo Augusto Ferraz Borges¹
Mariana de Aragão Pereira²
Dionísio Machado Leite Filho³

Resumo – Mesmo sendo, muitas vezes, críticos às estratégias de instituições, os Sistemas Legados dificilmente conseguem acompanhar a evolução tecnológica, tornando-se obsoletos. Este trabalho trata a modernização de suas arquiteturas, seja para microsistemas ou arquitetura orientada a serviços, como método viável para garantir a interoperabilidade, cuja falta é comum nestes tipos de sistemas. Como estudo de caso, temos dois aplicativos usados pelo agronegócio (CustoBov e ControlPec) e que também operam com dados de natureza semelhante. Utilizando diagramações, é proposto um método genérico para o desenvolvimento de um Sistema Integrador capaz de oferecer a interoperabilidade entre os Sistemas Legados, independente da base arquitetônica escolhida no processo de modernização, evitando limitações nos modelos de negócios das organizações, que geram impactos negativos às mesmas.

Palavras-chave: Sistema Legado. Modernização. Agronegócio.

Abstract – Even though it is mostly a critical element to company activities, Legacy Systems can hardly keep up with changing technology trends. In this paper, the architecture modernization is exposed as a viable option to provide software interoperability, a common need among this kind of systems. Through diagrams, it is proposed a generic method for developing an Integration System, capable to ensure software interoperability, despite of modernization processes architecture basis. Hence as case study two agribusiness applications, which input data have similar nature (CustoBov and ControlPec).

Keywords: Legacy Systems. System Modernization. Agribusiness.

¹ Fundação Universidade Federal do Mato Grosso Do Sul. Contato: ricardorafb@outlook.com.

² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Contato: mariana.pereira@embrapa.br.

³ Fundação Universidade Federal do Mato Grosso Do Sul. Contato: dionisio.leite@ufms.br.

I. INTRODUÇÃO

O agronegócio colabora significativamente para a economia brasileira. É apontado que a cada ano este setor oferece valores mais expressivos na participação do produto interno bruto (PIB), sendo que em 2020 o acumulado de seus bens e serviços corresponderam 26,6% do PIB total brasileiro (CNA; CEPEA, 2021).

Dado o devido valor e o modelo de negócio atual para a agropecuária, que objetiva a prática da sustentabilidade com uso racional e eficaz dos recursos, seja humano, material ou financeiro, os processos gerenciais assumem uma posição de importância, auxiliando a cumprir tal objetivo. Aliado aos processos gerenciais, está o processo de informatização, que possibilita aumentar a continuidade e controle da cadeia do agronegócio, além de facilitar a visualização, análise e síntese das funções produtivas (BAIRROS *et al.*, 2020).

Visando suprir essa demanda por tecnologia aplicada ao campo, há diversas empresas e políticas públicas que disponibilizam softwares, aplicativos ou ferramentas. Como é o caso da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), que tem por objetivo a geração de conhecimento e tecnologia para a agropecuária brasileira.

Contudo, diante da gama de softwares disponibilizados para o uso do trabalho em campo, observa-se um entrave quanto a interoperabilidade entre softwares, principalmente entre os mais recentes e os softwares mais antigos, também conhecidos como softwares legados. Seja pelo fato de terem suas concepções em diferentes épocas, ou em linguagens e arquiteturas incompatíveis ou até mesmo por empresas desenvolvedoras distintas, essa deficiência dificulta o uso de informações de diferentes programas, afetando na possibilidade de formação de um sistema gerencial mais completo (REZENDE, 2019).

A situação desejável seria que todos os programas complementares pudessem trocar dados entre si e estivessem preparados para compartilhar informações com futuras soluções tecnológicas.

Visando a solução dessa lacuna de comunicação, propõe-se a construção de um sistema de integração baseado em serviços de forma a modernizar os sistemas legados quanto ao compartilhamento de dados. Para tanto, será explorada e analisada a Arquitetura Orientada a Serviços, bem como a Arquitetura de Microsserviços.

Neste trabalho, será considerado, como estudo de caso, a aplicação do sistema proposto para sanar a deficiência de interoperabilidade entre dois softwares complementares (CustoBov e ControlPec), ambos oferecidos pela EMBRAPA e focados na gestão das atividades da pecuária de gado de corte.

A possibilidade de integrar sistemas já existentes de forma que esses softwares possam trabalhar de forma colaborativa é o que motiva o desenvolvimento deste trabalho.

A princípio serão explorados apenas dois sistemas, no entanto, pretende-se construir uma metodologia que possibilite a integração de vários sistemas legados sem a necessidade de construção de novos sistemas ou mesmo com modificações mínimas para seu funcionamento de forma colaborativa.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 – Agronegócio e tecnologia

Agronegócio envolve atividades desenvolvidas antes, dentro e depois da porteira do módulo de produção agropecuária, envolvendo a aquisição de insumos, armazenamento e distribuição de produtos (agrícolas e pecuários), bem como os itens

produzidos a partir deles (SENARA, 2015; SENARB, 2015; TRELOGAN; DAVIS; GOLDBERG, 1957).

O Brasil sustenta uma posição de destaque na exportação de diversas commodities agrícolas. O agronegócio suporta grande parte da economia nacional, imprimindo valores substanciais no PIB (CNA; CEPEA, 2020; KURESKI; MOREIRA; VEIGA, 2020).

Os métodos empregados na produção não são o único fator a contribuir para a competitividade do mercado, seja ele nacional ou internacional, contudo, expressa valor relevante quanto à atenção de empresários, já que a produtividade também no valor comercial vigente, como é exposto por Barriga (1995) e Gehlen (2001).

Quanto ao cenário mundial, o agronegócio é responsável pela maior parte da produção de alimentos. Contudo, deve lidar com constantes desafios inerentes à demanda por produtos e métodos de produção. Em Sundmaeker *et al.* (2016), é apontado que o método de produção de comida utilizado na atualidade, exige mais do que a capacidade que planeta pode oferecer em recursos naturais. Ainda indica que a situação ideal, seria que demanda por comida, ainda que alta, mantivesse uma pegada compatível à capacidade do globo.

Observando a relação da previsão do crescimento populacional e a sua demanda alimentar, a aplicação de tecnologias no campo pode ser um dos agentes de grande contribuição para a segurança alimentar mundial no futuro.

De acordo com Pérez-Freire *et al.* (2015), o negócio rural já foi considerado como estritamente tradicionalista, oferecendo recusa às inovações tecnológicas.

Contudo, apesar de não ocorrer uniformemente dentro de toda a comunidade rural, é cada vez mais expressiva, nos últimos anos, a adesão à tecnologia.

Em Begali *et al.* (2020) é salientado que o emprego da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) expressa contribuições significativas quanto à evolução do agronegócio, auxiliando, por exemplo, na melhoria da produtividade, qualidade e rapidez nas tomadas de decisões e redução de custos, ao captar e analisar dados, com isso começa a surgir o conceito de fazendas inteligentes.

Smart Farming é um conceito de gestão baseada na integração entre a TIC e a tecnologia IoT (Internet das coisas), de forma a fazer o uso da informática e tecnologia para melhor gerenciamento dos recursos agropecuários, como é abordado em Castrignanò *et al.* (2020). Dessa forma, tornou-se comum o uso de smartphones e outros sistemas computacionais para auxiliar no planejamento e manutenção de culturas e criações.

Segundo Katyal e Pandian (2020), devido aos benefícios entregues por este modelo de gestão, o agropecuarista contemporâneo que não utiliza essas novas tecnologias disponíveis ao campo, não se difere àquele do século passado, que utiliza apenas conhecimentos e maquinários de seus ancestrais. Com esse modelo de gestão, surgiram vários sistemas e esses sistemas ficaram em uso por algum tempo necessitando integração e adaptações às tecnologias atuais.

III. TRABALHOS RELACIONADOS

A aplicação de microsserviços em processos de melhorias e migração de software é contemporânea e abrange sistemas das mais diversas áreas, como por exemplo correções de erros de softwares (LENARDUZZI *et al.*, 2020; PRASANDY *et al.*, 2020), gerenciamento de energia (LYU *et al.*, 2020), criação de plataformas para integração de análises (LU *et al.*, 2020), *BigData* (MIAO *et al.*, 2020) e vendas (PARK; KIM; YEOM, 2020).

Macedo, Silva e Filho (2020) propõem um modelo de infraestrutura para a execução de algoritmos de agrupamento de Fluxo Contínuo de Dados. Neste estudo, a arquitetura baseada em microsserviços é utilizada para a concepção de um ambiente escalonável, de baixo custo e que promovesse melhora na eficácia no armazenamento dos dados gerados.

Observando a necessidade do uso da Smart Farming e sua filosofia de conectar os processos de produção (antes, dentro e fora da porteira), Trilles, Gonzáles-Perez e Huerta (2020) propõem uma plataforma IoT, sem servidor, baseada em microsserviços.

Seguindo este conceito, foi desenvolvida e validada uma aplicação voltada para a melhora da produção de vinho, conectando diferentes dispositivos IoT já existentes.

Ainda no ramo agropecuário, em Taneja *et al.* (2019) o comportamento e saúde animal, de uma leiteria, são analisados e monitorados por uma plataforma IoT baseada nos conceitos de microsserviços associados à computação em nuvem, visando melhorar as práticas produção e aumentá-la.

Quanto ao emprego do SOA, mesmo sendo um método mais antigo que Microsserviços, ainda é presente na comunidade científica como solução arquitetônica viável para diferentes temas, como em sistemas para redes neurais convolucionais (BRIESE *et al.*, 2020), para digital banking (MEGARGEL; MADJELISI; SHANKARARAMAN, 2020), para a indústria automotiva (UNSELD, 2020; VETTER *et al.*, 2020) e para a automação industrial (GOMES *et al.*, 2016; SIEFKE *et al.*, 2020).

É apresentado por Bakar, Razali e Jambari (2020), um apanhado de métodos e boas práticas para modernização de sistemas. São apontadas as fases a serem aplicadas em determinados métodos, além de destacar aspectos importantes a serem levados em consideração durante a modernização de um sistema. Nele é evidenciado a técnica de envelopamento (*wrapping*) em SOA como mais aplicada por ser economicamente viável, de rápida execução e por oferecer menos riscos, haja visto que essa técnica de envelopamento não afeta o software de maneira geral.

No ambiente agro, em Pratama *et al.* (2018), foi proposto o uso de SOA na filosofia *Smart Farming*, de forma a auxiliar os produtores a obterem maior rentabilidade ao criar comunicação e oportunidade de negócios diretamente com o consumidor final.

Observando modelos de negócios virtuais, Fajar *et al.* (2020), propõe a utilização de SOA em realidade e mapeamento virtual ligado ao negócio imobiliário, visando suprir a necessidade de visitas presenciais de potenciais compradores em imóveis, além de possibilitar a integração dos diferentes processos de negócios da indústria imobiliária.

IV. PROPOSTA

Utilizando métodos de modernização de sistema legado, é proposta a criação de um Sistema Integrador que possibilite a interoperabilidade de sistemas legado, seja com um outro legado ou outro sistema mais moderno.

Para a concepção desta solução, são consideradas a arquitetura orientada a serviços (SOA) e a Arquitetura de microsserviços (MSA), como estruturas viáveis ao processo de desenvolvimento do Integrador.

Diferente das arquiteturas monolíticas, que geralmente são utilizadas nos Sistemas Legados e que focam na aglomeração de todos os recursos em um único lugar, SOA e Microsserviços prezam pela flexibilização da estrutura.

Apesar de haver divergências entre autores, SOA é tida como uma arquitetura que facilita a interoperabilidade do sistema, bem como o reuso de serviços, e geralmente está atrelada ao uso de *Web Services*.

Já MSA é destacada pela autonomia e independência de cada microsserviço, graças ao processo de containerização utilizado em sua concepção, o que faz com que a inoperância de um serviço não afete outros de um mesmo sistema.

V. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 – Estudo de caso

Sabe-se que há uma grande variedade de aplicações, sejam elas nativas, móveis ou híbridas, que atendem o ciclo do agronegócio. Optou-se, então, por estabelecer alguns parâmetros para a escolha dos aplicativos a serem abordados no estudo de caso.

Nestes parâmetros, foi destacada importância do segmento da produção agropecuária básica, por exercer grande influência no balanço financeiro do setor agropecuário.

E, tendo em vista as informações expostas na série histórica das participações dos ramos do agronegócio, frente à constituição do PIB total brasileiro (CEPEA; CNA, 2021), o ramo da pecuária apresenta valores participativos crescentes ao longo dos anos analisados (1996 a 2020), entretanto são pouco expressivos quando comparados com os resultados provenientes do setor agrícola, que equivalem, anualmente, mais de 2/3 da composição do PIB do agronegócio.

Além das situações anteriores, visando beneficiar uma maior quantidade da população envolvida nas atividades em questão, os aplicativos não deveriam gerar gastos adicionais aos custos da propriedade.

Sendo assim, no intuito de proporcionar oportunidades de melhora de desempenho do setor pecuário, junto à sua cota no PIB, foram analisados aplicativos que atendessem atividades exercidas em propriedades rurais atuantes no segmento animal e que prezassem pela gratuidade de seus serviços.

Por fim, para esta pesquisa, foram utilizados os *softwares* CustoBov e ControlPec para o estudo de caso. Ambos atendem os critérios de escolha previamente estabelecidos, sendo ferramentas para controle na pecuária de corte e aplicações com falta de interoperabilidade com outros sistemas, inclusive entre si, apesar de serem resultados de iniciativas de uma mesma empresa, a Embrapa Gado de Corte.

5.1.1 – CustoBov

Costa *et al.* (2017) apontam que grande parte das fazendas de gado de corte não utilizam indicadores econômicos de forma ampla. No entanto, com uso do aplicativo CustoBov, associado à outras ferramentas, espera-se proporcionar um melhor cenário de gestão no agronegócio.

Observando os produtores e técnicos como público-alvo, o CustoBov é estruturado em formato de planilha, de forma simplificada, e trata informações referentes aos fluxos de materiais (estoque) e financeiro (como, por exemplo, a compra e venda, valor de mercado e depreciação).

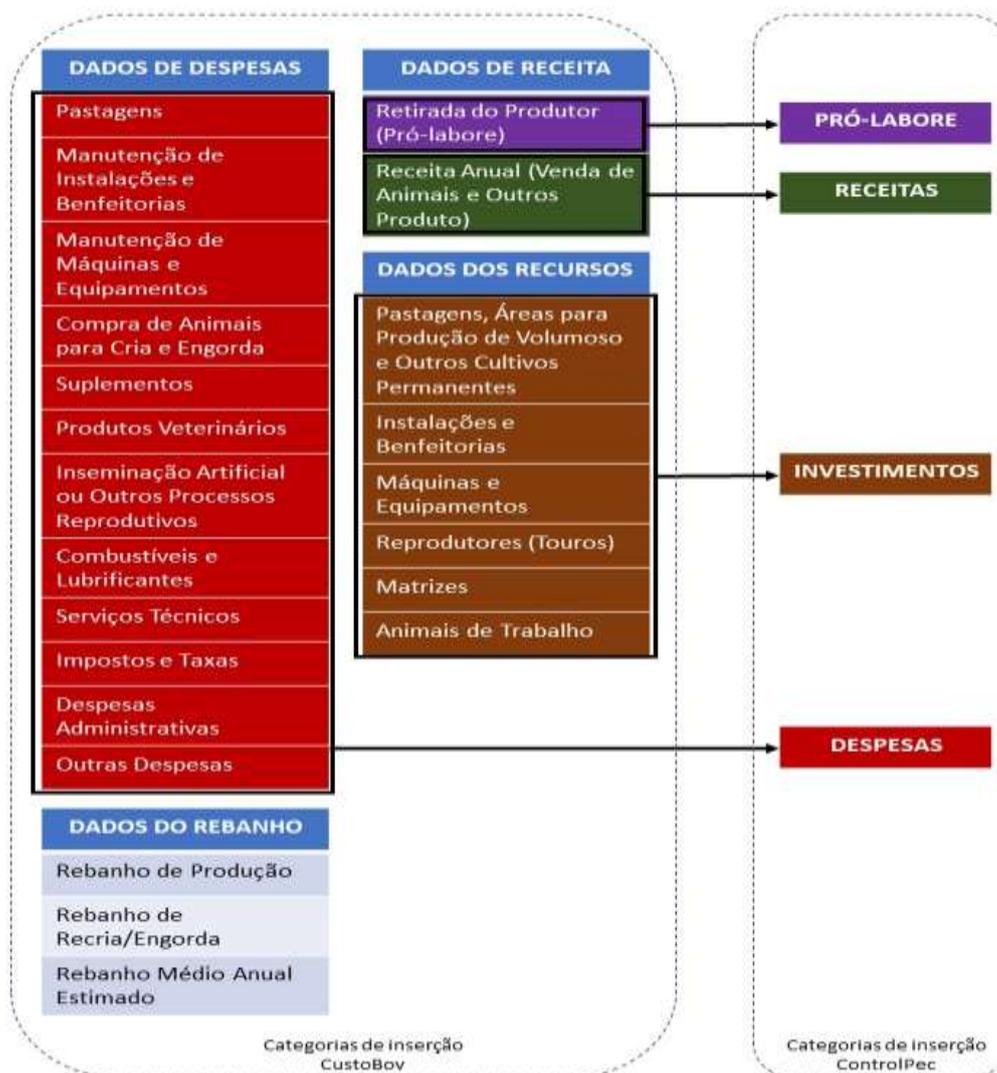
5.1.2 – ControlPec

Este aplicativo, uma vez que não segue as regras formais da contabilidade, não pode ser usado com sistema contábil, no entanto, pode fornecer informações financeiras para alimentar um sistema desta natureza (COSTA; CORRÊA, 2006; PEREIRA, 2014). Atualmente há 2 versões da aplicação: uma, já consolidada, ambientada em planilha Excel, e um protótipo funcional (Beta Test) na versão web. Em ambas as variantes, a inserção de dados deve ser feita manualmente pelo usuário, sem opções de importação de dados.

5.1.3 – Integração CustoBov X ControlPec

Considerando a dedução deixada por Pereira (2014) quanto à possibilidade de o ControlPec sofrer modificações de acordo com a necessidade de compatibilidades, esta pesquisa propõe uma evolução não só neste aplicativo, mas também no CustoBov, buscando a compatibilidade e compartilhamento de dados entre estas duas aplicações, haja visto, ambos possuem algumas entradas de natureza semelhante, conforme observado na Figura 1.

Figura 1 – Correlação entre CustoBov e Controlpec



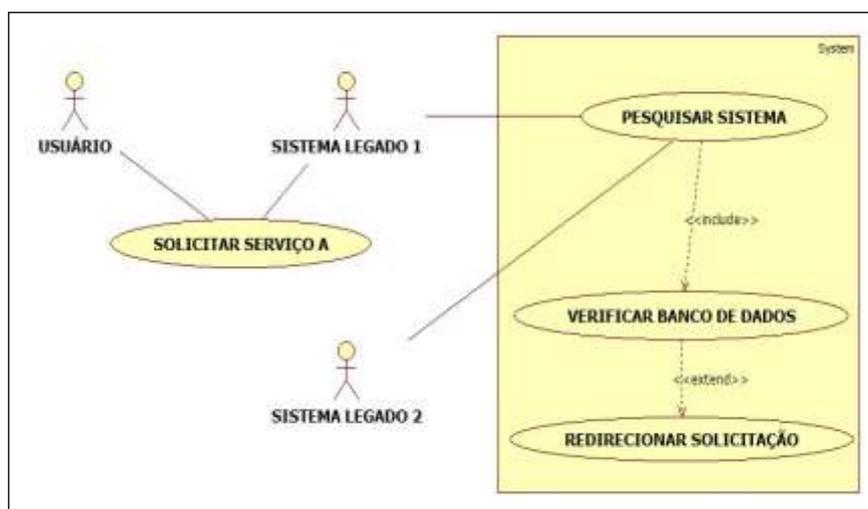
Fonte: Autores, 2021.

A Figura 1 apresenta um diagrama das seções editáveis tanto do CustoBov quanto do ControlPec. Dessa forma, é possível visualizar a relação de dados em comum entre os aplicativos, quanto à sua natureza. Observa-se que os itens do CustoBov sob **DADOS DE DESPESA** e **DADOS DE RECURSOS** podem ser associados, respectivamente, às seções **DESPESAS** e **INVESTIMENTOS** do ControlPec. Da mesma maneira, pode-se associar os itens **Retirada do Produto (Pró-labore)** e **Receita Anual (Venda de Animais e outros Produtos)**, às partições **PRÓ-LABORE** e **RECEITAS**.

Da mesma maneira, pode-se associar os itens Retirada do Produto (Pró-labore) e Receita Anual (Venda de Animais e outros Produtos), às partições PRÓ-LABORE e RECEITAS.

O uso de diagramações na modelagem serão cruciais para ilustrar melhor a comunicação pretendida com sistema de integração proposto. Em seguida, serão exibidos diagramas de caso de uso e de estado, ambas norteiam o desenvolvimento da presente pesquisa. A Figura 2 apresenta a visão geral da proposta.

Figura 2 – Diagrama de caso de uso proposto



Fonte: Autores, 2021.

A Figura 2 apresenta o caso de uso a ser considerado neste trabalho, a solicitação de serviços indisponíveis na aplicação em utilização imediata.

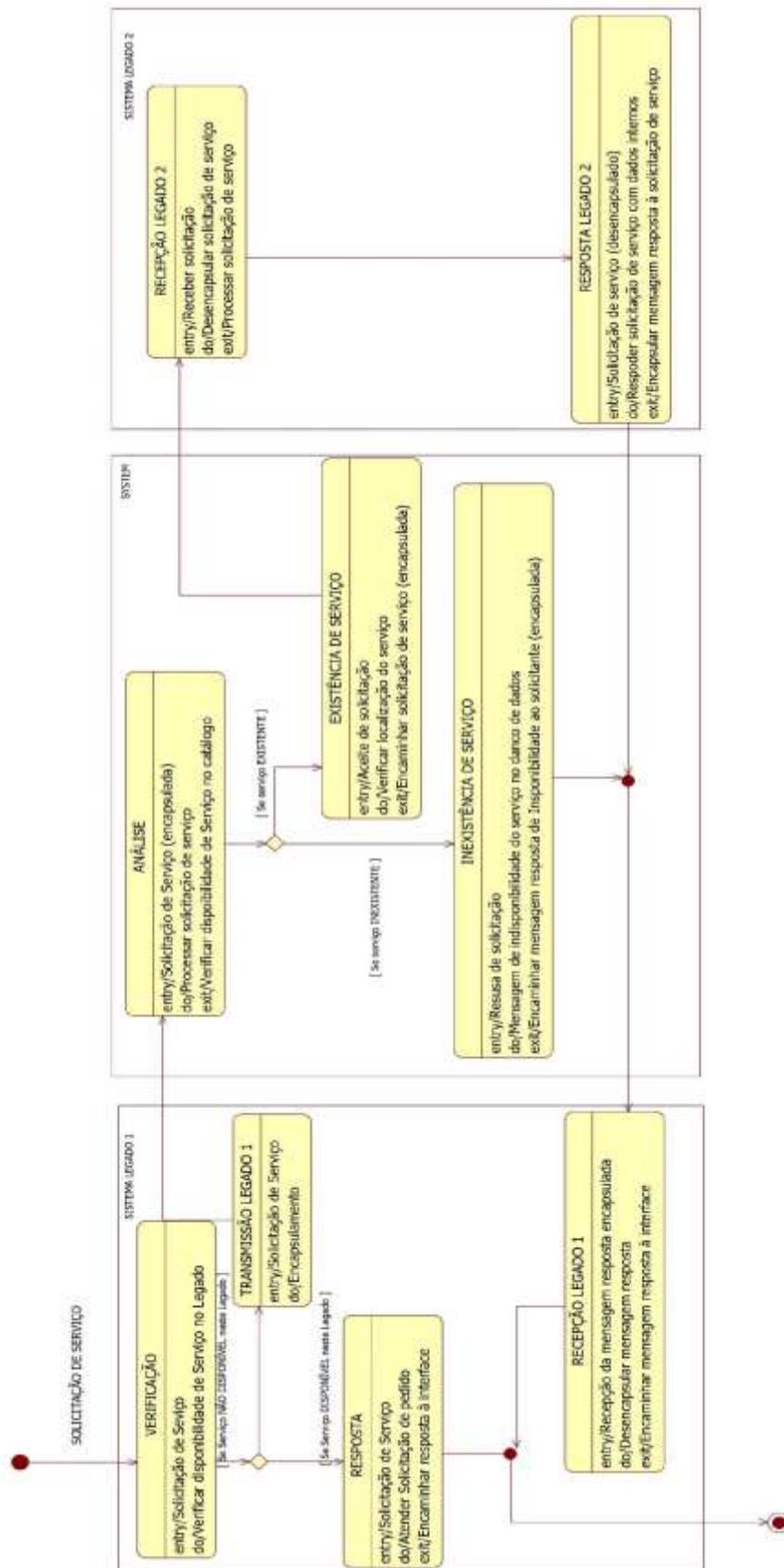
Nesta Figura são representados os atores (USUÁRIO, SISTEMA LEGADO 1 e SISTEMA LEGADO 2) que irão realizar a interação com o sistema proposto (SYSTEM), seja direta ou indiretamente.

A integração, realizada por SYSTEM, ocorre apenas por demanda. Sua atividade, em visão macro, consiste em pesquisar, em seu banco de dados, algum sistema que possa atender o pedido e estabelecer a comunicação entre o solicitante e o fornecedor do serviço.

Considerando soluções que garantam, também, comunicação entre sistemas de arquiteturas diferenciadas, utilizou-se o princípio de encapsulamento (*wrapping*), como também observado, por exemplo em Bakar, Razali e Jambari (2020) e em Megargel, Madjelisi e Shankararaman (2020)

Ainda sobre imagem de caso de uso proposto, é preciso apontar que como este diagrama representa uma visão ampla do processo proposto, ou seja, sem apontamentos nominal de atores, o SISTEMA LEGADO 1 e SISTEMA LEGADO 2, podem ser assumidos tanto pelo CustoBov quanto pelo ControlPec.

Figura 3 – Digrama de estado proposto



Fonte: Autores, 2021.

O diagrama da Figura 3 demonstra o comportamento dos elementos dinâmicos do modelo proposto. O processo inicia-se com a entrada de “SOLICITAÇÃO DE SERVIÇO” no SISTEMA LEGADO 1, que irá verificar se o serviço é presente em seu sistema. Caso seja, ele vai atender à solicitação e encaminhar a resposta para visualização na interface.

Caso não haja o serviço no LEGADO 1, este irá encapsular a solicitação e encaminhar ao SYSTEM, que fará o papel integrador. Este integrador, irá receber a solicitação, verificar se há algum sistema integrado que possua tal serviço. Não havendo sistemas que satisfaçam esta necessidade, será informado ao LEGADO 1 a inexistência do serviço. O Legado 1 por sua vez, ao receber a resposta negativa irá encaminhá-la para visualização de sua na interface.

Contudo, se houver algum sistema no catálogo do integrador, que possa fornecer o serviço solicitado, o integrador irá localizar o sistema em questão e reencaminhar a solicitação a ele, no nosso caso o SISTEMA LEGADO 2.

Ao receber a informação de solicitação, o SISTEMA LEGADO 2 irá desencapsular a solicitação de serviço, processá-la, encapsular a resposta e encaminhá-la ao SYSTEM, que por sua vez encaminhará para o SISTEMA LEGADO 1, que desencapsulará a resposta e irá disponibilizar em sua interface.

Tanto a SOA quanto a arquitetura de microsserviços poderão ser utilizadas como base para integração dos sistemas legados, empregados no estudo de caso em questão, pois ambas arquiteturas possuem paradigmas que auxiliarão no processo da pesquisa, principalmente devido à granularidade e baixo acoplamento de seus componentes de aplicação, além da desnecessidade de realizar a reengenharia nos sistemas legado.

VI. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

A necessidade de empresas conseguirem acompanhar a evolução tecnológica é verdadeira, uma vez que seus negócios sejam apoiados por softwares.

Este artigo, segue a linha de pesquisa dos estudos relacionados ao tema que, apresenta a possibilidade de lidar com o problema da falta de interoperabilidade, que é de comum ocorrência em Sistemas Legados, acarretando em possíveis limitações no modelo de negócio da a organização usuária, ou até mesmo na evolução da marca frente ao mercado atuante.

A modernização de sistemas, seja utilizando arquitetura orientada a serviços ou arquitetura de microsserviços, pode ser uma solução viável, propiciando menor intervenção no código original do software, o que acarreta a redução de riscos no decorrer do processo interventivo.

A melhoria pode verificada através do estudo comparativo entre as performances da aplicação, de antes e depois de um processo de modernização por mudança de arquitetura, realizado por Tapia *et al.* (2020). No geral, não houve grande diferenças de desempenho, contudo foi apontado que, pós modernização, há maior eficiência em termos de recursos de hardware, reduções de custo e aumento da produtividade.

Futuramente, será necessário a implementação da modelagem, dando enfoque à visão específica aplicada ao tipo de arquitetura a ser selecionada.

Para a escolha da estrutura, deverão ser considerados não só os pontos positivos e negativos de cada uma, mas também os planos futuros da empresa e do próprio sistema modernizado. A quantidade de usuários e subsistemas atrelados ao software modernizado são exemplos de aspectos importantes a serem considerados no momento de escolha.

Por fim, deve-se dar continuidade à construção, de protótipos da solução modernizada, junto à elaboração e execução de processos de validação e a entrega do sistema modernizado já operacional.

VII. REFERÊNCIAS

BAIROS, Gisela; DE CARVALHO, Henry Gomes; CAMARGO, Sandro Da Silva; DO NASCIMENTO LAMPERT, Vinicius. **Aplicativo mobile para auxílio à decisões operacionais de campo na produção de bovinos de corte**. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, [S. l.], v. 12, n. 2, 2020.

BAKAR, Humairath K. M. Abu; RAZALI, Rozilawati; JAMBARI, Dian Indrayani. A Guidance to Legacy Systems Modernization. **International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. 1042, 2020. DOI: 10.18517/ijaseit.10.3.10265. Disponível em: http://ijaseit.insightsociety.org/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=1&article_id=10265. Acesso em 07 set 2021.

BARRIGA, Claudio. Tecnologia e competitividade em agronegócios. **Revista de Administração**, São Paulo, [S. l.], v. 30, n. 4, p. 83–90, 1995.

BEGALI, Luiz Ricardo; CARVALHO, Eduardo Gomes; RODRIGUES, Weider Pereira; DA SILVA, Lázaro Eduardo. Tecnologia da Informação e Agronegócio: principais referências bibliográficas. **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**, [S. l.], p. 39, 2020.

BRIESE, Clemens; SCHLÜTER, Marian; LEHR, Jan; MAURER, Katarina; KRÜGER, Jörg. Towards Deep Learning in Industrial Applications Taking Advantage of Service-Oriented Architectures. **Procedia Manufacturing**, [S. l.], v. 43, p. 503–510, 2020. DOI: 10.1016/j.promfg.2020.02.182.

CASTRIGNANÒ, Annamaria; KHOSLA, Raj; MOSHOU, Dimitrios; BUTTAFUOCO, Gabriele; MOUAZEN, Abdul M.; NAUD, Olivier. **Agricultural internet of things and decision support for precision smart farming**. [s.l.] : Academic Press, 2020. DOI: 10.1016/c2018-0-00051-1.

CEPEA, CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA; CNA, CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **PIB do agronegócio brasileiro de 1996 a 2020**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em 08 set 2021.

CNA; CEPEA. **PIB Do Agronegócio Cresce 3,81% em 2019 PIB do agronegócio**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/boletins/sut.pib_dez_2020.5mar2020vf.pdf. Acesso em 05 set 2021.

CNA; CEPEA. **PIB do Agronegócio alcança participação de 26,6% no PIB brasileiro em 2020 PIB do agronegócio**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/boletins/sut.pib_dez_2020.9mar2021.pdf. Acesso em 01 set 2021.

COSTA, F. P.; PEREIRA, M. de A.; DE QUEIROZ, H. P.; MALAFAIA, G. C. CUSTObov: aplicativo para controle de custos e margens da bovinocultura de corte. **Embrapa Gado de Corte-Documentos (INFOTECA-E)**, [S. l.], 2017.

COSTA, Fernando Paim; CORRÊA, Eduardo Simões. **Controlpec 1.0: Controle financeiro simplificado para a fazenda de pecuária de corte**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, [S. l.], 2006.

FAJAR, Ahmad Nurul; QOMARIYAH, Nunung Nurul; ALBERT; SIREGAR, Baihaqi. **Implementation on Indonesian property real estate industry based on service oriented architecture**. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2020, Anais [...]. [s.l.: s.n.] p. 12100. DOI: 10.1088/1757-899X/725/1/012100.

GEHLEN,IVALDO. Pesquisa, tecnologia e competitividade na agropecuária brasileira. **Sociologias**, Porto Alegre, v. 3, n. 6, p. 70–93, 2001. DOI: 10.1590/S1517-45222001000200005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-45222001000200005&lng=pt&tlng=pt. Acesso em 31 ago 2021.

GOMES, H. G. C.; VIDAL, C. J.; MAGALHÃES, Demétrio Renó; CARVALHO, F. P.; CRUZ, M. S. A.; PAGANOTO, S. F.; PENAFORTE, W. D. S. A utilização de AngularJS e SignalR em sistema supervisorio. **Revista Sodebras [on line]**, [S. l.], v. 11, n. 129, p. 138–140, 2016. Disponível em: <http://www.sodebras.com.br/edicoes/N129.pdf>. Acesso em 01 set 2021.

KATYAL, Nipun; PANDIAN, B. Jaganatha. **A Comparative Study of Conventional and Smart Farming**. In: Emerging Technologies for Agriculture and Environment. [s.l.]: Springer, 2020. p. 1–8. DOI: 10.1007/978-981-13-7968-0_1.

KURESKI, Ricardo; MOREIRA, Vilmar Rodrigues; VEIGA, Claudimar Pereira Da. Participação do agronegócio na estrutura econômica de uma região brasileira: análise do PIB e dos impostos indiretos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [S. l.], v. 58, n. 3, 2020.

LENARDUZZI, Valentina; LOMIO, Francesco; SAARIMÄKI, Nyyti; TAIBI, Davide. Does migrating a monolithic system to microservices decrease the technical debt? **Journal of Systems and Software**, [S. l.], v. 169, p. 110710, 2020. DOI: 10.1016/j.jss.2020.110710. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0164121220301539>. Acesso em 04 set 2021.

LU, Wanjie; XU, Qing; LAN, Chaozhen; LYU, Liang; ZHOU, Yang; SHI, Qunshan; ZHAO, Yinghao. Microservice-Based Platform for Space Situational Awareness Data Analytics. **International Journal of Aerospace Engineering**, [S. l.], v. 2020, 2020. DOI: 10.1155/2020/8149034.

LYU, Zhongliang; WEI, Hua; BAI, Xiaoqing; LIAN, Chunjie. Microservice-Based Architecture for an Energy Management System. **IEEE Systems Journal**, [S. l.], v. 14, n. 4, p. 5061–5072, 2020.

MACEDO, G. O.; SILVA, J. A.; FILHO, D. M. L. Um modelo de infraestrutura de microsserviços para algoritmos de agrupamento de Fluxos Contínuos de Dados. **Revista Sodebras [on line]**, [S. l.], v. 15, n. 178, p. 48–52, 2020. DOI: 10.29367/issn.1809-3957.15.2020.178.48. Disponível em: <http://sodebras.com.br/edicoes/N178.pdf>. Acesso em 01 set 2021.

MEGARGEL, Alan; MADJELISI, Ali; SHANKARARAMAN, Venky. Digital banking accelerator: A Service-Oriented Architecture starter kit for banks. **IEEE Software**, [S. l.], 2020.

MIAO, Kehua; LI, Jie; HONG, Wenxing; CHEN, Mingtao. A Microservice-Based Big Data Analysis Platform for Online Educational Applications. **Scientific Programming**, [S. l.], v. 2020, 2020. DOI: 10.1155/2020/6929750.

PARK, Joonseok; KIM, Daeho; YEOM, Keunhyuk. An Approach for Reconstructing Applications to Develop Container-Based Microservices. **Mobile Information Systems**, [S. l.], v. 2020, 2020. DOI: 10.1155/2020/4295937.

PEREIRA, M. de A. **Controlando as finanças da fazenda com o Controlpec**. In: Embrapa Gado de Corte-Artigo em Anais de Congresso (ALICE) 2014, Anais [...]. [s.l.: s.n.]

PÉREZ-FREIRE, L.; BRILLOUET, L.; ALVAREZ-DIAZ, M.; GARCIA-COEGO, D.; JIMÉNEZ, A.; MURARD, L. Smart Farming and Food Safety Internet of Things Applications-Challenges for Large Scale Implementations 2015. **Brussels: Alliance for the Internet of Things Innovation (AIOTI)**, [S. l.], 2015.

PRASANDY, Teguh; TITAN; MURAD, Dina Fitria; DARWIS, Taufik. **Migrating application from monolith to microservices**. In: Proceedings of 2020 International Conference on Information Management and Technology, ICIMTECH 2020 2020, Anais [...]. [s.l.: s.n.] p. 726–731. DOI: 10.1109/ICIMTech50083.2020.9211252.

PRATAMA, Brolyn; SFENRIANTO, Sfenrianto; FAJAR, Ahmad Nurul; AMYUS, Arinda; NURBADI, Rayan. **A smart agriculture systems based on service oriented architecture**. In: Proceedings - 2018 3RD International Conference on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering, ICITISEE 2018, Anais [...]. [s.l.: s.n.] p. 281–286. DOI: 10.1109/ICITISEE.2018.8720989.

REZENDE, Alexandre Cantini. **Interoperabilidade e Legado: por que ninguém fala disso?** Anais XIII CODAIP, [S. l.], p. 105, 2019.

SENARA. **Curso técnico em agronegócio: introdução ao agronegócio**. Brasília: SENAR, 2015.

SENARB. **Curso técnico em agronegócio: políticas públicas para o agronegócio**. [s.l.] : SENAR, 2015.

SIEFKE, Lennart; SOMMER, Volker; WUDKA, Björn; THOMAS, Carsten. Robotic systems of systems based on a decentralized service-oriented architecture. **Robotics**, [S. l.], v. 9, n. 4, p. 1–10, 2020. DOI: 10.3390/robotics9040078.

SUNDMAEKER, Harald; VERDOUW, Cor; WOLFERT, Sjaak; FREIRE, Luis Pérez. **Internet of food and farm 2020**. In: Digitising the Industry Internet of Things Connecting the Physical, Digital and Virtual Worlds. [s.l.] : River Publishers, 2016. p. 129–151.

TANEJA, Mohit; JALODIA, Nikita; BYABAZAIRE, John; DAVY, Alan; OLARIU, Cristian. SmartHerd management: A microservices-based fog computing–assisted IoT platform towards data-driven smart dairy farming. **Software - Practice and Experience**, [S. l.], v. 49, n. 7, p. 1055–1078, 2019. DOI: 10.1002/spe.2704.

TAPIA, Freddy; MORA, Miguel ángel; FUERTES, Walter; AULES, Hernán; FLORES, Edwin; TOULKERIDIS, Theofilos. From monolithic systems to microservices: A comparative study of performance. **Applied Sciences (Switzerland)**, [S. l.], v. 10, n. 17, p. 5797, 2020. DOI: 10.3390/app10175797.

TRELOGAN, Harry C.; DAVIS, John H.; GOLDBERG, Ray A. **A Concept of Agribusiness**. [s.l.]: Division of Research, Graduate School of Business

Administration, Harvard University, 1957. v. 22 DOI: 10.2307/1247221. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=kpu5AAAAIAAJ>. Acesso em 08 set 2021.

TRILLES, Sergio; GONZÁLEZ-PÉREZ, Alberto; HUERTA, Joaquín. An IoT platform based on microservices and serverless paradigms for smart farming purposes. **Sensors (Switzerland)**, [S. l.], v. 20, n. 8, p. 2418, 2020. DOI: 10.3390/s20082418.

UNSELD, Robert. “The result will be a service- oriented zone architecture”. **ATZelectronics worldwide**, [S. l.], v. 15, n. 5, p. 12–15, 2020. DOI: 10.1007/s38314-020-0217-z. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s38314-020-0217-z>. Acesso em 06 set 2021.

VETTER, Andreas; OBERGFELL, Philipp; GUISSOUMA, Housseem; GRIMM, Daniel; SAX, Eric; RUMEZ, Marcel. **Development Processes in Automotive Service-oriented Architectures**. In: 2020 9TH Mediterranean Conference on Embedded Computing, MECO 2020, Anais [...]. [s.l: s.n.] p. 1–7. DOI: 10.1109/MECO49872.2020.9134175.

VIII. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil.

IX. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

Área: Ciências Humanas e Sociais

6-3	<p>VALORAÇÃO ECONÔMICA POR MEIO DA ESTIMAÇÃO DA DISPOSIÇÃO À PAGAR DOS INDIVÍDUOS ENTREVISTADOS PARA MITIGAR O IMPACTO AMBIENTAL DECORRENTE DOS RESÍDUOS GERADOS PELO TRANSPORTE FLUVIAL NO PORTO DA "MANAUS MODERNA" PARA O PERÍODO DE MAIO A DEZEMBRO DE 2010</p> <p>ECONOMIC VALUE THROUGH THE ESTIMATION OF THE DISPOSITION TO PAY OF THE INDIVIDUALS INTERVIEWED TO MITIGATE THE ENVIRONMENTAL IMPACT RESULTING FROM WASTE GENERATED BY RIVER TRANSPORT IN THE PORT OF "MANAUS MODERNA" FOR THE PERIOD FROM MAY TO DECEMBER 2010</p> <p>José Barbosa Filho; Diogo Del Fiori; Antonio Tadeu Barbosa dos Santos Fontilei</p>
7-5	<p>LEOPOLDO DE FREITAS E O ENSINO DA LITERATURA BRASILEIRA</p> <p>LEOPOLDO DE FREITAS AND THE TEACHING OF BRAZILIAN LITERATURE</p> <p>Marcio Roberto Pereira</p>
7-6	<p>CHRISTIANITY, ENVIRONMENT AND ECOTHEOLOGY IN AN INTERDISCIPLINARY PERSPECTIVE</p> <p>CRISTIANISMO, MEIO AMBIENTE E ECOTEOLOGIA EM PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR</p> <p>Paulo Jonas dos Santos Júnior; Pedro Henrique Caetano Figueira; Silvana Duarte Gonçalves dos Santos; Teófilo Miguel de Souza</p>
7-8	<p>METODOLOGIA ATIVA DE JOGOS E OS ESTILOS DE APRENDIZAGEM: ESTUDO, APLICAÇÃO E PERSPECTIVAS</p> <p>GAME ACTIVE METHODOLOGY AND LEARNING STYLES: STUDY, APPLICATION AND PERSPECTIVES</p> <p>Júlio César Benfenatti Ferreira; Adriana Giarola Vilamaior; Allan Rafael Nunes Medeiros</p>



Artigo recebido em 22/07/2021.

Publicado em 28/10/2021.

Revista SODEBRAS – Volume 16

Nº 190 – OUTUBRO/ 2021

**VALORAÇÃO ECONÔMICA POR MEIO DA ESTIMAÇÃO DA
DISPOSIÇÃO À PAGAR DOS INDIVÍDUOS
ENTREVISTADOS PARA MITIGAR O IMPACTO
AMBIENTAL DECORRENTE DOS RESÍDUOS GERADOS
PELO TRANSPORTE FLUVIAL NO PORTO DA "MANAUS
MODERNA" PARA O PERÍODO DE MAIO A DEZEMBRO DE
2010**

*ECONOMIC VALUE THROUGH THE ESTIMATION OF THE
DISPOSITION TO PAY OF THE INDIVIDUALS INTERVIEWED TO
MITIGATE THE ENVIRONMENTAL IMPACT RESULTING FROM
WASTE GENERATED BY RIVER TRANSPORT IN THE PORT OF
"MANAUS MODERNA" FOR THE PERIOD FROM MAY TO
DECEMBER 2010*

José Barbosa Filho¹

Diogo Del Fiori²

Antonio Tadeu Barbosa dos Santos Fontilei³

Resumo - É fato que, com o grande crescimento populacional cresce também a demanda por serviços de transportes, sejam: terrestres, aéreos ou marítimos. No caso da Amazônia prevalece o último. Neste trabalho o foco principal pesquisado é o valor do custo ambiental associado à poluição dos rios decorrente do despejo de resíduos sólidos gerados pelo transporte fluvial, sejam de passageiros ou cargas, que tem como consequência a instabilidade de seu regime hidrológico favorecendo as inundações e comprometendo a qualidade da água. Uma das principais consequências disso é o aumento do volume de resíduos gerados nos deslocamentos. Um processo de tributação poderia minimizar os efeitos nocivos que até o momento são inevitáveis. Dessa forma, é possível considerar os seguintes questionamentos: “Os usuários do transporte fluvial estariam dispostos a pagar um valor monetário para a mitigação dos impactos ambientais decorrentes dos resíduos sólidos gerados? Na busca da resposta, pode-se considerar que a meta principal nesse trabalho é a de verificar se os usuários do transporte fluvial que aportam no cais da Manaus Moderna possuem disposição a pagar (DAP) um valor monetário, mensal, para mitigar os impactos ambientais decorrente dos resíduos gerados durante o deslocamento. Para estimar o DAP

¹ Universidade Federal do Amazonas. Contato: jbarbosa@ufam.edu.br.

² Universidade Federal do Amazonas. Contato: diogo_fiori123@yahoo.com.br.

³ Universidade Federal do Amazonas. Contato: fontilei@yahoo.com.br.

foram aplicados questionários nas entrevistas in locu por amostragens a um grupo de 384 entrevistados, aplicados no Porto da Manaus Moderna, que resultaram em planilhas elaboradas pelo Método de Valoração Contingente - MVC. Os valores de DAP sugeridos foram estimados com base num pré-teste, no qual o entrevistado estipulou o valor monetário que estaria disposto a pagar. A estimativa de DAP foi feita a partir do emprego dos modelos de probabilidade linear (MPL), probit e logístico (Logit model), bem como o modelo LOGIT e de acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que os usuários têm disposição a pagar, sendo esse valor de aproximadamente R\$ 67,00/usuário/mês. No entanto, a cobrança de um valor mensal torna-se impraticável, uma vez que a frequência de uso do serviço pelos usuários não é mensal e nem constante. Nesse sentido, sugere-se que novos trabalhos devam ser realizados para estimar o valor por deslocamento.

Palavras-chave: Contabilidade Ambiental. Amazônia. Método Contingente. Disposição a Pagar.

Abstract - It is a fact that, with the great population growth, the demand for transport services also grows, whether: land, air or sea. In the case of the Amazon, the latter prevails. In this work, the main focus researched is the value of the environmental cost associated with the pollution of rivers resulting from the dumping of solid waste generated by river transport, whether passenger or cargo, which results in the instability of its hydrological regime, favoring floods and compromising the water quality. One of the main consequences of this is the increase in the volume of waste generated during displacements. A taxation process could minimize the harmful effects that have been unavoidable so far. Thus, it is possible to consider the following questions: "Would river transport users be willing to pay a monetary amount to mitigate the environmental impacts arising from the solid waste generated? In the search for an answer, it can be considered that the main goal of this work is to verify whether river transport users who dock at the Manaus Moderna dock are willing to pay (DAP) a monthly monetary amount to mitigate environmental impacts resulting from the waste generated during the displacement. To estimate the DAP, questionnaires were applied in in locu interviews by sampling to a group of 384 interviewees, applied at the Port of Modern Manaus, which resulted in spreadsheets prepared by the Contingent Valuation Method - MVC. The suggested DAP values were estimated based on a pre-test, in which the respondent stipulated the monetary amount he would be willing to pay. The estimate of DAP was made from the use of linear probability (MPL), probit and logistic (Logit model) models, as well as the LOGIT model and according to the results obtained, it can be concluded that users are willing to pay, this amount being approximately R\$67.00/user/month. However, charging a monthly fee becomes impractical, since the frequency of use of the service by users is neither monthly nor constant. In this sense, it is suggested that further work should be carried out to estimate the value per displacement.

Keywords: Environmental Accounting. Amazon. Contingent Method. Willingness to Pay.

I. INTRODUÇÃO

É evidente que o aumento populacional substancial observado nos últimos dois séculos acarretou a elevação da demanda por transporte, sejam marítimos, aéreos e terrestres. Na Amazônia os rios se constituem as grandes rodovias amazônicas (SILVA E REGO, 2020). Nos dias atuais, existe uma preocupação crescente no que tange aos resíduos depositados nos igarapés e rios resultantes do transporte aquaviário, acarretando grandes impactos no meio ambiente, como mortalidade de peixes, diminuição da qualidade das águas, dentre outros (ARAÚJO E SCHOR, 2008).

Neste artigo, o foco principal pesquisado é o valor do custo ambiental associado à poluição dos rios decorrente do despejo de resíduos sólidos gerados pelo transporte fluvial, sejam de passageiros ou cargas, que tem como consequência a instabilidade de

seu regime hidrológico favorecendo as inundações e comprometendo a qualidade da água.

O objetivo deste artigo é realizar uma investigação empírica junto aos usuários do porto da Manaus Moderna, para a valoração econômica do meio da obtenção de um valor econômico que represente a importância ambiental desses recursos naturais para a população manauense. Em síntese o método da valoração ambiental consiste na aplicação de questionários visando capturar a DAP dos indivíduos para eliminar ou mitigar um determinado impacto ambiental. A DAP foi mensurada por meio da aplicação de questionários para 384 respondentes, que propiciaram o desenvolvimento de planilhas. Com base no teste inicial foi estipulado um intervalo entre o maior e o menor valor observado de DAP. Em seguida, utilizando uma rotina da planilha Microsoft Office Excel da 2007, foram gerados valores aleatórios de DAP, a fim de preencher os questionários definitivos.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Os resíduos sólidos

O processo de industrialização que provocou mudanças no mundo no decorrer do tempo fez com que ocorresse uma ineficiente disposição de resíduos industriais, fazendo com que o acúmulo desses resíduos se espalhasse em virtude da ação humana, ocasionando os denominados poluentes ambientais (OLIVEIRA *et al.* 2018).

Em Manaus, um dos maiores perigos apresenta-se pela presença de depósitos de lixo próximos à água subterrânea. Horbe e Rocha (2006) identificam em aquífero Alter do Chão localizado em Novo Israel que a área se encontra modificada física e quimicamente em relação ao restante da região, o que permite atribuir esse fato ao lixo depositado sem nenhum controle.

Tendo em vista que no Brasil a maior parte dos lixos domiciliares são de material orgânico, o método de compostagem de tratamento de resíduos se apresenta como uma forma atrativa. Segundo o trabalho de Klepa *et al* (2013), é possível reduzir os custos com matérias primas ao se reaproveitar rejeitos na produção de cerâmica final, sendo que ao se utilizar 30% do rejeito, ocorrerá uma queda no valor de matéria-prima de R\$ 2 milhões por ano.

2.2 - A Valoração ambiental

A valoração ambiental se caracteriza em um agrupamento de técnicas e de métodos a valoração econômica do meio ambiente, que possui por meta fazer estimação de valores para os ativos ambientais, para os impactos ambientais resultantes das ações humanas e também para os serviços ofertados pela natureza (EDUARDO *et al.*, 2017).

Nos dias de hoje, a estimativa dos valores econômicos dos serviços e bens ofertados pela natureza engloba uma das questões cruciais na análise das relações entre o meio ambiente e a economia e o desenvolvimento de metodologias e critérios para trabalhos de valoração ambiental é crucial para o estudo custo-benefício para qualquer atividade (EDUARDO *et al.*, 2017).

Possuir uma ideia do valor dos serviços ambientais e bens e dos impactos negativos ambientais que aconteceram ou irão acontecer e inseri-lo no estudo econômico é uma das formas de se tentar efetuar correção das tendências negativas do livre mercado (BARRETO, 2016).

2.3 - Navegação regional

Segundo Loureiro (2007), na navegação dos rios amazônicos podia-se usar a vela somente e durante as poucas horas em que o vento geral, o alísio do nordeste soprava, com pouca velocidade, das dez da manhã até as duas da tarde, daí a grande demora das viagens, se diminuída dessa velocidade a da corrente.

a) Quanto aos limites - É a realizada dentro dos limites estabelecidos para a navegação interior.

b) Quanto à visibilidade da costa - É a realizada dentro dos limites da visibilidade da costa e ao longo dela, até a distância máxima de cinquenta milhas.

As águas residuais geradas por navios e barcos possuem o mesmo impacto das geradas nas cidades em terra. Devido não serem tratadas adequadamente criam um perigo não só para a saúde pública, mas também para a fauna e flora marinha, por conterem um alto nível de nutrientes (nitrogênio e fósforo) o que causa a multiplicação de algas e esgotando o oxigênio.

Em barcos e navios o volume das águas residuais varia de acordo com a quantidade de passageiros e tripulantes (OCEANA, 2004). Tendo em vista que no porto de Manaus o fluxo de embarcações é contínuo, tem-se um número imenso de resíduos sendo gerado e jogado continuamente nos rios. Ferreira (2016) identificou no trecho do transporte fluvial Manaus-Coari e Manaus-Parintins, que no próprio rio os dejetos humanos e sacos de lixo são lançados no rio.

III. MÉTODOS E DADOS

O método aplicado foi o da valoração ambiental, que se caracteriza pela aplicação de questionários objetivando capturar a DAP dos indivíduos. A DAP foi mensurada por meio da aplicação de questionários respondidos por 384 e a magnitude da amostra foi mensurada levando-se em consideração o valor da população (n) indefinido, haja vista que é desconhecido o tamanho real da população.

3.1 - A amostragem

A população objeto da pesquisa foram os usuários do transporte fluvial no porto da Manaus Moderna e em alguns trechos de viagens, como, Manaus Parintins, Parintins-Itacoatiara, Manaus-Manaquiri, Manaus-Autazes, Manaus-Careiro, entre outros, no período de maio a dezembro de 2010.

As variáveis analisadas correspondem às características socioeconômicas dos entrevistados e as Disposições a Pagar (DAP), quanto a mitigação dos impactos ambientais associados aos impactos ambientais decorrentes dos resíduos gerados.

O tamanho da amostra foi estimado, considerando-se o valor da população (n) indefinido, uma vez que não se conhece o tamanho real da população.

$$n = \frac{Z^2 \cdot \hat{p} \cdot \hat{q}}{d^2} \quad (1)$$

n = estimativa do tamanho da amostra = 384 > (valor estimado);

p = probabilidade de o entrevistado aceitar o valor sugerido (p=0,5);

q = probabilidade de o entrevistado não aceitar o valor sugerido (q=0,5); d = erro permitido (d=0,05);

z = Variável normal padronizada N (0,1) $Z_{\alpha/2} = 1,96$ α = intervalo de confiança de 95%

Os dados que foram obtidos através de entrevistas *in locu* por amostragens no Porto da Manaus Moderna, resultaram em planilhas elaboradas pelo Método de Valoração

Contingente – MVC, que de acordo com Bispo (2020), é um método que possui por atributo fazer questionamentos aos indivíduos sobre o quanto estariam disponíveis a serem ressarcidos como forma de compensação em virtude de uma diminuição na qualidade ambiental ou o montante que estão dispostos a despende pela preservação ou restauração do ambiente natural, para adquirir um benefício. Estimou-se um tamanho de amostra de 384 indivíduos, para trabalhar com uma margem de folga foram entrevistados 400, escolhidos aleatoriamente.

3.2 - Estimação da DAP

A aplicação de questionários para captar as disposições individuais a pagar apresenta, aos entrevistados, duas alternativas: se aceita ou não o valor da DAP sugerido. Esta resposta depende de características ou atributos individuais; nesse caso, num modelo de escolha qualitativa, a variável dependente não é contínua, mas discreta, podendo assumir dois ou mais valores, no caso específico deste trabalho, tem uma escolha dicotômica (BARBOSA FILHO, 2005).

Assumindo que se saiba as características de cada indivíduo e sua decisão, é plausível supor que existe uma possibilidade que algum indivíduo venha a decidir se aceita ou não a DAP estipulada, dadas certas características ou atributos. Assim, pode-se construir um modelo que faça previsões da resposta de um determinado indivíduo. Isto é possível através de modelos de escolha binária, como o modelo de probabilidade linear (MPL), o modelo probit e o modelo logístico (logit model). O modelo logit é baseado na função de probabilidade logística acumulada e é especificado como a seguir:

$$P_i = F(Z_i) = F(\alpha + \beta X_i) = 1 / (1 + e^{-Z_i}) = 1 / (1 + e^{-(\alpha + \beta X_i)}) \quad (2)$$

Que:

P_i - variável dependente qualitativa (probabilidade) $F(Z)$ - função de probabilidade acumulada

X_i - vetor de variáveis independentes

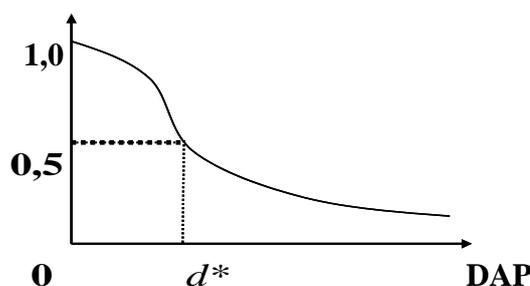
β - coeficientes das variáveis independentes α - constante de regressão

E : é a base do logaritmo natural

$$DAP = -\alpha / \beta \quad (3)$$

No Método de Valoração Ambiental (MVA) é utilizado o modelo logit para estimação da DAP. O valor da DAP mediana é quociente negativo do coeficiente linear pelo coeficiente angular da regressão logística entre os valores de P_i e os valores de DAP obtidos nos questionários (PESSOA, 1996, p.68), conforme mostra a figura 6 e a equação 3

Figura 1 - Gráfico representativo da função de probabilidade



Fonte: PESSOA (1996, p. 67).

3.3 - Análise de regressão múltipla para o modelo LOGIT, com as variáveis socioeconômicas

Através do modelo logit, pode-se avaliar o efeito das variáveis socioeconômicas sobre a probabilidade de um indivíduo aceitar a pagar ou receber pela preservação ou degradação dos ativos ambientais, respectivamente. Por outra parte, no MVA as estimativas obtidas podem corroborar como as características socioeconômicas influenciam a valoração dos recursos naturais (PESSOA, 1996).

Tendo em vista a característica acadêmica e de exploração científica deste trabalho, também foi avaliada a relação de influência que existe entre algumas variáveis socioeconômicas, como o nível de escolaridade, a renda, a naturalidade etc., sobre a aceitação dos indivíduos dos montantes de DAP sugeridos, utilizando um modelo de regressão múltipla, com variáveis qualitativas e quantitativas (PESSOA, 1996, p.68-69).

As variáveis foram avaliadas da seguinte forma: Variável dependente:

- À variável ACEITA, atribuiu-se os valores:

a) 0 (zero) para a NÃO aceitação do valor sugerido de DAP pelo entrevistado;

b) 1 (um) para a aceitação do valor de DAP pelo entrevistado. Variáveis

independentes:

- A variável DAP, fora obtida aleatoriamente através da planilha EXCEL, com valores variando entre 1 e 150.

- A variável RENDA, foi apurada pela manifestação do valor mensal percebido pelos entrevistados, graduada em SALARIOS MÍNIMOS, e em números inteiros, sendo 1 (um) o menor valor.

- A variável IDADE foi apurada pela manifestação dos entrevistados, estipuladas em ANOS, não participando desta os menores de 18 (dezoito) anos.

- A variável SEXO, essa variável analisa o gênero dos entrevistados atribuindo-se os valores.

a) 0 (zero) para os indivíduos do sexo MASCULNO e;

b) 1 (um) para os indivíduos do sexo FEMININO.

- A variável TRABALHO, foi apurada pela manifestação dos entrevistados correspondente ao setor laboral, sendo atribuído os valores:

a) 0 (zero) para os indivíduos que laboram no setor privado e;

b) 1 (um) para os indivíduos que laboram no setor público.

- A variável ESCOLARIDADE, foi apurada pela manifestação dos entrevistados correspondente ao seu grau de instrução, sendo atribuído os valores:

a) Para os entrevistados com o 1º Grau; (1) (0) (0)

b) Para os entrevistados com o 2º Grau; (0) (1) (0)

c) Para os entrevistados com o 3º Grau. (0) (0) (1)

- A variável AMBIENTE, foi apurada pela manifestação dos entrevistados correspondente aos diversos ambientes de seu conhecimento, variando de 1 (um) a 9 (nove).

- A variável AMAZONAS, apurado pela manifestação dos entrevistados atribuindo-se os valores:

a) 0 (zero) para os indivíduos NÃO naturais estado do Amazonas e;

b) 1 (um) para os indivíduos naturais estado do Amazonas.

- A variável Interesse Pelo Meio Ambiente – IPA, apurada pela manifestação dos entrevistados, atribuindo-se os valores de 0% (zero por cento) a 100% (cem por cento).

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são apresentados os principais resultados obtidos através da aplicação do Método de Valoração Ambiental (MVA), e observações feitas “in loco”.

a) A maioria dos usuários do transporte fluvial tem renda abaixo de seis salários-mínimos, sendo que, a maioria dos entrevistados apresentou renda entre 1 e 3 salários-mínimos, ocasionado por três fatores principais:

a) a precariedade ou inexistência de alternativas de vias de transporte nas localidades, ou seja, muitos municípios estão ligados aos demais, apenas por via fluvial;

b) O valor do preço da passagem dos outros meios, principalmente o aéreo é significativamente maior que o praticado pelo transporte fluvial, tornando-se oneroso ao indivíduo, pesando muito no orçamento familiar, sendo cerca de 800% a 1000% do valor do transporte fluvial, ou seja, um local onde custa cerca de R\$ 60,00 (sessenta reais) via fluvial, por via aérea, que seria outra opção, custa cerca de R\$ 500,00 (quinhentos reais), impossibilitando esses indivíduos de uso desse meio de transporte;

c) a quantidade e tipo da carga transportada por passageiro, além da possibilidade de se levar de tudo, é maior e mais barata que nos demais meios de transporte, onde a carga que pode ser transportada é limitada e o preço oneroso.

Os “Recreios”, como são conhecidas essas embarcações, transportam além de passageiros, os mais diversos tipos de cargas, como: veículos, animais, bebidas, alimentos, eletrodomésticos, material de construção entre outros.

No período de realização da pesquisa não houve alteração acentuada no preço do transporte, principalmente da passagem individual, notando-se, no entanto, variações desse valor em determinadas épocas do ano, devido a incidência de eventos nestas localidades, onde o valor da passagem chega a ser onerado em até 300%, como acontece na primeira quinzena do mês de junho para a cidade de Borba, onde ocorre a festa de Sto. Antonio e para a cidade de Parintins, onde ocorre a festa dos bois, não inibindo ou reduzindo a demanda, chegando a lotação dos “recreios” ao seu máximo, e conseqüentemente, a produção de resíduos.

Cita-se como exemplo uma embarcação com capacidade para (seiscentos e trinta) passageiros, todos produzindo resíduos durante o percurso, que em média dura 24 horas, dos quais somente são recolhidos cerca de 80% (anteriormente esse percentual era muito menor), o restante, cerca de 20%, são descartados direto nos rios, isto sem se considerar os dejetos sanitários humanos, o qual contribui acentuadamente para grau de degradação e poluição hídrica.

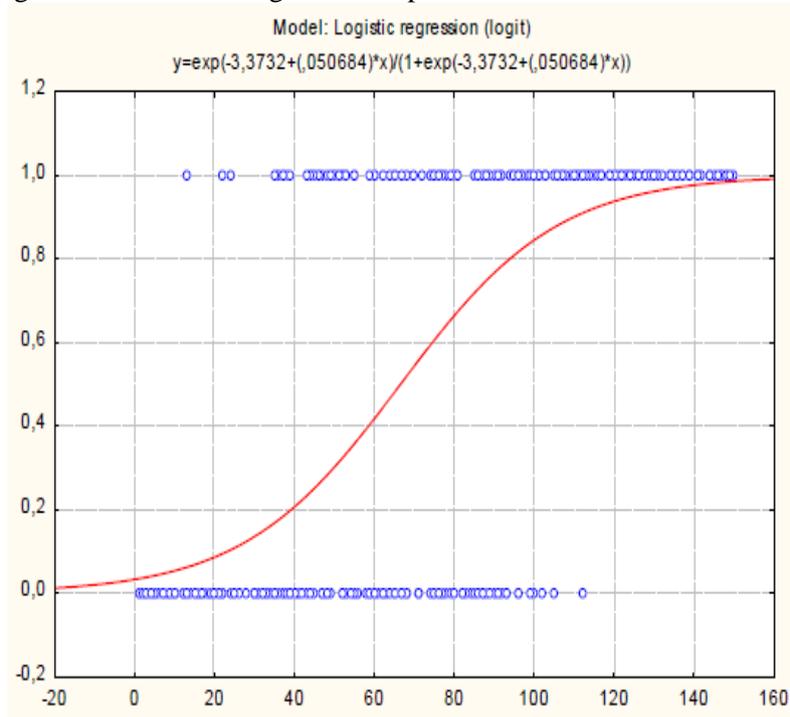
Há nas localidades de destino uma deficiência e até inexistência de coletores desses resíduos. No porto da Manaus Moderna, inexistem caixas coletoras de resíduos, somente no segundo semestre de 2010, foram colocados tambores de coletas de resíduos nas balsas onde aportam as embarcações, as quais não suportam a demanda, sendo estes descartados diretamente na praia ou no rio.

No porto da Manaus Moderna durante o período das cheias, Fevereiro a Agosto, os resíduos sólidos são depositados nos degraus do muro de arrimo, na lateral próximo as rampas, ou amontoados nas calçadas próximas a área de circulação. Uma parte desses resíduos é retirada por balsa, a outra composta das mais diversas substâncias, são arrastados pelas enxurradas e correntes contaminando toda orla da cidade de Manaus.

Nota-se que todos os indivíduos entrevistados têm interesse na proteção do meio ambiente, uns com mais intensidade que outros, entendendo a necessidade de se proteger os recursos naturais, entre eles os hídricos, este pois, definido pela maioria como o primeiro recurso lembrado para sobrevivência e o mais valorado.

Os dados utilizados na análise de regressão consideram como variável dependente a probabilidade acumulada dos entrevistados aceitarem (1) ou não (0) o valor de DAP sugerido, e; como variável independente, os valores sugeridos de DAP gerados aleatoriamente.

Figura 2 - Gráfico da regressão simples obtida com o modelo LOGIT



Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com o gráfico, pode-se deduzir que:

Considerando-se os resultados do coeficiente linear da regressão, $\beta_0 = -3,37316$ e o coeficiente angular, $\beta_1 = 0,03428$.

$$DAP = - (\beta_0/\beta_1) = - (-3,37316/0,054068) = R\$ 66,66/\text{indivíduo}/\text{mês}.$$

De acordo com esse resultado pode-se deduzir que: A Disposição a Pagar DAP, existe (H_0) e é igual R\$ 66,66 por passageiro mensalmente. Ao se analisar o sinal positivo (+), associado ao coeficiente angular obtido, $\beta_1 = 0,054068$, verifica-se que isso contradiz o descrito na literatura que é $\beta_1 < 0$, ou seja, a probabilidade de aceitar o valor sugerido diminui à medida em que esse valor cresce. No entanto, isso é válido para bens considerados normais, para bens considerados essenciais, é de se esperar o contrário, ou seja, a probabilidade de aceitar o valor sugerido aumenta, a medida em que esse valor cresce, como por exemplo os gêneros alimentícios. Levando em conta essa afirmação pode-se deduzir que os usuários do transporte fluvial que aportam no cais da Manaus Moderna, consideram que um tratamento adequado aos resíduos sólidos gerados durante os deslocamentos, é essencial para uma gestão mais sustentável nesta atividade.

Os dados utilizados na análise de regressão múltipla consideram como variável dependente, a probabilidade acumulada dos entrevistados aceitarem (1) ou não (0) o valor de DAP sugerido; e como variável independente, os valores sugeridos de DAP gerados aleatoriamente, bem como as variáveis socioeconômicas descritas no tópico Avaliação das variáveis.

A Tabela 1, traz os resultados do coeficiente linear (β_0), e os coeficientes angulares (β_i), da regressão múltipla.

Tabela 1 - Resultados obtidos para regressão múltipla

Variáveis	β_i	p
INTERCEPTO	-16,1385*	0,0000
DAP	0,0562*	0,0000
IDADE	0,0146	0,2289
SEXO	0,3212	0,3048
TRABALHO	0,2164	0,6463
RENDA	- 0,3448	0,0771
ESCOLA 1	14,5385*	0,0000
ESCOLA 2	13,5990*	0,0000
ESCOLA 3	13,4790*	0,0000
AMAZONAS	- 0,3397	0,2571
IPA	- 0,1040	0,7510

*Significante ao nível de 95%.

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com os resultados apresentados na tabela acima, pode-se deduzir que, as variáveis que apresentaram significância estatística ao nível de confiança de 95% foram: a DAP e a ESCOLARIDADE.

Ao analisarmos o sinal positivo (+), associado ao coeficiente angular obtido, $\beta_1 = 0,054068$, verifica-se que isso contradiz o descrito na literatura que é $\beta_1 < 0$, ou seja, a probabilidade de aceitar o valor sugerido diminui à medida em que esse valor cresce. No entanto, isso é válido para bens considerados normais, para bens considerados essenciais, é de se esperar o contrário, ou seja, a probabilidade de aceitar o valor sugerido aumenta, a medida em que esse valor cresce, como por exemplo, os gêneros alimentícios. Levando em conta essa afirmação, pode-se deduzir que os usuários do transporte fluvial que aportam no cais da Manaus Moderna, consideram que um tratamento adequado aos resíduos sólidos gerados durante os deslocamentos, é essencial para uma gestão mais sustentável nesta atividade.

Quanto a variável ESCOLARIDADE, o sinal positivo (+), correspondente a seus respectivos β_i , indica que quanto maior o nível de escolaridade do indivíduo, maior será a probabilidade dele aceitar um valor de DAP sugerido, corroborando o indicado pela literatura consultada.

V. CONCLUSÃO

Quanto ao objetivo da pesquisa de “Verificar se os usuários do transporte fluvial que aportam no cais da Manaus Moderna, possuem disposição a pagar um valor monetário mensal para mitigar os impactos ambientais decorrente dos resíduos gerados durante o deslocamento”, conclui-se que, os usuários, tem disposição a pagar um valor monetário mensal para mitigar os impactos ambientais decorrente dos resíduos gerados durante o deslocamento.

Quanto ao primeiro objetivo da pesquisa de “estimar a Disposição a Pagar (DAP) dos usuários do transporte fluvial que aportam no Cais da Manaus Moderna, para mitigar os impactos ambientais, provocada pelos resíduos gerados durante o deslocamento”, pode-se concluir que esse valor de aproximadamente R\$ 67,00 / usuário / mês.

No entanto, a cobrança de um valor mensal torna o estudo limitado, uma vez que a frequência de uso do serviço pelos usuários não é mensal, e nem constante. Nesse sentido sugere-se que em trabalhos futuros seja considerada uma DAP por usuário por viagem. Podendo ainda esse valor ser ponderado pela distância ou pelo tempo do deslocamento.

Quanto ao segundo objetivo da pesquisa de “Verificar quais as variáveis socioeconômicas dos usuários que exercem influência significativa sobre o valor econômico estimado”, pode-se concluir que, somente a variável escolaridade, exerce influência significativa sobre a probabilidade de o usuário aceitar um valor de DAP sugerido. Quanto ao último objetivo específico da pesquisa de “analisar como se dá a relação de causa efeito entre as características socioeconômicas dos usuários se a probabilidade dele aceitar um valor de DAP sugerido”, pode-se concluir que a probabilidade do usuário aceitar o valor de DAP sugerido, aumenta à medida em que o nível de escolaridade deste se eleva. Cabe ressaltar que, tal afirmação é corroborada pelo sugerido na literatura consultada.

VI. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M, E, de A.; SCHOR, T. Resíduos de Serviço de Saúde no Estado do Amazonas: Desafios para Implantar sua Gestão. **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, São Paulo, n.1, v.3 p.1-22, jan/abr,2008.

BARBOSA FILHO, J. **Modelo de Valoração Ambiental (MVA) Aplicada na Análise de Propostas de Investimento**. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis - Brasil, 2005, 199 p

BARRETO, Anna Carolina Nascimento. **Valoração econômica de serviços ambientais e sua relevância nas políticas brasileiras de PSA**. 2016. 64 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Ambientais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

BISPO, L, G, S. Valoração Econômica do meio Ambiente: Aplicação do Método do Custo de Oportunidade em Áreas Impactadas pelo Desmatamento no Município de Rorainópolis- RR. **Ambiente: Gestão e Desenvolvimento**, Boa Vista, v.13, n. 3, p.48-62, jan, 2021.

EDUARDO, A. S.; MALDONADO, A. D. R. M.; RIBEIRO, J. S. VALORAÇÃO ECONÔMICA AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DO PLANEJAMENTO AMBIENTAL. **Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)**, v. 1, n. 1, 3 out. 2017.

FERREIRA, Márcio Antônio Couto. **Transporte fluvial por embarcações mistas no Amazonas: uma análise do trecho Manaus-Coari e Manaus- Parintins**. 2016. 164 f. Tese (Doutorado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2016.

HORBE, A, M, C.; ROCHA, L, C, R. Contaminação provocada por um depósito de lixo no aquífero Alter do Chão em Manaus – AM **Acta Amazônica**, Manaus, n.3, v.36, 2006.

KLEPA, R.B.; MATOS, J.D.S.; SOUZA, R.R.; CALARGE, F.A.C.; FARIAS, T.M.B.; SANTANA, J.C.C. Viabilidade Econômica, Social e Ambiental do Reuso de Resíduos de uma Cerâmica através da Aplicação da Contabilidade de Custos Ecológicos. **Revista**

Sodebras [on line], v.8, n.87, mar, 2013. Disponível em: www.sodebras.com.br/edicoes/N87.pdf. Acesso em 09 mar. 2021.

LOUREIRO, Antonio José Souto. **O Amazonas na Época Imperial**. Ed. comemorativa 45º aniversário de T. Loureiro LTDA. Manaus. 2007.

OCEANA. **Contamination by Cruise Ships**. 2004.

OLIVEIRA, Sabrina Dias de *et al.* **Emprego de Fungos Filamentosos na Biorremediação de Solos Contaminados por Petróleo**: Estado da Arte. Disponível em: Acesso em: 09 jan. 2018.

PESSOA, R.E.C. **O Método de avaliação contingente**: uma tentativa de valorações dos ativos ambientais de Roraima. 1996. 91f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife 1996.

REGO, R. I.; SILVA, D.N. Análise da Satisfação dos Usuários das Embarcações que aportam no entorno da “Manaus moderna”. **Revista Transporte y Territorio**, Buenos Aires, v.23, p.182-200, jul-dez, 2020.

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.



Artigo recebido em 02/09/2021.
Publicado em 28/10/2021.

Revista SODEBRAS – Volume 16
Nº 190 – OUTUBRO/ 2021

LEOPOLDO DE FREITAS E O ENSINO DA LITERATURA BRASILEIRA

LEOPOLDO DE FREITAS AND THE TEACHING OF BRAZILIAN LITERATURE

Marcio Roberto Pereira¹

Resumo – Pouco conhecido e menos ainda estudado, Leopoldo de Freitas (1865-1940) foi um dos intelectuais brasileiros mais presentes no desenvolvimento científico e literário do Brasil. Atuando como cronista e jornalista, escreveu para diversos periódicos de sua época. O objetivo desse trabalho é contextualizar sua obra “Literatura Nacional”, publicada em 1910, feita para servir de material para os cursos do Instituto de Ciências e Letras de São Paulo, no qual Leopoldo de Freitas exercia a função de professor. O método a ser utilizado na compreensão da obra “Literatura Nacional”, no contexto da produção historiográfica da literatura brasileira, será a aproximação das ideias de Leopoldo de Freitas com a de críticos como Silvio Romero e José Veríssimo, cujo resultado é a atuação de Freitas como um intelectual engajado no desenvolvimento da cultura, da educação e da literatura brasileira.

Palavras-chave: Literatura. Ensino. Leopoldo de Freitas.

Abstract -Little known and even less studied, Leopoldo de Freitas (1865-1940) was one of the Brazilian intellectuals most present in the scientific and literary development of Brazil. As a chronicler and journalist, he wrote for several periodicals of his time. The objective of this work is to portray his work “Literatura Nacional”, published in 1910, made to serve as material for the courses of the Institute of Sciences and Letters of São Paulo, where Leopoldo de Freitas was a professor. The method to be used in the understanding of the work "Literatura Nacional", in the context of the historiographic production of Brazilian literature, will be the approximation of Leopoldo de Freitas' ideas with those of critics such as Silvio Romero and José Veríssimo, whose result is Freitas' performance as an intellectual engaged in the development of culture, education, and Brazilian literature

Translated with www.DeepL.com/Translator (free version).

Keywords: Literature. Teaching. Leopoldo de Freitas.

¹ Universidade Estadual Paulista -Unesp-FCL-Assis. Contato:marcio.pereira@unesp.br.

I. INTRODUÇÃO

A literatura não existe no ar, e sim no Tempo, no Tempo histórico, que obedece a seu próprio ritmo dialético. (**História da literatura ocidental**, Otto Maria Carpeaux)

Objetiva-se aqui discutir a obra de Leopoldo de Freitas intitulada *Literatura Nacional*. Intelectual dos mais representativos no Brasil das primeiras décadas de 1900, Leopoldo de Freitas Cruz nasceu em 1865, em Porto Alegre, e faleceu na cidade de São Paulo em 1940. Atuando como ensaísta, professor, diplomata, jornalista, advogado, destaca-se por participar da fundação do Instituto Histórico e Geográfico do Rio Grande do Sul (IHGRGS) e do Instituto Histórico e Geográfico de São Paulo. Hoje, nome pouco lembrado quando o assunto é formação do Brasil intelectual, Leopoldo de Freitas circulou em diversas instâncias culturais, literárias, históricas e políticas que contribuíram para a composição de sua obra como um dos mais importantes e esquecidos intelectuais do Brasil.

Apesar do desconhecimento da obra e da carreira de Leopoldo de Freitas, ele foi uma figura atuante em diversas cidades, desde Porto Alegre, sua cidade natal, passando pelo Rio de Janeiro, para onde vai em 1885 para concluir seus estudos na Escola Militar. Ao finalizar sua formação, muda-se, em 1887, para São Paulo para cursar a Faculdade de Direito, graduando-se em 1891 em Ciências Jurídicas e Sociais. Leopoldo de Freitas exerceu, também, a função de cônsul honorário da Guatemala. Escreveu em diversos periódicos e, por volta de 1910, torna-se lente, professor catedrático, nos cursos do Instituto de Ciências e Letras de São Paulo, onde, em 1910, publica sua obra **Literatura Nacional**.

Figura 1 – Primeiro Congresso de Instrução Secundária



Membros da mesa geral do Primeiro Congresso de Instrução Secundária, em São Paulo. Da direita para a esquerda: Manoel Elpidio Netto, Eugenio Egas, Paranhos da Silva, Eusébio Egas Botelho, Leopoldo de Freitas e Aureliano Amaral.

Fonte: Ilustração Paulistana – SP - Ano 1911\Edição 0008.

Dividida em dezoito lições, o curso de Leopoldo de Freitas faz um panorama da literatura brasileira partindo do conceito de literatura, suas principais divisões e seu autores mais representativos. É importante observar que a estrutura da obra **Literatura Nacional** possui um caráter de iniciação às letras nacionais e serve como um guia para os alunos dos diversos cursos do Instituto de Ciências e Letras de São Paulo. O livro não possui fragmentos de obras ou detalhes sobre os escritores, nem um aprofundamento histórico. Assemelha-se a uma “diluição” das ideias já presentes nas ideias de José Veríssimo e, mais enfaticamente, na obra de Silvio Romero, **História da literatura brasileira**, publicada em 1888, e precursora na descrição do processo de formação da literatura brasileira.

É importante notar que Leopoldo de Freitas, em artigo publicado em no jornal **O Paiz**. Rio de Janeiro, ano 16, em 16 de outubro de 1899, dedica-o a Silvio Romero. O que demonstra um alinhamento entre os dois intelectuais. De certa forma, a **História da literatura brasileira**, de Silvio Romero, é a primeira a analisar todas as condições da produção, desenvolvimento e, principalmente, de independência da literatura em solo brasileiro. Dessa forma também fará Leopoldo de Freitas ao destacar a ideia de um período colonial e outro nacional na literatura brasileira. Em 1916, José Veríssimo (1857-1916), ao publicar sua **História da literatura brasileira**, também a divide em dois períodos, o colonial e o nacional. No entanto, Veríssimo faz um capítulo à parte (o último) para inserir e retratar a obra de Machado de Assis, seu modelo de independência literária e genialidade com a Língua Portuguesa.

Nota-se que Leopoldo de Freitas atua como um “intelectual combatente”, expressão muito utilizada por Silvio Romero, para retratar aqueles escritores que se preocupavam com diversas formas de percepção da realidade — história, política, literatura, entre outras — na tentativa de construir obras filiadas à história da literatura e à educação, com finalidade de interpretar o Brasil e sua distinção de Portugal. De certa forma, **Literatura Nacional** não possui nada de inovador, não apresentando uma introdução metodológica e sistemática. Apenas utiliza-se das ideias de críticos anteriores para compor um manual muito resumido da trajetória da literatura brasileira de 1500 a 1900. Segundo Luiz Roberto CAIRO:

“É bom lembrar ainda, que a literatura então, era vista como parte da história geral, pois não possuindo um estatuto próprio que a definisse e não gozando, portanto, de autonomia, enquanto ramo do conhecimento estava sempre a serviço da história (2013, p.6).”

Dessa forma, a **Literatura Nacional**, de Leopoldo de Freitas apenas “aclimata”, ao contexto escolar, as ideias sobre a formação do Brasil, via literatura, dos críticos do passado. Recuperar o pensamento de Leopoldo de Freitas e sua atuação como intelectual é mostrar como a literatura, e a cultura em geral, poderia ser uma forma de pensar um Brasil com ideais utópicos, em que a educação cumpriria um importante papel. Ao contextualizar a obra de Leopoldo de Freitas nota-se que sua natureza e método serviriam para um leitor mais preocupado em ter um panorama da literatura brasileira e como se deu sua formação.

II. METODOLOGIA

Ao se deter na obra de Leopoldo de Freitas e analisa-la sob dois enfoques, o primeiro como resultado de apontamentos e material didático, e o segundo como um vetor para a difusão das ideias de Silvio Romero, observa-se que essas duas linhas de convergência – ensino e literatura como identidade de um povo – constroem uma outra linha metodológica que pressupõe refletir, por meio dos recursos teórico-críticos da

literatura comparada, sobre o constante processo de espelhamento, nem muitas vezes fiel, entre a literatura e a sociedade.

Dessa forma, o estreitamento das relações entre literatura e sociedade abre discussões sobre a obra literária dentro de contextos como o jornalismo, a educação, a linguística, entre outros.

Figura 2 – Leopoldo de Freitas (quarto, da esquerda para a direita)



Fonte: **Bahia Ilustrada**. Edição 25, 1919.

Nesse sentido, para se compreender a proposta metodológica daqueles que escreveram uma história da literatura, é preciso alinhar arte, educação, história, entre outras formas de percepção da realidade. Para Vitor Manuel de Aguiar e Silva (1976), em sua obra **Teoria da literatura**:

“A história literária, como a história propriamente dita, procura conhecer e interpretar o passado, busca alcançar e compreender factos gerais e representativos, bem como estudar as suas inter-relações e a sua evolução. [...], todavia, entre os 16 objetos de estudo da história e da história literária, existem profundas diferenças de natureza, as quais não podem deixar de se traduzir em concomitantes diferenças metodológicas. A história ocupa-se de um passado que é possível reconstituir através dos seus vestígios ainda subsistentes, de documentos e testemunhos de vária ordem, mas esse passado situa-se irremediavelmente num tempo pretérito, inteiramente transcorrido; a história literária ocupa-se igualmente do passado, mas de um passado que permanece vivo – as obras literárias (AGUIAR E SILVA, 1976, p. 509).”

Assim sendo, apesar de metodologias um pouco diferentes, seja pela escolha das obras, dos escritores, pela época ou pela função da história da literatura, a reconstituição do passado percorre todo o trabalho do crítico e do historiador literário.

Ao conciliar ensino de literatura e história literária, Leopoldo de Freitas procura combinar um enfoque cronológico, aproximando-se das ideias de Silvio Romero e da constituição da literatura brasileira do ponto de vista estético, muito influenciado por José Veríssimo. Essa posição intermediária mostra a flexibilidade metodológica em que se situa a **Literatura nacional**, publicada entre as histórias da literatura de ambos os críticos.

Uma característica da obra que chama a atenção do leitor é a quase ausência de Machado de Assis (falecido em 1908 e com uma obra representativa e extremamente reconhecida nesse momento) das páginas e das breves análises de Leopoldo de Freitas. As únicas referências a Machado de Assis são feitas, de forma muito ligeira, quando se trata do romantismo brasileiro, do teatro no Brasil e no adendo sobre a Academia Brasileira de Letras, após a conclusão dos dezoito capítulos.

Essa percepção sobre Machado de Assis alinha-se ao entendimento que Silvio Romero tinha sobre o escritor e a dúvida, presente em todos os artigos e ensaios de José Veríssimo, em compreender a genialidade machadiana em romances como **Memórias póstumas de Brás Cubas**, **Dom Casmurro** e **Quincas Borba**.

Somente a partir de 1916, com a publicação de **História da literatura brasileira**, de José Veríssimo, é que Machado de Assis ocupará uma posição quase autônoma dentro da tradição literária brasileira, sendo visto como um escritor à parte por conta de sua revolução estética. Talvez isso tenha sido impossível para Leopoldo de Freitas porque sua obra é mais próxima de um panorama para um público geral que uma obra especificamente crítica ou de natureza estética. Trata-se de um “curso” em que a própria definição de literatura como “conjunto da produção intelectual escrita” (FREITAS, 1910, p. 11) classificadas em “científicas, morais poéticas” (idem, ibidem) reduzem o valor daqueles escritores que estavam construindo um novo conceito para o trabalho literário e uma nova forma de percepção da Língua Portuguesa no Brasil.

III. RESULTADOS

A construção de uma história da literatura está, segundo Eva Kushner, vinculada ao processo de delimitação de um corpus:

“O corpus está geralmente ligado, pelo menos numa primeira fase de desenvolvimento, ao despertar de uma consciência nacional e a uma unidade linguística. Poderíamos até remontar, no caso de um grande número de literaturas europeias, até ao seu Renascimento, com a respectiva tomada de consciência literária alicerçada num movimento de “defesa e ilustração” de uma língua vernácula; mas não devemos esquecer que é essencialmente na órbita do romantismo que dicionários, catálogos, comentários, cursos, ensaios em que se fazia uma apresentação crítica das séries de textos literários começam a ser substituídos por histórias (quer este vocábulo figure ou não no título das obras); isto é, por estudos de conjunto baseados na noção de um devir comum e orientado (KUSHNER, 1995, p. 152).”

Esse “devir comum e orientado” estabelece as relações de harmonização entre os diversos períodos, estilos e escritores que, concatenados pelo ponto de vista teórico do crítico/historiador, ganham uma aparente unidade e sincronia entre história da literatura e história literária. A primeira faz um estudo da “vida literária”, criando contextos biográficos tanto no âmbito coletivo quanto no individual. A segunda, por outro lado, seleciona textos e escritores a partir de critérios estéticos, sociais, ideológicos, históricos, entre outros. A inter-relação entre essas unidades é estruturada através de uma “introdução”, ou “prefácio”, que define e delimita o projeto do crítico e de sua história da literatura.

Figura 3 – Oliveira Lima saindo do Centro de Ciências, Letras e Artes em companhia de Tito de Lemos e Leopoldo de Freitas



Fonte: **O Careta** (RJ) Ano 1913\Edição 0254.

No final do século XIX a literatura era muito mais presente no cotidiano dos leitores e das pessoas alfabetizadas, geralmente consumidores de jornais e revistas, e esse era o espaço do escritor e da obra. A partir desse ponto de vista é possível entender que o ensino da literatura não se fazia por meio de textos literários e de análises de obras, mas de um movimento histórico, social e linguístico que acompanhe as diversas modalidades de percepção da literatura. Entende-se, assim, a nota de José Veríssimo, ao comentar **a História da literatura brasileira**, de Silvio Romero:

“Trouxe-a até os nossos dias o sr. dr. Sílvio Romero numa obra que quaisquer que sejam os seus defeitos não é menos um distinto testemunho da nossa cultura literária no último quartel do século passado. **A História da Literatura Brasileira** do sr. dr. Sílvio Romero é sobretudo valiosa por ser o primeiro quadro completo não só da nossa literatura, mas de quase todo o nosso trabalho intelectual e cultural geral, pelas ideias gerais e vistas filosóficas que na história da nossa literatura introduziu, e pela influência excitante e estimulante que exerceu em a nossa atividade literária de 1880 para cá (VERÍSSIMO, 1969, p. 16).”

A literatura estava presente no centro de uma elite letrada que ampliava o conceito de arte literária para além das funções do crítico ou historiador. Apesar de restrito, o círculo de leitores, editores, críticos e escritores, utilizava-se da imprensa como campo de ação para debates de ideias, de cultura e de um “projeto de civilização”, com vinculações e modelos estritamente europeus, em que a arte não era separada do cotidiano. Ao se referir à obra de José Veríssimo, João Alexandre BARBOSA afirma que a “História é muito mais obra de um crítico literário que adotava um ponto de vista histórico que obra específica de historiador literário, preocupado antes em julgar valores do que pesquisar origens ou consagrar opiniões.” (1974, p. 75)

Isso torna-se mais concreto quando se observa a taxa de analfabetismo da população no final do século XIX:

Tabela 1 – Sinopse do Recenseamento realizado em setembro de 1920

População brasileira	Sabem ler e escrever % sobre o total de habitantes considerados.	Não sabem Ler e escrever	Total de habitantes
1872	1.564.481	8.365.997	9.930.478
	16%	84%	—
1890	2.120.559	12.213.356	14.333.915
	15%	85%	—
1900	4.448.681	12.989.753	17.438.434
	25%	75%	—
1920	7.493.357	23.142.248	30.635.605
	24%	76%	—

Fonte: **A população do Brasil**: coeficientes da população dos Estados do Brasil em 1872, 1890 e 1920 conforme o grau de instrução e idade. p. 26-7.

Situada num contexto de época, a obra de Leopoldo de Freitas ganha novos contornos e pode ser vista a partir de sua “função” como um manual histórico da literatura brasileira e sua organização no decorrer do tempo. De certa forma, seu curso de literatura funciona como mais um veículo de propagação de uma literatura feita no Brasil, por brasileiros e para brasileiros. Assim também se pode situar as diversas histórias da literatura, que se constituem como panoramas, ora com mais ênfase literária, ora com mais ênfase histórica, mas que marcam a diferenciação de uma Língua Portuguesa, herdada do europeu, mas em constante processo de modificação e experimentação.

Figura 4 – Caricatura de Leopoldo de Freitas



Fonte: O Careta (RJ) Ano 1920\Edição 00169

Não por acaso, os intelectuais que formavam a sociedade do final do século XIX e início do século XX, estavam envolvidos em diversas áreas, como educação, antropologia, história, estética, entre outras, e na criação de colégios, faculdades, academias, bibliotecas e diversos espaços de “preservação da memória”. As histórias da literatura, os manuais, as coletâneas e toda forma de organização panorâmica da arte, da cultura e da literatura faziam parte de um amplo projeto de crença num futuro que previa uma “europeização do Brasil”.

IV. CONCLUSÃO

Ao falecer em São Paulo, no dia 26 de janeiro de 1940, Leopoldo de Freitas havia trilhado diversos caminhos que consolidavam sua carreira como intelectual. Ao escrever sua **Literatura Nacional**, em 1910, que servia de base para o ensino de Literatura Brasileira no Instituto de Ciências e Letras de São Paulo, observa-se que sua atuação transcende os limites da literatura, inserindo-a num contexto de maior organicidade social. Ao colaborar para diversos periódicos no Brasil e no exterior, exercer a atividade de cônsul honorário da Guatemala e participar da fundação do Instituto Histórico e Geográfico do Rio Grande do Sul (IHGRGS) e do Instituto Histórico e Geográfico de São Paulo, Leopoldo de Freitas torna-se um intelectual integrado ao processo de formação do Brasil. Eis o panorama traçado por José Veríssimo, em sua obra **A educação nacional**, publicada em 1906:

“O iletrado brasileiro — ainda a pouco 84% da população — nada encontrou que impressionando seus sentidos lhe falasse da pátria e a seu modo fosse também um fator de sua educação. Não há museus, não há monumentos, não há festas nacionais. O que frequentou a escola onde lhe não fizeram conhecer e amar, desadorando a leitura e o estudo, não procurou fazer-se a si próprio uma educação patriótica. Esta mesma boa vontade ser-lhe-ia, aliás, difícil realizar, pela falta de elementos indispensáveis. Porque, em virtude mesmo desta indiferença pelas coisas nacionais, conforme vou aqui apontando, de modo algum combatida pela educação pública, é paupérrima a mesma literatura nacionalista (VERÍSSIMO, 1906, p. 17).”

Em 1901, as ideias de Veríssimo e Sílvio Romero estavam, de certa forma, amadurecidas e os críticos exerciam, segundo Leopoldo de Freitas - professor do Ginásio Nacional desde 1908 - grande influência no ensino da época. Um exemplo dessa ação pode ser encontrado na obra **Lições de literatura**: curso do Instituto de Ciências e Letras, de conformidade com o programa oficial do ginásio nacional, publicado em 1909, ou na obra **Literatura nacional**, publicada em 1910, em que Leopoldo de Freitas praticamente repete as linhas principais do pensamento de Veríssimo e Romero. Desde a conceituação de literatura — arte de escrever e dizer bem, que é o que constitui as belas-letas ou arte literária — até a definição de um cânone pré-estabelecido através da “evolução nacional”, são encontrados ecos desses historiadores na obra de Leopoldo de Freitas que, deste modo, ilustram a sintonia entre as ideias do crítico e a educação nacional. Não indicando suas fontes de forma objetiva, seja no decorrer do texto ou em notas de rodapé, Leopoldo de Freitas define sua dívida para com os críticos de quem “aproveitou as ideias” ao elaborar suas lições de literatura. Assim sendo, o crítico propunha uma seleção daquelas obras que representassem o desenvolvimento brasileiro, através de problemáticas universais e, ao mesmo tempo, nacionais. Como sugere Wilson Martins:

“A preocupação nacionalista o conduzia às leituras universais, pois somente estas poderiam fornecer-lhe os pontos de comparação de que necessitava, as leituras universais despertaram-lhe ou acentuaram-lhe a inclinação estética, da mesma forma porque esta última o projetava para aquelas; enfim; Veríssimo, dominado pelo ideal de uma literatura brasileira, não entendia nem o adjetivo nem no sentido político, nem no sentido sociológico, nem no sentido patriótico: ele queria, sim, uma literatura brasileira, mas que fosse, antes e acima de tudo, uma grande literatura (MARTINS, 1957, p.5).”

Nota-se que se, por um lado, Sívio Romero consegue, com sua **História**, estruturar um panorama para a literatura brasileira, tornando-se mais importante como historiador literário, José Veríssimo faz um trabalho de valorização estética em que o “fator individual” do escritor deve estar ligado a uma tradição que remete ao sentimento nacional. Para Leopoldo de Freitas, dessa forma, a cronologia assegura a ordem na exposição, o trabalho com os gêneros define uma apresentação completa dos escritores menores e o tratamento monográfico delinea o caminho teórico utilizado pelo crítico.

Em suma, a obra **Literatura nacional**, cumpre seu objetivo de apresentar-se como um manual de iniciação à literatura brasileira. Apesar de alinhar-se ao pensamento e cânone de obras anteriores, com as de Sívio Romero e José Veríssimo, o objetivo de Leopoldo de Freitas é mostrar os escritores e obras que melhor representam o Brasil, a partir de sua percepção.

V. REFERÊNCIAS

AGUIAR E SILVA, Vitor Manuel de. **Teoria da Literatura**. 1.^a ed. brasileira. São Paulo: Martins Fontes, 1976.

BARBOSA, João Alexandre. **A tradição do impasse**: linguagem da crítica e crítica da linguagem em José Veríssimo. São Paulo: Ática, 1974.

CAIRO, Luiz Roberto Veloso O crítico Araripe Júnior e sua eventual História da Literatura Brasileira. **Navegações**, v. 6, n. 1, p. 31-36, 19 ago. 2013.

COUTINHO, Afrânio; SOUSA, José Galante de. **Enciclopédia de literatura brasileira**. Rio de Janeiro: Fundação Biblioteca Nacional; Academia Brasileira de Letras, 2001. 2 v. ISBN 8526007238

BLAKE, Augusto Victorino Alves Sacramento. **Dicionário bibliográfico brasileiro**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1883. 7 v.

FREITAS, Leopoldo de. **Literatura nacional**: curso do Instituto de Ciências e Letras. São Paulo: Magalhães, 1910.

_____. “Um filósofo”. In: **O Paiz**. Rio de Janeiro, ano 16, N. 5489, 16 de Outubro de 1899, p. 01.

Ilustração Paulistana. São Paulo - Ano 1911\Edição 0008

A população do Brasil: dados censitários - 1872/1950. Rio de Janeiro: IBGE; Conselho Nacional de Estatística, 1958.

INSTITUTO HISTÓRICO E GEOGRÁFICO DO RS; ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO RS - Memorial do Legislativo. (Org.). **Alcides Cruz**: perfil parlamentar. Porto Alegre: Assembleia Legislativa do Rio Grande do Sul, 2017.

KUSHNER, Eva. Articulação histórica da literatura. In: ARGENOT, Mark (et alii). **Teoria literária**: problemas e perspectivas. Tradução de Ana Luisa Faria & Miguel Serras Pereira. Lisboa: Dom Quixote, 1995

MARTINS, Wilson. O crítico José Veríssimo. In: **O Estado de S. Paulo** (Suplemento literário). São Paulo, 14 de maio de 1957

VERÍSSIMO, José. **História da Literatura Brasileira**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1969.

VERÍSSIMO, José. **A educação nacional**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1906

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: O autor é o único responsável pelo material incluído no artigo.



Artigo recebido em 22/08/2021.
Publicado em 28/10/2021.

Revista SODEBRAS – Volume 16
Nº 190 – OUTUBRO/ 2021

CHRISTIANITY, ENVIRONMENT AND ECOTHEOLOGY IN AN INTERDISCIPLINARY PERSPECTIVE

CRISTIANISMO, MEIO AMBIENTE E ECOTEOLOGIA EM PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR

Paulo Jonas dos Santos Júnior¹
Pedro Henrique Caetano Figueira²
Silvana Duarte Gonçalves dos Santos³
Teófilo Miguel de Souza⁴

Abstract - The article aims to outline the paradigms of interpretation of the world of Ecotheology; in this way, it was necessary to contextualize the history of Christianity, in order to understand the crucial structure of Christian religiosity. It is known that concerns about the environment have gained a prominent place in the scientific and academic environment, however, this concern is sometimes not seen in the religious environment. Thus, this work seeks to understand how issues related to the environment are treated in the context of Christian theology; thus, for a better understanding of the formation of Christian doctrine and culture, a survey of a historiographical character was carried out. Finally, it was possible to verify that although the environmental theme has been treated as of less importance for a long time by several areas of Human and Social Sciences, this has lately gained space in academic discussions and has enabled the consolidation of new perspectives, such as this is the case with ecotheology itself.

Keywords: *Ecoteology. Environment. Theology. Sustainability. Interdisciplinarity.*

Resumo - O artigo tem por finalidade esboçar os paradigmas de interpretação de mundo da Ecoteologia; desta forma, fez-se necessário uma contextualização da história do cristianismo, para assim compreendermos a estrutura crucial da religiosidade cristã. É sabido que as preocupações com o meio ambiente têm ganhado um destacado lugar no meio científico e acadêmico, porém por vezes essa preocupação não é vista no ambiente religioso. Desse modo este trabalho busca compreender como assuntos relacionados ao meio ambiente são tratados

¹ Doutor em Planejamento Regional e Gestão da Cidade (UCAM/Campos-RJ); Docente do Centro Universitário São José de Itaperuna-RJ. Contato: paulojsjunior@hotmail.com.

² Especialista em História do Cristianismo (ITCD); Bacharel em Teologia (ITCD); Licenciado em História (UNIFSJ). Contato: pedronat@hotmail.com.

³ Especialista em Psicopedagogia (UCB); Especialista em Língua Portuguesa (FAFITA); Bacharela em Teologia (UNIDA); Licenciada em Letras (FAFITA). Contato: silvanadgsantos@hotmail.com.

⁴ Livre-Docente em Materiais Elétricos (UNESP); Professor Titular da UNESP. Contato: tofilomigueldeSouza@hotmail.com.

no âmbito da teologia cristã; dessa forma, para um melhor entendimento sobre a formação da doutrina e da cultura cristã, foi realizado um levantamento de caráter historiográfico. Por fim, foi possível constatar que apesar da temática ambiental ter sido tratada como de menor importância durante muito tempo por parte de várias áreas das Ciências Humanas e Sociais; ultimamente esse assunto tem ganhado espaço nas discussões acadêmicas e possibilitado a consolidação de novas perspectivas, como é o caso da própria Ecoteologia. (letra tamanho 11)

Palavras-chave: *Ecoteologia. Meio Ambiente. Teologia. Sustentabilidade. Interdisciplinaridade.*

I. INTRODUCTION

Since the beginning of its history on the planet, human beings have sought to understand the dynamics of nature; this question even supported pre-Socratic thinkers in structuring the critical thinking from which Philosophy originated. In antiquity, man's relationship with the environment was surrounded by beliefs and myths, since humanity attributed to the gods and other various divine beings the authorship of the events of natural phenomena. Likewise, during the Middle Ages, faith was the human being's guide in the search for understanding common everyday events, such as rain, sun, disease, among others.

In the Modern Age, however, some scientific discoveries contributed to the understanding of nature to move away from the mythological or religious explanation. However, it was in the Contemporary Age, in the second half of the 20th century, that responsibility for the environment began to be treated seriously by society.

Thus, this work seeks to understand the relationship between Christianity and the environment under an interdisciplinary focus, and mainly to investigate how Ecotheology has contributed to academic studies. The methodology used for this study is the bibliographic review, with consultations carried out in specialized publications that discuss the subject; this methodology was adopted, as it makes it possible to work with more accurate and up-to-date data.

It is noteworthy that the texts in Portuguese used to reference this article were translated by the authors for a better context for reading in English.

II. BRIEF HISTORY OF CHRISTIANITY

The history of Christianity is often confused with European history. In fact, the relationship between the Christian religion and the historical facts that took place in Europe has an intimate relationship. Christianity emerged in a context of territorial expansions in the Roman Empire, as well as in an important moment of cultural exchanges between East and West (FUNARI, 2013).

In this political and social context, Jesus was born, a Jew who did not conform to the social problems faced by the poorest population. From the second decade of his life onwards, Jesus began preaching to economically disadvantaged people, mostly to Jews. Despite scientific advances, the life of Jesus is still unknown, as what is known about him is structured, mainly, from his preaching in adulthood. It is believed that Jesus was condemned and died crucified, and this fact was decisive for the beginning of Christianity; since after his death, his apostles began to write the teachings received from him and, thus, reproduce the worldview and spirituality of Jesus (FUNARI, 2013).

At that time, Christianity went through what historians call "Primitive Christianity", in which its meetings took place in secret, since the Christian faith was still considered a clandestine religion. This changed with the conversion of the Roman

Emperor Constantine to Christianity, which established itself as a milestone for the Church. About this, Funari (2013, p.131) clarifies:

“When the Roman Emperor Constantine, in the fourth century AD, converted to Christianity, there were already Christians in almost the entire Roman world, even though they were a minority. Christians already had an organization, the Christian Church, with a well-defined hierarchical structure. Particularly prominent in the Church were the bishops, who controlled the spiritual life of the faithful in their areas of activity, which they did both through preaching and through the action of priests.”

Constantine managed to structure himself in Roman power by embarking on the strength of Christianity, and shortly after his conversion, he named the Roman Empire as the Christian Roman Empire. When Constantine converted to Christianity, the religion began to have fertile soil to reproduce and transform itself. In this context, it stopped being just a clandestine sect and began to take shape as the greatest religion of the Roman Empire. With Emperor Theodosius, the Christian Church had a solid hierarchy, with bishops and priests; likewise, Christianity began to have a great influence on political decisions and to possess numerous privileges. In fact, this moment was very important for the Church's history, which enabled it to become not only a simple religious institution, but also the State itself (COLLINS; PRICE, 2000).

The concerns of the Christian Church have changed over the centuries. In the ancient age, the Church was concerned with its survival, with the writing of the Good News and with conversions. In the Middle Ages, however, when it came to political power, the Church began to deal with issues related to politics. The actions of Christianity in the medieval period had a strong social bias between the governments of the time, and moved to meet the interests and ambitions for cultural monopoly. In the same period, however, two great splits affected the structure of the Christian Church; the first, in 1054, when the Eastern Church separated from the Western Church; and the second in 1517, with greater repercussion, became known as the Protestant Reformation (COLLINS; PRICE, 2000).

The context of the consolidation of the Christian Church followed the political history of the Roman Empire, there were more universal concerns in this period, as the Church was unified and there was a more surrounding dialogue with the centrality of power in the hands of a leader and with a structured hierarchy; but the cultural differences between the western wing, influenced by Rome, and the eastern wing, influenced by Arab culture, were eminent. A series of doctrinal conflicts plagued the Church, and as a result several disagreements arose that corroded the internal communion (MATA, 2010). From this perspective, it is worth noting that the Schism:

“It was something that happened gradually, as a result of a long and complicated process, which began long before the 11th century and which ended only a little later than that time. Different influences contributed to this. The schism was conditioned by cultural, political, and economic factors. However, its fundamental cause was not secular, but theological. Ultimately, it was over doctrinal issues that East and West fell out (Ecclesia, 2020).”

It is necessary to reflect that the gap between the Western and the Eastern wing has intensified over time; the founding of the Empire's second capital, for example, shifted the focus away from the east to Rome, and so the two poles drifted further apart. Another factor that aggravated the lack of dialogue between East and West is the expansion of Islam, as:

“The Mediterranean, which had once been called Mare Nostrum by the Romans, was now largely under Arab control. Cultural and economic contacts between the west and east of the Mediterranean never completely ceased, but they became much more difficult (Ecclesia, 2020).”

The series of political measures adopted by Rome triggered many questions and various dissatisfactions in the East. With the fall of the Western Roman Empire in 476 AD, the Catholic Church of the West was influenced by the culture of those who invaded Rome, so the Franks transmitted several values to the lives of Westerners, and the Church, as an institution, also absorbed some essences of the culture of invaders. In the midst of so many differences, the eastern wing of the Catholic Church saw with deep strangeness the coronation of Charlemagne, a “barbarian” in the eastern conception. That said:

“Cut off from Byzantium, the West set about establishing its own "Roman" Empire. On Christmas Day in the year 800, the Pope crowned Charlemagne, King of the Franks, Emperor. Charlemagne sought, in vain, the recognition of the Emperor of Byzantium. The Byzantines, who still believed in the principle of the unity of the empire, saw Charlemagne as an intruder and his coronation by the Pope as a schismatic act within the empire. The creation of a Christian Roman Empire in the West, rather than uniting Europe, only served to further separate East and West (Ecclesia, 2020).”

However, it was doctrinal issues that aggravated the crisis between the eastern and western wing of the Christian church. Discussions about papal infallibility and the trinity made the west and the east unchallengeable and the situation became untenable in 1054, with the decisions of Pope Leo IX and Patriarch Michael Cerularius. The Patriarch of the East made a structured campaign against the Latin Church, basing his criticisms of the West in a doctrinal and theological way. Pope Leo IX then decided to excommunicate the Eastern Church, and, in response, the patriarch decided to excommunicate the Western Church (Ecclesia, 2020).

After the Schism, the Roman Catholic Church followed its Western cultural line and during the Middle Ages became the most important institution in Europe, with political actions in the maintenance of monarchies, in the feudal order and also in cities, which at this time were infested with Germanic and Frankish descendants (LE GOFF, 2005).

Later, in the 16th century, the Protestant Reformation resulted in a profound change in the heart of the Catholic Church, as this event enabled the emergence of new social and economic orders and even influenced modern philosophy. Based on the 95 theses of Martin Luther, this event was the trigger for something that was already hovering over Europe, the discontent with the measures adopted by the Church of the West for centuries. This event was very significant and it is worth clarifying that:

“Such theses were embraced by rulers and religious leaders of several countries in Europe, such as Germany, Switzerland, France and the United Kingdom; which resulted in the disruption of the unity of the Western Christian Church, originating the so-called Catholic Christians, followers of Rome and the Pope, and Protestant Christians, followers of Luther's theses (SANTOS JÚNIOR; ROSA, 2016, p.237).”

In this way, the Protestant Reformation meant not only another break in Christianity, but also a sharp dismemberment between Church and State in Europe. In this perspective, however, it is worth noting that the History of the Christian Church was

built by events such as: schisms, political disputes, power struggles, and an immense plurality and theological divergences (MATA, 2010).

III. ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY

The theme of sustainability has been gaining more space in academic discussions. Since the 1990s, mainly, issues related to the environment have been researched in disciplines from the most diversified areas of human knowledge. It is noteworthy that for a long time issues related to the environment were seen as being the responsibility of Biological Sciences or Environmental Engineering (SILVA *et al.*, 2020); however, in recent decades, the issue began to gain space in other areas, and, consequently, scholars in the human and social sciences began to dedicate themselves to this theme (FERREIRA *et al.*, 2019).

It is important to note that the environmental issue is directly related to human life. The environmental impacts caused by human actions have been questioned by society, and, thus, recent studies have sought to reduce such impacts.

In the area of Biological and Natural Sciences, Biology, Chemistry, Physics, Geography and others in the same segment, seek, in an integrated way, to understand the functioning of the Planet and gather data that can serve as a basis for other areas (SILVA *et al.*, 2020). It is essential that these studies are carried out frequently so that there is a periodic update of the situation on planet Earth. In this same perspective, it is important to emphasize that sciences linked to nature can significantly contribute to issues directly related to the environment and the preservation of life; as in the case of studies related to the polar ice caps, forest preservation, mineral extraction, flora and fauna preservation, biome conservation, studies related to the ozone layer, among others (JACOBI, 2003).

The engineering area also plays an important role in preserving nature. When preparing a work, an engineer can, for example, choose materials that care for the environment. It is noteworthy that the structure of a building itself can generate energy savings, thermal comfort, better use of space and even water reuse. Engineering also has areas of study that can significantly contribute so that society can live in a more ecological and sustainable way in the future, as in the case of environmental engineering, mechanical engineering, electrical engineering, materials engineering, among others (FANTINATTI; ZUFFO; ARGOLLO, 2015).

Likewise, Applied Social Sciences have been dedicated to the study of sustainability. Traditional courses, such as Law, for example, have been increasingly dedicated to understanding environmental issues and how society can develop economically without harming nature. Interest in the study of Urban and Regional Planning has also been growing, especially with issues related to typical problems in cities, such as land occupation policy, basic sanitation, access to public goods and services, water treatment, studies of urban transport, among others (JACOBI, 2003).

Likewise, studies in the Human Sciences are relevant to the sustainable development of society. The human area is closely linked to school education, which can contribute to the human being's understanding of the importance of sustainability from early childhood. Some disciplines in the Human Sciences have been dedicated to the study and understanding of environmental issues and their consequent relationship with human life; among them, theology can be highlighted, which through an Ecotheological approach has contributed to the advancement of the area (FERREIRA *et al.*, 2019).

IV. CHRISTIAN THEOLOGY, ECOTHEOLOGY AND THE ENVIRONMENT

In the contemporary Christian theological conception, the concern with a new way of seeing the world was fundamental, placing what Christians call the Common Home at

the center of the religious debate. One of the enthusiasts of Ecotheology is the Brazilian theologian Leonardo Boff. His vast work invites the Christian to reflect on the influences of his action in the world, in nature as a whole. This new perspective proves very paradoxical when we look at the history of the actions of Christendom's influences. Now, with a more conciliatory character, the centrality of the debate is the future of the planet. The new reality in Christian thought has different currents and many debates, but it is relevant in all aspects, as we are addressing the history of the greatest religion on the planet, which commanded European thought for over a millennium (BOFF, 2004).

The confrontation on the roots of environmental problems surfaced in 1972 with the Club of Rome, this club was a frank dialogue between influential people in the capitalist world, all concerned with the unfolding of the environmental crisis. The abuses of human actions begin to elicit strong responses from the planet. The capitalist system adapts, it is easy to dialogue with cultures, it has a structure that allows for longevity. The logic is based on profit, high productivity for immediate pleasure, without worrying about what might happen in the long run. The reasoning is generally based on individualism, and thus, in this system, there is no mutual concern for the collective, nor for future generations (BOFF, 2004).

The environment is hostage to this promiscuous relationship between the owners of the means of production and immediate and individual profit. Pessoa (2019, p.44) clarifies that:

“These environmental crises are the result of a consumer society and limited to thinking development only in the economic aspect, that is, greater money gain, the amount of production through modern machines and the increased consumption of industrialized products by a society driven by a capitalist system that does not value care for the environment.”

It is necessary, in this context, for societies to understand that it is not the production link that will leverage man, as the environment offers this fundamental role, it is not difficult to relate this line of reasoning. Who provides the raw material is nature, the workforce is nature, the social bond is based on the geographic location where they live, so it is a fine line of fundamental balance. Without the ground we walk on, there is no means of production (BOFF, 2004).

At this crucial moment, it is essential to understand that religions have a fundamental mission in the overthrow of this paradigm, ecology and theology, in an interdisciplinary way, understand each other well and need to be put into practice. Pessoa (2019, p. 51) contributes:

“In many religions, the relationship between the human person and the environment is based on the idea that nature is a manifestation of divinity and, therefore, needs to be respected, as based on studies of ethnology, anthropology, archeology, historians and scientists of religion, the relationship between nature and humanity is universal, as well as the existence of gods in all peoples who inhabit or inhabit the world.”

Religious communities understand that there is an intimate relationship between the divine, the environment and the way it manifests itself through the phenomena of nature. Thus, it is relevant that religions work, in a concise and elaborate way, the awareness of “God who loves his people, but who loves all of his creation; the monopoly of power belongs to him, and if here the human being produces, it is because he allowed it”. This relationship between Christian theology and the environment was fundamentally

relevant for this new debate and confrontation to perpetuate for centuries in an ecumenical and conciliatory manner.

V. FINAL CONSIDERATIONS

One of the biggest concerns today is caring for the planet. It is known that for many years the human being lived as if natural resources were unlimited. Thus, the burning of fossil fuels, the pollution of rivers and fresh water sources, the felling of trees to use wood, among other actions, have caused serious damage to Planet Earth. It is noteworthy that the reflection of this environmental imbalance compromises human health.

Thus, Theology has sought to reconcile spirituality with sustainability, in order to achieve a balance between faith and the use of natural resources available on the Planet.

Finally, it is worth noting that sustainable development can be present in discussions in the most diversified areas of human knowledge, since multidisciplinary studies can contribute to making research more efficient and accurate.

VI. REFERENCES

BOFF, Leonardo. **Ecologia: Grito da Terra, Grito dos pobres**. Rio de Janeiro: Sextante, 2004.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é - o que não é**. Petrópolis: Editora Vozes, 2016.

COLLINS, Michael; PRICE, Matthew A. **História do Cristianismo: 2000 anos de fé**. São Paulo: Loyola, 2000.

Ecclesia. **Da desavença ao cisma: 858 - 1204**. Disponível em: http://www.ecclesia.com.br/biblioteca/igreja_ortodoxa/a_igreja_ortodoxa_historia8.htm
1. Acesso em: 23 de mar. De 2021.

ESTRADA, Eduardo Moyano. Un ensayo sobre la Laudato si' y su contribución a la conciencia ambiental. **Revista de Fomento Social**, [S.L.], p. 441-456, 31 dez. 2018. Universidad Loyola Andalucía. <http://dx.doi.org/10.32418/rfs.2019.291-292.1512>.

FANTINATTI, Pedro Augusto Pinheiro; ZUFFO, Antonio Carlos; ARGOLLO, André Munhoz de. **Indicadores de Sustentabilidade em Engenharia: como desenvolver**. São Paulo: Elsevier, 2015.

FERREIRA, Lucimary da Silva Pedro et al. A INTERDISCIPLINARIDADE NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL. **Revista Transformar**, Itaperuna-Rj, v. 13, n. 1, p. 19-35, jul. 2019.

Funari, Pedro Paulo. **Grécia e Roma**. 5° ed. São Paulo: Contexto, 2013.

GOMBRICH, Ernst. **A História da Arte**. São Paulo: Saraiva, 2000.

JACOBI, Pedro. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, [S.L.], n. 118, p. 189-206, mar. 2003. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-15742003000100008>.

LE GOFF, Jacques. **Em busca da Idade Média**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2005.

MATA, Sérgio da. **História e Religião**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2010.

PESSOA, Jimmy Barbosa. **Uma reflexão sobre o pensar e anunciar a sustentabilidade no Cristianismo**. Último Andar. São Paulo. v. 23. n. 33. p. 42 – 56. 2019. Disponível em: <https://ken.pucsp.br/index.php/ultimoandar/article/view/43613>. Acesso em: 24 de març. De 2021.

SANTOS JÚNIOR, Paulo Jonas dos et al. Liturgia e Culto no primeiro século da Igreja Cristã. **Tear Online**, São Leopoldo, v. 7, n. 2, p. 98-107, maio 2019.

SANTOS JÚNIOR, Paulo Jonas dos; ROSA, André Luis da. Experiência religiosa: da Reforma Protestante ao avivamento pentecostal. **Encontros Teológicos: Reforma ontem e hoje**, Florianópolis, v. 31, n. 2, p.235-252, ago. 2016. Disponível em: <facasc.edu.br>. Acesso em: 05 dez. 2020.

SILVA, Edeson dos Anjos; SANTOS, Silvana Duarte Gonçalves dos; SANTOS JÚNIOR, Paulo Jonas dos; PIROZI, Anízio Antônio. SUSTENTABILIDADE E EDUCAÇÃO AMBIENTAL: um estudo a partir do ensino de química e biologia. **Revista Transformar**, Itaperuna-RJ, v. 14, n. 1, p. 194-209, set. 2020.

TOWNSEND, Colin; BEGON, Michael; HARPER, John. **Fundamentos em Ecologia**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

VII. COPYRIGHT

The authors are the only ones responsible for the material included in this article.



Artigo recebido em 27/07/2021.
Publicado em 28/10/2021.

Revista SODEBRAS – Volume 16
Nº 190 – OUTUBRO/ 2021

METODOLOGIA ATIVA DE JOGOS E OS ESTILOS DE APRENDIZAGEM: ESTUDO, APLICAÇÃO E PERSPECTIVAS

GAME ACTIVE METHODOLOGY AND LEARNING STYLES: STUDY, APPLICATION AND PERSPECTIVES

Júlio César Benfenatti Ferreira¹
Adriana Giarola Vilamaior²
Allan Rafael Nunes Medeiros³

Resumo – Os responsáveis pelo processo de ensino-aprendizagem enfrentam o desafio de adaptar e aplicar metodologias diferentes para alcançar os diversos estilos de aprendizagem dos alunos. O trabalho propõe descrever a relação entre os estilos de aprendizagem do Modelo de Felder e Silverman (1988) e a metodologia ativa de jogos (“Mamma Mia”). O trabalho é uma pesquisa descritiva de caráter quantitativo e qualitativo, que contou com uma amostra aleatória e por conveniência de alunos de uma instituição de ensino. O resultado foi a formação de 6 grupamentos analisando o perfil de aprendizagem e a eficiência da média das duas tentativas no jogo. Os clusters 1 e 2 mostram que os alunos são em sua maioria reflexivos, sensoriais, visuais e sequenciais. Já os clusters 3, 4 e 5 são sensoriais, visuais e sequenciais. O cluster 6 foi o que apresentou maior eficiência nas duas tentativas, sendo o único de característica verbal.

Palavras-chave: Ensino Aprendizagem. Gestão. Modelo de Felder e Silverman.

Abstract – Those responsible for the teaching-learning process face the challenge of adapting and applying different methodologies to achieve the different learning styles of students. The paper proposes to describe the relationship between the learning styles of the Felder and Silverman Model (1988) and the active game methodology (“Mamma Mia”). The work is a descriptive research of quantitative and qualitative character, which counted on a random and convenience sample of students from an educational institution. The result was the formation of 6 groups analyzing the learning profile and the efficiency of the average of the two attempts in the game. Clusters 1 and 2 show that students are mostly reflective, sensory, visual and sequential. Clusters 3, 4 and 5 are sensory, visual and sequential. Cluster 6 was the one with the highest efficiency in both attempts, being the only one with a verbal characteristic

Keywords: Teaching Learning. Management. Felder and Silverman Model.

¹ IFMG Campus Bambuí; IFMG Campus Arcos. Contato: juio.ferreira@ifmg.edu.

² IFMG Campus Bambuí; IFMG Campus Arcos; Universidade de Uberaba. Contato: adriana.vilamaior@ifmg.edu.br.

³ IFMG Campus Bambuí. Contato: allanrafaelnm@hotmail.com.

I. INTRODUÇÃO

O contexto dos anos de 2020 e 2021, que se apresenta com crises econômicas e sanitárias de nível mundial, tem como consequências mudanças e adaptações em várias atividades. Verifica-se ajustes institucionais e legislativos que redefinem a forma e o comportamento de relações organizacionais, como, empresários e colaboradores, professores e alunos, prestadores de serviços e clientes, entre outros.

Reina e Santos (2017) destacam que na atualidade, a educação e o aprendizado demandam diferentes desafios, um deles é de preparar os jovens para o mercado de trabalho, inserindo a possibilidade da criação de novos negócios como alternativa de ocupação profissional.

Outro desafio é ajustar as formas e métodos de ensino que sejam adaptados ao cotidiano das pessoas e aos estilos de aprendizagem dos alunos. Para Dias, Sauaia e Yoshizaki (2013), o ensino mudou e precisa mudar, a prática de ensino em que o estudante tem uma postura passiva e observadora em aulas predominantemente expositivas é inviável.

A metodologia ativa, segundo Lemes (2020, p.40), “consiste em aprender melhor por meio de práticas, atividades, jogos, projetos, combinando a colaboração (aprender juntos) e a personalização (incentivar e gerenciar percursos pessoais)”. O objetivo é propiciar a todos os envolvidos na prática pedagógica um ambiente dinâmico, educativo, seguro, participativo, construtivo e que possa, de fato, influenciá-los de forma positiva na percepção, comportamentos e atitudes (PEREIRA, 2020).

Dentro deste cenário, surge a oportunidade de trabalhar a cultura empreendedora e os conceitos de gestão por meio de jogos, pois segundo autores como Guimarães et al. (2016), os jogos, quando trabalhados de forma lúdica, podem quebrar a barreira do conhecimento, sendo trabalhados de forma externa ao ambiente acadêmico, e ao mesmo tempo pode ser disseminado de forma fácil e rápida através de dispositivos móveis.

Olivier e Rosas (2004, p. 4) observam que os jogos empresariais “surgem com o intuito de reduzir a distância entre teoria e prática e também como agente fomentador da integração dos conhecimentos previamente adquiridos”.

Complementando, Gabardo (2006) afirma que os jogos empresariais proporcionam liberdade para exploração de ideias e para a criatividade. Concorda que alia a teoria à prática mas com a vantagem de não ter as consequências das decisões equivocadas tomadas na vida real.

Nos jogos empresariais os participantes gerenciam uma organização fictícia durante um período de tempo, o que lhes dá maior consciência das consequências de suas ações (MARTINELLI; TANABE; CASTRO, 2003).

Neves (2007, p.14) ressalta que para a “Academia, a eficácia pedagógica dos jogos de empresas já se tornou ponto pacífico”. Andrade (1999), em seu trabalho, defende que é o recurso didático que melhor aproxima a teoria administrativa à experiência prática.

Assim, o trabalho propõe descrever a relação entre os estilos de aprendizagem do Modelo de Felder e Silverman (1988) e a metodologia ativa de jogos. Aguiar (2015, p.33) afirma em seu trabalho que o modelo de Felder–Silverman (FELDER e SILVERMAN, 1988) é “o mais utilizado no contexto nacional e internacional para pesquisas relativas à adaptação e personalização de materiais de aprendizagem”.

O estilo de aprendizagem, para Felder e Silverman (1988) é o modo que cada indivíduo prefere receber e processar as informações. Aguiar (2015, p.33) resume o modelo dessa forma:

“Ao receber a informação externa (captada pelos sentidos) e a informação interna (que surge introspectivamente), essas ficam disponíveis para o indivíduo, que seleciona o material a ser processado. Ao processar, o indivíduo pode fazer uso de simples memorização ou raciocínio indutivo ou dedutivo, reflexão ou ação, introspecção ou interação com outros indivíduos. Como resultado, o conteúdo abordado no material selecionado é aprendido de uma forma ou de outra ou, então, não é aprendido.”

Moran (2017) corrobora definindo os processos de aprendizagens como múltiplos, contínuos, híbridos e informais, organizados e abertos, intencionais e não intencionais. E afirma, que por isso, é necessário que a escola utilize a aprendizagem ativa para auxiliar os alunos no desenvolvimento das competências cognitivas e socioemocionais.

O jogo utilizado neste artigo foi o “Mamma Mia”, que trata do gerenciamento de uma pizzaria e apresenta conceitos de gestão relacionados às áreas de marketing, finanças, recursos humanos, produção e serviço e a cultura empreendedora. O jogo simula o período de um ano, em que os alunos tomam decisão a cada mês, acompanhando os indicadores de fluxo de caixa e custos do empreendimento. Além, de vivenciar os desafios do mercado a cada trimestre.

O jogo foi desenvolvido durante o projeto de pesquisa “*Mamma Mia* - Desenvolvimento de um Aplicativo para Educação Empreendedora” submetido e aprovado por três anos consecutivos a editais de pesquisa de uma instituição de ensino.

II. METODOLOGIA

O trabalho caracteriza-se como uma pesquisa descritiva, que buscou entender a relação entre os estilos de aprendizagem do Modelo de Felder e Silverman (1988) e a metodologia ativa de jogos. Para tanto, foram convidados os alunos de 4 cursos de uma instituição de ensino.

A amostra de alunos foi aleatória e por conveniência. Por conveniência, pois foram convidados todos os alunos das disciplinas da área de gestão e a participação foi aleatória, ficando o aluno livre em participar da coleta dos dados. Participaram 87 alunos de 4 cursos, que são identificados como cursos A, B, C e D. Apenas 5 não cumpriram todas as etapas da pesquisa. Sendo assim, a amostra efetiva foi composta por 82 alunos.

Em um primeiro momento, os alunos responderam um questionário do Modelo de Felder e Silverman (1988), com o objetivo de definir o perfil de aprendizagem de cada indivíduo. Em um segundo momento, os alunos foram convidados a jogar duas vezes o jogo de empreendedorismo e gestão “*Mamma Mia*”, disponível no site <https://mmgames.com.br/>.

O trabalho tem caráter quantitativo e qualitativo. Segundo Godoy (1995), a pesquisa qualitativa possibilita estudar os fenômenos que envolvem os seres humanos e suas relações sociais, estabelecidas em diversos ambientes. O artigo buscou entender o aluno pelo seu estilo de aprendizagem e a sua relação com o resultado do fluxo de caixa final do jogo aplicado ao ensino.

A pesquisa quantitativa, segundo Gil (1991), considera tudo que pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações, de forma a possibilitar a classificação e análise. Isso requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas.

Para relacionar e formar clusters dos indivíduos foi utilizada a análise multivariada, mais especificamente a análise de conglomerados, que é um conjunto de técnicas para agrupar objetos ou pessoas similares. Depois, optou-se pela frequência e média para apresentar os dados relacionados às características dos indivíduos pesquisados em cada clusters e na amostra geral.

Para Cooper e Schindler (2003), o conglomerado começa com um grupo não diferenciado de pessoas, eventos ou objetos e tenta reorganizar esse grupo em subgrupos homogêneos. Hair Junior et al. (2007) destacaram a análise de conglomerados como a combinação de objetos para que tenham alta homogeneidade interna (dentro do conglomerado), bem como alta heterogeneidade externa (entre conglomerados). O método que foi utilizado para o tratamento dos dados é o Ward, técnica de variância, aglomerativa e hierarquizada, formando um dendograma.

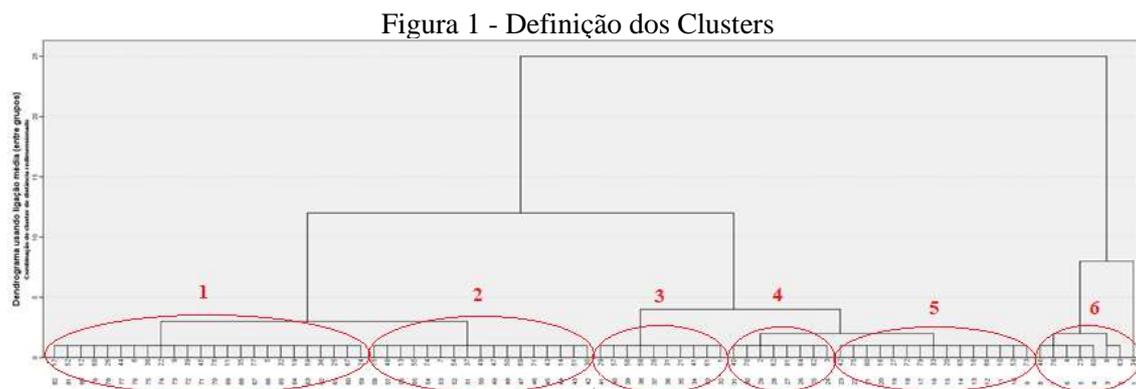
Para o tratamento dos resultados estatisticamente foi utilizando o sistema computacional *Spss Statistics* e o *Excel* para cálculo de frequência e média.

III. RESULTADOS

Os resultados são apresentados em duas partes, a primeira mostra os grupos que foram formados conforme a proximidade de características das variáveis da pesquisa e na sequência são descritas as frequências das variáveis qualitativas e a média dos resultados das tentativas 1 e 2 do Jogo *Mamma Mia*.

A amostra contou com 82 respondentes, sendo 41,5% do Curso A, 35,4% do Curso B, 14,6% do Curso C e 8,5% do Curso D de uma instituição de ensino.

A Figura 1 foi gerada pelo software *Spss Statistics*, utilizando a classificação cluster sendo utilizado como entrada o curso dos alunos, os resultados das variáveis processamento, percepção, entrada e entendimento, além da média do resultado do Jogo.



Fonte: Autores, 2021.

Pode se observar que foram formados 5 grupos bem definidos, após a análise das características dos outros indivíduos, optou-se por classificá-los em apenas um grupo, diante das suas semelhanças. Sendo assim, o resultado final culminou em 6 grupos para posterior análise.

Os cluster 1 e 2 possuem características mais semelhantes, podendo para um futuro trabalho serem agrupados e analisados conjuntamente. O mesmo acontece com os clusters 3, 4 e 5. Já o cluster 6 é formado por indivíduos mais heterogêneos e são mais distantes dos outros clusters. Desta forma, analisar separadamente os indivíduos do grupamento 6 também pode ser um tema para trabalho futuro.

As Tabela 1 e 2 mostram as frequências e média das variáveis estudadas, sendo apresentado primeiro o resultado geral da amostra e depois, separadas pelos grupos formados no dendograma (Figura 1).

Tabela 1 – Frequências e média das variáveis da amostra e dos clusters 1 e 2

Cluster	Total		1		2	
	Quant.	Freq.	Quant.	Freq.	Quant.	Freq.
Curso						
Curso A	34	41,5%	10	41,7%	9	52,9%
Curso B	7	8,5%	1	4,1%	1	5,9%
Curso C	12	14,6%	3	12,5%	2	11,8%
Curso D	29	35,4%	10	41,7%	5	29,4%
Total	82	100,0%	24	100,0%	17	100,0%
Processamento						
Ativo	40	48,8%	10	41,7%	7	41,2%
Reflexivo	42	51,2%	14	58,3%	10	58,8%
Percepção						
Intuitivo	11	13,4%	2	8,3%	3	17,6%
Sensorial	71	86,6%	22	91,7%	14	82,4%
Entrada						
Verbal	8	33,3%	8	33,3%	7	41,2%
Visual	16	66,7%	16	66,7%	10	58,8%
Entendimento						
Global	27	32,9%	9	37,5%	5	29,4%
Sequencial	55	67,1%	15	62,5%	12	70,6%
Tentativa 1						
Média	R\$	35.304,66	R\$	43.119,20	R\$	34.940,78
Tentativa 2						
Média	R\$	40.350,68	R\$	47.287,26	R\$	41.338,20

Na amostra geral, o processamento de 48,8% dos alunos estudados é ativo e 51,2%, reflexivo. A percepção da amostra é caracterizada, predominantemente, como sensorial, 86,6%. A entrada foi verbal em 40,2% e visual em 59,8%. Já o entendimento é sequencial para 67,1% dos alunos, sendo 32,9% global. A média do resultado do fluxo de caixa final da tentativa 1 foi de R\$35.304,66, da tentativa 2 foi de R\$40.350,68. De forma geral, a amostra é em sua maioria de alunos do curso A, tendo características predominantes de reflexivo, sensorial, visual e sequencial. Observou-se também que ocorreu um aumento no resultado do fluxo de caixa na segunda tentativa, sendo um ganho de aproximadamente R\$ 5.046,02.

Ao caracterizar separadamente os grupos, tem-se que o cluster 1 foi formado por 24 indivíduos, sendo 41,7%, tanto do curso A quanto do curso D, 12,4% do C e 4,2% do B. Quanto ao estilo de aprendizagem, sobre o processamento 58,3% tem atitudes de reflexivo e 41,7% de ativo. Em relação a percepção, 91,7% se mostraram sensorial e 8,3% intuitivo. Sobre a entrada 66,7% são visual e 33,3% verbal. Já o entendimento, 62,5% têm característica sequencial e 37,5% global. O resultado do cluster 1 da primeira tentativa do jogo foi de R\$ 43.119,20 no fluxo de caixa final, na segunda tentativa foi de R\$ 47.287,26.

O cluster 2 conta com 17 indivíduos, tendo 52,9% do curso A, 29,4% do D, 11,8% do C e 5,9% do B. Conforme já foi mencionado, este grupamento tem forte proximidade em característica de estilo de aprendizagem com o cluster 1. Porém, os valores da média do fluxo de caixa das tentativas são diferentes, percebe-se um

desempenho menor na eficiência. A primeira tentativa do jogo para o cluster 2, foi de R\$ 34.940,78 e na segunda tentativa foi de R\$ 41.338,20.

A Tabela 2 mostra as características dos aglomerados 3,4,5 e 6.

Tabela 2 – Frequências e média dos clusters 3,4,5 e 6

Cluster	3		4		5		6	
	Quant.	Freq.	Quant.	Freq.	Quant.	Freq.	Quant.	Freq.
Curso								
Curso A	8	80,0%	1	12,5%	3	20,0%	3	42,8%
Curso B	1	10,0%	2	25,0%	1	6,7%	1	14,3%
Curso C	0	0,0%	0	0,0%	5	33,3%	2	28,6%
Curso D	1	10,0%	5	62,5%	6	40,0%	2	14,3%
Total	10	100,0%	8	100,0%	15	100,0%	8	100,0%
Processamento								
Ativo	6	60,0%	4	50,0%	10	66,7%	3	37,5%
Reflexivo	4	40,0%	4	50,0%	5	33,3%	5	62,5%
Percepção								
Intuitivo	1	10,0%	1	12,5%	3	20,0%	1	12,5%
Sensorial	9	90,0%	7	87,5%	12	80,0%	7	87,5%
Entrada								
Verbal	3	30,0%	3	37,5%	7	46,7%	5	62,5%
Visual	7	70,0%	5	62,5%	8	53,3%	3	37,5%
Entendimento								
Global	3	30,0%	1	12,5%	7	46,7%	3	37,5%
Sequencial	7	70,0%	7	87,5%	8	53,3%	5	62,5%
Tentativa 1								
Média	R\$	19.938,98	R\$	29.751,80	R\$	30.162,60	R\$	47.035,62
Tentativa 2								
Média	R\$	23.138,30	R\$	36.464,64	R\$	27.255,42	R\$	67.397,61

No cluster 3 o número de pesquisado é de 10 alunos, sendo 80% do curso A e 10% de B e D. Diferente dos clusters 1 e 2, o cluster 3 tem predominância de 60% de processamento ativo e 40% reflexivo. Mas as outras variáveis foram semelhantes aos primeiros agrupamentos, sendo marcante as características sensorial, visual e sequencial. O resultado do fluxo de caixa final da primeira tentativa do jogo foi de R\$ 19.938,98 e para segunda tentativa R\$ 23.138,30. A eficiência deste aglomerado foi a menor em comparação com todos os outros.

O cluster 4 tem 8 alunos, com 62,5% do curso D, 25% do B e 12,5% do A. O processamento ficou dividido igualmente entre ativo e reflexivo. O agrupamento 4 também teve um resultado semelhante aos outros clusters em relação a percepção, (sensorial - 87,5%), entrada (visual - 62,5%) e entendimento (sequencial - 87,5%). O resultado final do jogo para o agrupamento 4 foi de R\$ 29.751,80 e R\$ 36.464,64 para as 2 tentativas, respectivamente.

O cluster 5 foi constituído por 15 indivíduos, sendo 40% do curso D, 33,3% do C, 30% do A e 6,7% do B. Este agrupamento se diferencia de todos os outros por ser ativo em 66,7% dos indivíduos para o processamento. Já para as outras variáveis, segue o resultado semelhante aos demais aglomerados, para a percepção, destaque de 80% sensorial, na entrada foram 53,3% visual e sobre o entendimento, 53,3% sequencial. Mas é importante destacar que este grupo teve uma redução em relação ao resultado final do fluxo de caixa entre as duas tentativas, que foram de R\$ 30.162,60 e R\$ 27.255,42, respectivamente.

O cluster 6 conta com 8 alunos pesquisados, sendo o grupo mais equilibrado em relação a participação dos cursos, 42,8% do curso A, 28,6% do C e 14,3% dos cursos B e D. Foi marcante em relação ao processamento a característica reflexivo (62,5%); na percepção, 87,5% dos pesquisados são sensorial e 62,5% são sequenciais em relação ao entendimento. Um dos pontos que diferenciou este aglomerado dos outros foi a característica de entrada verbal, que se destacou em 62,5% dos indivíduos. O outro ponto que chama a atenção sobre os resultados do grupamento 6 são os resultados finais do fluxo de caixa do jogo, que apresentaram os maiores valores médios para primeira (R\$ 47.035,62) e segunda (R\$ 67.397,61) tentativas.

Diante da análise dos dados da amostra, acredita-se que os clusters foram formados baseando, principalmente, no resultado das duas tentativas do jogo. Desta forma, foi realizada uma análise comparando as formas pelas quais os alunos preferencialmente recebem e processam as informações, segundo o Modelo de Estilo-Aprendizagem de Felder e Silverman (1988), com as médias dos resultados do jogo obtidas em cada clusters.

Com relação ao processamento, observa-se que os clusters 1, 2 e 6, em sua maioria foi formado por alunos reflexivos, ou seja, com características de preferir trabalhar sozinho, tendenciam a ser teóricos e pensam mais sobre a informação apresentada. Estes clusters apresentaram maior resultado no jogo. Já os clusters 3 e 5, tem predominância de processamento ativo, ou seja, são com tendência para a prática e preferem trabalhar em grupo. O cluster 4 foi formado por alunos reflexivos e ativos na mesma proporção, também apresentaram resultados baixo no jogo. Como a proposta de realização do trabalho foi individual, é importante para alcance maior dos alunos ativos, a opção de realizar novamente o jogo, mas com a oportunidade de realização em grupo.

Quanto a percepção, todos os clusters tiveram em sua maioria alunos com características sensoriais. Isto era de se esperar pois a participação do aluno foi livre, acredita-se que aqueles que tem preferência em lidar com os fatos e aprender com a experimentação tiveram maior interesse em participar do jogo.

Já sobre a entrada de informações, apenas o cluster 6 apresentou a maioria dos participantes com característica verbal. Estes alunos preferem informações ditas ou escritas, destaca-se que este aglomerado obteve o melhor resultado do jogo. Os alunos com características de entrada visual preferem obter informação por meio de fluxogramas, demonstrativos, fotos, diagramas, filmes ou linha do tempo. No jogo as informações são apresentadas por textos e relatórios de fluxo de caixa, desta forma, entende-se como oportunidade para aprimorar o jogo a inserção de gráficos no relatório e figura nas perguntas.

O entendimento de todos os clusters foi, em sua maioria, sequencial. Os alunos desta forma aprendem melhor em grau crescente de dificuldade e complexidade. Pode-se afirmar que o jogo foi desenvolvido privilegiando o aprendizado sequencial, pois as questões são apresentadas de forma separada tratando de cada área da gestão individualmente. Além de serem colocadas em sequência evolutiva de complexidade. Ressalta que esta característica dos alunos não influenciou no resultado do jogo. Sendo assim, não percebe-se a necessidade de adaptação do jogo para os alunos com preferência para o entendimento global.

IV. CONCLUSÃO

Conforme a proposta deste trabalho, de descrever a relação entre os estilos de aprendizagem do Modelo de Felder e Silverman (1988) e os resultados do fluxo de caixa do jogo *Mamma Mia*. Observou-se a possibilidade de formar grupamentos com similaridades possibilitando que o profissional da educação em gestão e

empreendedorismo consiga tratar de forma mais particular os aglomerados de alunos no processo de ensino-aprendizado.

É importante ressaltar que alguns resultados dos clusters formados podem indicar perspectivas sobre a relação do estilo de aprendizagem e a metodologia ativa de jogos. Os aglomerados 1 e 2, em que os alunos são em sua maioria reflexivos, sensoriais, visuais e sequenciais. A diferença entre o valor da média dos dois grupos é de 15,6%, sendo que o resultado do aglomerado 1 é maior que o 2.

Já os clusters 3, 4 e 5 também possuem características semelhantes, sendo que a maioria dos alunos são sensoriais, visuais e sequenciais. O grupamento 3 difere dos outros por terem o seu processamento ativo, e o grupamento 5 foi o único que apresentou um melhor resultado na primeira tentativa do jogo. Todos os outros grupamentos melhoraram sua performance na segunda tentativa.

Destaca-se que o cluster 6 foi o que apresentou melhor performance nas duas tentativas, sendo o único com característica de entrada verbal.

Sobre essas observações é interessante que o trabalho seja replicado mais vezes, seguindo o mesmo rigor metodológico para verificar e constatar os resultados apresentados. Porém, com o resultado obtido, foi possível perceber oportunidades de aprimoramento do jogo para que possa atender melhor os diferentes estilos de aprendizagem.

Além disto, sugere-se que este resultado seja complementado pela utilização da metodologia de grupo focal, de forma que consiga entender como aconteceu o processo de decisão dos alunos, observando as possíveis limitações e desafios.

Ressalta se que é importante sair de um modelo de educação transmissiva e fazer com que os alunos reflitam sobre questões do cotidiano e se tornem protagonistas de sua aprendizagem, como ocorreu, no jogo *Mamma Mia*. Além de ter sido possível, entender as perspectivas do estilo de aprendizagem dos alunos em relação a sua eficiência no resultado final do jogo, de forma a criar alternativas de atender a todos os estilos.

V. REFERÊNCIAS

AGUIAR, J. B. **Recomendação de Objetos de Aprendizagem baseada em Estilos de Aprendizagem e Traços de Personalidade**. Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Campina Grande, 2015.216f

ANDRADE, R. O. **Perfil, formação e oportunidades de trabalho do administrador profissional**. São Paulo: ESPM, 1999. 144p

COOPER, D.R.; SCHINDLER, P.S. **Métodos de pesquisa em administração**. Porto Alegre: Bookman, 2003. 640 p.

DIAS, G. P. P.; SAUAIA, A. C. A.; YOSHIZAKI, H. T. Y. **Estilos de aprendizagem Felder-Silverman e o aprendizado com jogos de empresa**. Revista de Administração de Empresas, v. 53, n. 5, p. 469-484, 2013. Disponível em <<https://www.scielo.br/pdf/rae/v53n5/v53n5a05.pdf>> Acesso em: 21 maio 2020.

FELDER, R. M.; SILVERMAN, L. K. **Learning and Teaching Styles in Engineering Education**. Journal of Engineering Education, v. 78, n. 7, 1988, p. 674–681.

GABARDO, L. O. S. Jogos de empresas: uma metodologia de utilização. **Revista Conhecimento Interativo**, São José dos Pinhais, v. 2, n. 1, p. 88-100, 2006.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GODOY, A.S. **Pesquisa qualitativa:** tipos fundamentais. Revista de Administração de Empresas, Sao Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.

GUIMARÃES, A. L., LEAL, A. C. M. D., ARGENTO, H. A., LEMOS, N. L. **Uma reflexão sobre aprendizagem baseada em jogos digitais educativos em EAD.** SIED: EnPED-Simpósio Internacional de Educação a Distância e Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância (2016). Disponível em: <<http://www.sied-enped2016.ead.ufscar.br/ojs/index.php/2016/article/view/1779/>>. Acesso em: 20 de maio de 2020.

HAIR JUNIOR, J. F. et al. **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração.** Porto Alegre: Bookman, 2007. 471 p.

LEMES, R. M. **Elaboração de materiais curriculares por meio dos Multiletramentos e da Metodologia Ativa:** perspectivas na escola pública. 2020. Dissertação (Mestrado - Faculdade de Ciências e Letras) Universidade Estadual Paulista (UNESP), Assis. 2020. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/192465>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2021.

MARTINELLI, D. P.; TANABE, M.; CASTRO, F. M. **O impacto da utilização dos jogos de empresas sobre o aprendizado dos alunos do primeiro ano de administração:** um estudo na FEA-RP/USP. São Paulo: USP, 2003.

MORAN, J. M. **Metodologias ativas e modelos híbridos na educação.** In: YAEGASHI, S. *et al* (org.). Novas tecnologias digitais: reflexões sobre mediação, aprendizagem e desenvolvimento. Curitiba: CRV, 2017. p. 23-35.

NEVES, J.P. **Jogos de Empresas:** um estudo da utilização em cursos de graduação em administração no estado de São Paulo Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação - Mestrado em Administração do Centro de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Estadual de Maringá/ Universidade Estadual de Londrina, 2007. 106f.

OLIVIER, M.; ROSAS, A. R. **Jogos de Empresas na Graduação e no Mestrado.** In: SEMEAD, 7., São Paulo. Anais... São Paulo: USP, 2004.

PEREIRA, A. T. **O Desafio Da Inserção Das Metodologias Ativas no Ensino em Saúde:** narrativas de docentes. 2020. Tese (Doutorado - Escola Paulista de Medicina) Universidade Federal de São Paulo, São Paulo. 2020. Disponível em: <https://repositorio.unifesp.br/handle/11600/60159>. Acesso em: 03 de março de 2021.

REINA, F. T.; SANTOS, R. A. dos. Educação empreendedora: práticas educativas para dinamizar a ascensão pessoal e profissional dos alunos. **Temas em Educação e Saúde** 13.1 (2017): 147-163.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

Área: Ciências Agrárias e Biológicas

4-1	<p>DESENVOLVIMENTO DE CÁPSULA PARA PROTEÇÃO DOS PROFISSIONAIS DE SAÚDE DURANTE O MANEJO DO TRATO RESPIRATÓRIO</p> <p>DEVELOPMENT OF A CAPSULE TO PROTECT HEALTH PROFESSIONALS DURING RESPIRATORY TRACT MANAGEMENT</p> <p>Andreia Guerra Siman; Flávia Batista Barbosa de Sá Diaz; André Teixeira da Costa; Alexandre Santos Brandão</p>
4-1	<p>MORBIMORTALIDADE DA SÍFILIS NO ESTADO DO TOCANTINS NOS ANOS DE 2010 A 2020</p> <p>SYPHILIS MORBIMORTALITY IN TOCANTINS STATE FROM 2010 TO 2020</p> <p>Maria Aparecida Lopes de Sousa Raul; Karollyne Santana Paixão; Wagner dos Santos Mariano; Domenica Palomaris Mariano de Souza</p>
4-6	<p>QUEDAS E PROBLEMAS VISUAIS EM UMA POPULAÇÃO ADULTA</p> <p>FALLS AND VISUAL PROBLEMS IN AN ADULT POPULATION</p> <p>Maria Cecília Leite de Moraes; Climene Laura de Camargo; Robson da Costa Oliveira; Sélton Diniz de Santos</p>
4-6	<p>SANEAMENTO E DOENÇAS VINCULADAS AOS RECURSOS HÍDRICOS (ESQUISTOSSOMOSE) NA REGIÃO DE SAÚDE DE IPATINGA, MINAS GERAIS</p> <p>SANITATION AND DISEASES LINKED TO WATER RESOURCES (SCHISTOSOMOSIS) IN THE HEALTH REGION OF IPATINGA, MINAS GERAIS</p> <p>Alexandre Sylvio Vieira Da Costa</p>
5-1	<p>PRODUÇÃO DE OVOS EM SISTEMAS NÃO CONVENCIONAIS: INOVAÇÕES NA ÁREA DE SAÚDE</p> <p>EGG PRODUCTION IN UNCONVENTIONAL SYSTEMS: INNOVATIONS IN THE HEALTH AREA</p> <p>César Giordano Gêmero; Antonio Wagner Pereira Lopes; Vera Lúcia Silveira Botta Ferrante; José Maria Gusman Ferraz; Cesar Augusto Feliciano</p>



Artigo recebido em 12/08/2021.
Publicado em 28/10/2021.

Revista SODEBRAS – Volume 16
Nº 190 – OUTUBRO/ 2021

DESENVOLVIMENTO DE CÁPSULA PARA PROTEÇÃO DOS PROFISSIONAIS DE SAÚDE DURANTE O MANEJO DO TRATO RESPIRATÓRIO

DEVELOPMENT OF A CAPSULE TO PROTECT HEALTH PROFESSIONALS DURING RESPIRATORY TRACT MANAGEMENT

Andreia Guerra Siman¹
Flávia Batista Barbosa de Sá Diaz²
André Teixeira da Costa³
Alexandre Santos Brandão⁴

Resumo – *Descrever o desenvolvimento de uma cápsula para proteção coletiva dos profissionais de saúde, durante o manejo do trato respiratório. Método: Trata-se de um relato de experiência do desenvolvimento de uma cápsula, no contexto da COVID-19, que pode ser utilizada por profissionais de saúde. A cápsula foi desenvolvida no Laboratório de Fabricação Digital do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Viçosa e um centro cirúrgico de um hospital escola, em Minas Gerais, Brasil, nos meses de abril a junho de 2020. As etapas que levaram ao desenvolvimento da cápsula foram: revisão de literatura, busca de anterioridades, modelagem do projeto, prototipagem para validação de atributos funcionais e ergonômicos por especialistas em emergência hospitalar e fabricação final. Resultados: A invenção permitiu o uso simultâneo por até três profissionais, vedação regulável por meio das válvulas associadas à manga-íris e luvas de cano longo que promovem uma redundância de proteção. Conclusão: A cápsula permite melhor vedação e menor risco de contaminação dos profissionais de saúde por gotículas ou aerossóis, durante o processo de manejo de vias aéreas de pacientes como a COVID-19 e ou outras doenças infecciosas.*

Palavras-chave: *Infeções por Coronavirus. Equipamento de Proteção Individual. Gestão de riscos.*

Abstract - *Describe the development of a capsule for collective protection of health professionals during the management of the respiratory tract. Method: This is an experience report of the development of a capsule, in the context of COVID-19, which can be used by health professionals. The capsule was developed at the Digital Fabrication Laboratory of the*

¹ Universidade Federal de Viçosa. Contato: ago@ufv.br.

² Universidade Federal de Viçosa. Contato: flaviabatista@ufv.br.

³ Universidade Federal de Viçosa. Contato: andre.t.costa@ufv.br.

⁴ Universidade Federal de Viçosa. Contato: alexandre.brandao@ufv.br.

Department of Architecture and Urbanism at the Federal University of Viçosa and a surgical center at a teaching hospital in Minas Gerais, Brazil, from April to June 2020. The steps that led to its development of the capsule were: literature review, background search, project modeling, prototyping for validation of functional and ergonomic attributes by specialists in hospital emergency and final manufacturing. Results: The invention allowed the simultaneous use by up to three professionals, adjustable sealing through the valves associated with the iris sleeve and long sleeves that promote a redundancy of protection. Conclusion: The capsule allows better sealing and lower risk of contamination of health professionals by droplets or aerosols, during the process of managing the airways of patients such as COVID-19 and other infectious diseases.

Keywords: *Prevention & Control. COVID-19. Coronavirus Infections. Health Services Management. Personal Protective Equipment.*

I. INTRODUÇÃO

A COVID-19 é uma doença infecciosa causada pelo Coronavírus denominado de SARS-CoV-2 e é transmitida por meio de gotículas e aerossóis gerados por pessoas infectadas e dispersos pela fala, tosse e espirro. A doença se transformou em um problema de saúde global principalmente, por sua rápida disseminação geográfica. No dia 11 de março de 2020, foi caracterizada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como uma pandemia (ZHU, *et al*, 2020; BRASIL, 2020, WHO, 2020, CUPERTINO, 2020a).

A grande maioria dos pacientes (80%) com COVID-19 apresentam sintomas leves, 15% evoluem para hospitalização que necessita de oxigenoterapia e 5% precisam ser atendidos em Centro de Terapia Intensiva (CTI) (WHO, 2020b).

Um dos grandes desafios da pandemia de COVID-19 é a efetiva proteção dos profissionais de saúde diante a realização de procedimentos a pacientes contaminados e principalmente, quando manejam o trato respiratório (HEINZERLING, *et al*, 2020, CDC, 2020; CUPERTINO *et al*, 2020b, GUAN, *et al*, 2020, QU, *et al*, 2020). Para realizar tais procedimentos, a OMS define que os profissionais devem utilizar Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) como máscara com filtro PFF2 (um respirador com capacidade de filtração e resistência a materiais particulados com 94% de eficiência para partículas menor que 0,3µm, comumente conhecida como N95), aventais de isolamento e luvas. Além das normas de precaução padrão e higienização das mãos (HEINZERLING, *et al*, 2020, CDC, 2020, BRASIL, 2020).

Apesar das recomendações sabe-se que médicos, fisioterapeutas e enfermeiros estão particularmente em situação de alto risco ao manejar vias aéreas de pacientes infectados, devido a geração de gotículas e aerossóis, principalmente nos procedimentos de intubação e aspiração nasotraqueal ou orotraqueal, ressuscitação cardiopulmonar, ventilação com ressuscitador manual, ventilação não invasiva, exame de broncoscopia, coleta de secreções em nasofaringe e orofaringe. Destaca-se que em alguns casos o risco é tão alto, que a recomendação é não utilizar ventilação invasiva e cânula nasal de alto fluxo em pacientes com COVID-19 (RAHMOUNE, *et al*, 2020, CHEUNG, *et al*, 2020).

O problema surge ao analisar que o cuidado com o ambiente precisa ser redobrado (MAX *et al*, 2020), sendo indicado o gerenciamento das vias aéreas em uma sala de isolamento aéreo (pressão negativa, troca de ar frequente), se disponível. (MAX *et al* 2020; RAHMOUNE, *et al*, 2020), infraestrutura e tecnologia dificilmente disponíveis em países emergentes.

Portanto, diante da exposição dos profissionais de saúde, levando em consideração que milhares foram afastados de suas atividades laborais devido a

contaminação com o COVID-19 no Brasil, e no mundo, hospitalizados, alguns evoluindo a óbitos, não apenas de profissionais de enfermagem (MEDEIROS, 2020, COFEN, 2021).

Com as considerações apresentadas, esse trabalho se justifica por entender que a capsula poderá ampliar a seguridade dos profissionais de saúde e ser reproduzida em diversas localidades brasileiras. Desse modo, este estudo objetiva descrever o desenvolvimento de uma cápsula para proteção coletiva dos profissionais de saúde durante o manejo do trato respiratório.

II. METODOLOGIA

Trata-se de um relato de experiência de professores da área da saúde, da engenharia e alunos no desenvolvimento de uma cápsula para a proteção coletiva dos profissionais de saúde durante a intubação endotraqueal. O relato de experiência permite descrever a vivência de ações e situações que possam contribuir de forma relevante para área da saúde, inovação tecnologia e elucidar novos caminhos.

Os professores envolvidos afrontaram um dos grandes desafios das Instituições de Ensino, desenvolvendo ações de interação, troca de saberes, e o fortalecimento dos envolvidos como sujeitos sociais e a tomada de consciência na elaboração de solução e resposta à sociedade (SCHIMITT, *et al*, 2020).

Desse modo, o presente estudo relata sobre a criação de um dispositivo que foi desenvolvido em caráter emergencial no contexto da pandemia, que era um problema presente nas atividades dos profissionais de saúde, inclusive local, e os pesquisadores empenharam-se na busca de solução (THIOLLENT, 2009).

Em março de 2020, a UFV estruturou uma Comissão de Produção de Inovações Tecnológicas para o combate ao Covid-19, que tinha como objetivo elaborar soluções inovadoras e desenvolver tecnologias, produtos, serviços e processos para o combate à doença. A presente invenção foi desenvolvida por essa comissão, composta por uma equipe multidisciplinar integrada por professores/pesquisadores e estudantes da instituição, dentre eles: duas professoras enfermeiras, um professor médico anestesista, um professor engenheiro eletricitista, um arquiteto estudante de mestrado, e um estudante de engenharia elétrica.

A tecnologia foi denominada “cápsula para uso durante o gerenciamento de vias aéreas” foi desenvolvida no período de março a junho de 2020 e teve pedido de patente de invenção protocolado no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) em 20 de julho de 2020, sob número BR 102020014712-9, publicado em 27 de outubro de 2020. Todas as etapas de desenvolvimento da cápsula foram realizadas no Laboratório de Fabricação Digital do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e no centro cirúrgico de um hospital escola da cidade, também vinculado à universidade.

Com a identificação do problema de alta taxa de dispersão de gotículas e aerossóis e risco de transmissão durante o manejo do trato respiratório (AMIB, 2020), buscou-se por desenvolver um aparato tecnológico que promovesse maior proteção dos profissionais de saúde.

Para isso, foram realizadas algumas etapas como: levantamento bibliográfico em bases de dados de estudos científicos para caracterizar o estado da arte, e em seguida foi feita a busca por anterioridades no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) para compreender as alternativas e as invenções já criadas e disponíveis no mercado, representadas na Figura 1.

Figura 1 - Etapas do desenvolvimento da cápsula, Brasil, 2021



Fonte: Autores, 2021.

A partir disso, iniciou-se a concepção projetual de um protótipo alternativo que garantisse a atuação simultânea dos profissionais de saúde, com a proteção necessária e usabilidade eficaz sem prejuízos ao procedimento, suprimindo as limitações.

O protótipo foi iniciado por meio de modelagem experimental em dimensional (2D) utilizando o programa *Computer Aided Design* (AutoCAD) que auxilia na elaboração de peças de desenhos técnicos em duas dimensões e também na criação de modelos tridimensionais (3D). Também foi utilizado o programa *SolidWorks* de computação gráfica para criar modelagem 3D, sendo esse efetivo para objetos sólidos. Os programas anteriormente citados viabilizaram criar esboços, simular possíveis movimentos, observar as prováveis falhas e ter uma visibilidade mais realística.

Em seguida, foram confeccionados dois protótipos em escala real, denominado na engenharia como *mockups* e sendo aplicados para elaborar modelos bastante aproximados ao projeto final. Assim, foi feita uma representação em tamanho real do projeto utilizando papelão e testados em ambiente hospitalar pelo médico da equipe, simulando a prática do procedimento de intubação endotraqueal para avaliação do design e para realização de ajustes de ergonomia e dimensionamentos.

A intubação endotraqueal foi escolhida para simulação por se tratar de um procedimento invasivo, complexo, realizado no trato respiratório e que mais expõe os profissionais à infecção. Nesse procedimento, é realizada a inserção de um tubo através da boca do paciente até a traquéia, com o auxílio de um laringoscópio, com vistas a instalar a ventilação mecânica. A habilidade dos profissionais, manejo preciso e mobilidade são essenciais no processo de intubação, pois exige que se faça um sequenciamento de atividades como: introdução e posicionamento do laringoscópio, elevação da valécula, introdução do tubo orotraqueal, insuflação do cuff e ausculta pulmonar (YAMANAKA, *et al*, 2010). Desse modo, foi possível avaliar a segurança e mobilidade oferecida aos profissionais por meio da cápsula.

Após as devidas correções e aprimoramentos, finalizou-se o design e iniciou-se a fabricação das cápsulas, com equipamentos de fabricação digital disponíveis nos laboratórios da universidade. As faces da cápsula foram fabricadas em acrílico transparente cortado em máquina *Computer Numeric Control* (CNC) a laser (Figura 2); já as válvulas circulares laterais compostas por três peças: porca (1), rosca (2) e anel (3) (Figura 3), foram confeccionadas em plástico Poliacido Láctico (PLA) por meio de tecnologia de manufatura aditiva de impressão 3D. A montagem do cubo acrílico foi realizada por colagem das faces; a montagem das válvulas plásticas foi por interferência

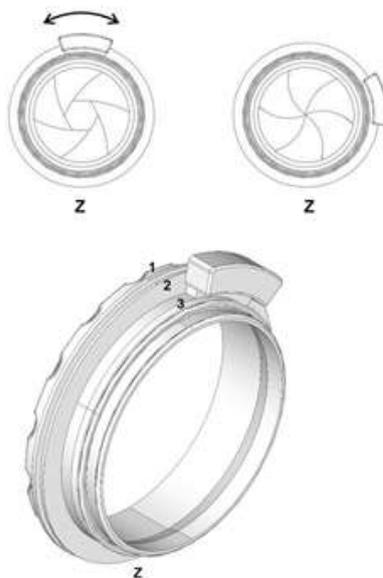
e rosqueamento das peças ao conjunto. Depois da montagem do conjunto, foram acopladas nas válvulas luvas plásticas descartáveis de cano longo e manga-íris de incubadoras neonatal, ambos amplamente encontrados no mercado (Figura 4).

Figura 2 –Fases da cápsula em acrílico transparente cortada, Brasil, 2021



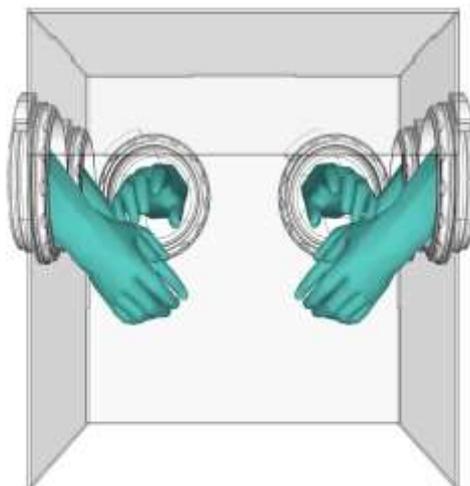
Fonte: Autores, 2021.

Figura 3 –Válvulas circulares laterais compostas por porca (1), rosca (2) e anel (3), Brasil, 2021



Fonte: Autores, 2021.

Figura 4 – Acoplamento das luvas plásticas descartáveis de cano longo e manga-íris, Brasil, 2020



Fonte: Autores, 2021.

Assim, a cápsula foi confeccionada em acrílico, ou pode ser em policarbonato, transparente de no mínimo 4mm de espessura. Com uma massa de 5.288 kg, e dimensões totais externas: comprimento de 500mm a 550mm, largura de 500mm a 550mm e altura de 490mm a 500 mm. Os furos nas 3 faces (C, D e E) devem possuir no mínimo 160mm de diâmetro, posicionados a 240mm da base e com distância de espaçamento de aproximadamente 130mm entre eles. A parte frontal da cápsula (B) possui uma peça de aproximadamente 500x150 (mm), deixando uma abertura de, no mínimo, 490mm de largura e 390mm de altura para a entrada do paciente. Após montada, deve ser colada com cola específica para acrílico e instalar os dispositivos denominados válvulas (de PLA ou ABS produzidas com impressoras 3D). Após montagem da válvula na cápsula, deve-se montar primeiramente a luva de cano longo, preferencialmente de polietileno. A boca do cano da luva deve envolver a parte fixa da válvula sobre e saliência, situada na parte externa da cápsula. As válvulas possuem saliências em suas extremidades para a fixação das luvas e da mangas-íris (Figura 4) e possível regulação da abertura.

A válvula plástica associada as manga-íris possibilita a regulação, abertura e fechamento dos orifícios durante o gerenciamento de vias aéreas.

III. RESULTADOS

O equipamento tem como objetivo a proteção coletiva dos profissionais de saúde durante os procedimentos de intubação, extubação endotraqueal, aspiração nasotraqueal ou orotraqueal, exame de broncoscopia, coleta de exames em nasofaringe e orofaringe de pacientes com suspeita ou com Covid-19 confirmado e/ou outras doenças infecto contagiosas como a doença meningocócica, tuberculose pulmonar, gripe H1N1, dentre outras transmitidas pelo contato com gotículas e aerossóis.

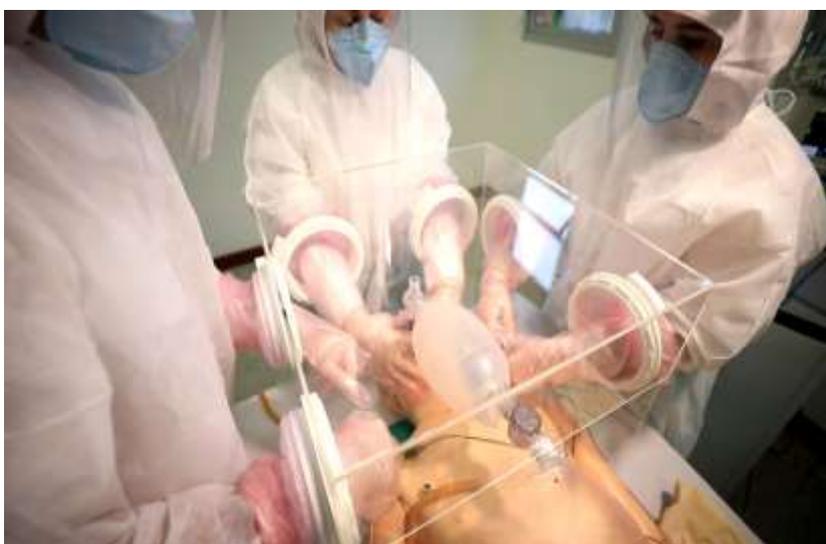
Três itens no processo de construção da cápsula foram importantes para promover um melhor uso do equipamento e conseqüentemente melhor proteção, sendo eles:

Primeiro, quanto ao número de acessos dos profissionais de saúde ao paciente. A cápsula permite a realização do procedimento de intubação por até três profissionais simultaneamente, através de seis acessos, sendo dois acessos circulares em cada face lateral e outros dois na face posterior ao paciente (Figuras 4).

Segundo, a criação de um sistema de vedação ajustável utilizando um dispositivo denominado manga-íris, comumente presente em incubadoras neonatais e encontrado no mercado, acoplado em todos os seis orifícios de acesso ao paciente. A válvula plástica associada a manga-íris é capaz de regular a abertura dos orifícios ou mesmo realizar seu fechamento por completo ao rotacioná-lo (Figura 3). Dessa forma assegura que os orifícios que não estão sendo utilizados sejam vedados e os que estão em uso ajustem-se à largura do braço do profissional, criando uma barreira mecânica ajustável durante o acesso ao paciente.

Terceiro, com a finalidade de aumentar a segurança, esse sistema de vedação conta com luvas plásticas descartáveis de cano longo (Figura 5), preferencialmente de polietileno, acopladas junto à manga-íris nas válvulas. Dessa forma, o acesso do profissional ao paciente é realizado pela luva de cano longo, de uso único e descartável e promovendo uma redundância de proteção.

Figura 5 – Sistema de vedação com luvas plásticas descartáveis de cano longo acoplado a manga-íris, Brasil, 2021



Fonte: Autores, 2021.

No contexto emergencial da pandemia, com a aprovação dos profissionais de saúde, houve realização de teste da cápsula no hospital escola e não foram identificados prejuízos ou interferências no procedimento. Observou-se que o sistema de barreira é totalmente ajustável e montável, permitindo adequação aos procedimentos realizados pelos profissionais. Ressalta-se que a invenção não dispensa a utilização de outros EPIs e deve ser considerada como uma complementação a proteção.

As maiores dificuldades na realização do dispositivo foram as adaptações de dimensões e essas medidas serem compatíveis com macas e camas hospitalares e ao mesmo tempo atender as necessidades de proteção, realização do procedimento de intubação e manejo de três profissionais ao mesmo tempo. Foram produzidas e entregues aos hospitais locais da Zona da Mata de MG, sete cápsulas acrílicas completas para novos testes e experimentações. É importante dizer que mesmo sendo realizados os testes in loco, ainda são necessários a realização de testes clínicos para quantificar o nível de proteção e segurança do profissional e paciente.

A cápsula se aplica a todos os serviços de saúde que realizam o procedimento de intubação, extubação endotraqueal, aspiração aberta de vias aéreas como nos serviços de emergência, Centros de Terapia Intensiva (CTI) e blocos cirúrgicos.

IV. DISCUSSÃO

Diante do COVID-19 surge a necessidade de novos EPIs, principalmente no que tange o manejo das vias aéreas, primeiro por se tratar de uma doença respiratória e segundo por colocar os profissionais de saúde em risco de contaminação. Diante disso, alguns pesquisadores e empresários estão se mobilizando e desenvolvendo “cápsulas com vistas a reduzir a propagação de aerossóis e fluidos de pacientes contaminados com COVID-19” (AMIB, 2020).

Dentre os equipamentos desenvolvidos tem-se a “caixa de aerossol” que consiste em um cubo de plástico transparente projetado para cobrir a cabeça do paciente e que incorpora duas aberturas circulares que permite a passagem da mão do profissional. Para verificar a proteção do equipamento os autores simularam uma tosse com partículas de aerossóis, assim, foram testados dois grupos, um que utilizou a “caixa de aerossol” e outro que não utilizou. O estudo evidenciou que sem a caixa ocorreu à contaminação dos EPIs dos profissionais, bem como do “cabelo, pescoço, orelhas e sapatos, além disso, o chão a cerca de um metro da cabeceira da cama do paciente e o monitor localizado a mais de dois metros de distância” (CANELLI, *et al*, 2020).

Um estudo relatou a adaptação de uma incubadora neonatal defeituosa que seria desprezada pelo hospital. A incubadora possui os quatro lados removíveis e aberturas mínimas para introdução do braço. Foi testada no procedimento de intubação e funcionou como uma barreira adicional, além de ser vantajosa por não apresentar custo adicional e ser reutilizável. Esse estudo traz a importância de “higienizar o equipamento com desinfetante de amplo espectro e recomenda-se esperar três horas antes da próxima utilização” (RAHMOUNE, *et al*, 2020).

As aberturas realizadas na “caixa de aerossol” e na incubadora para acesso dos braços dos profissionais se mostraram em quantidade insuficiente, além de não possuírem sistemas de vedação, controle e regulação desses acessos, deixando-os abertos e/ou não ajustados aos braços dos profissionais, o que possibilitava maior disseminação de aerossóis e risco de transmissão (RAHMOUNE, *et al*, 2020, CANELLI, *et al*, 2020).

No Chile, foi desenvolvida uma “cúpula de acrílico” para uso de profissionais de odontologia. Nesse estudo, realizou-se teste de contágio com dez pacientes e verificou que “o equipamento faz diferença significativa na prevenção de bactérias e é apropriado para o uso como padrão de segurança para evitar a propagação de aerossóis e proteger a equipe odontológica e os pacientes” (VENEGAS, *et al*, 2021).

O equipamento utiliza-se de material transparente para permitir: “uma visão tridimensional do paciente, avaliar o quadro clínico e exercer os procedimentos com melhor performance” (VENEGAS, *et al*, 2021).

No Brasil, há relatos da criação da cápsula de acrílico no estado do Amazonas. A capsula foi criada baseada no tipo “hood” que é um capacete de acrílico utilizado para ofertar oxigênio a prematuros. O equipamento possui um filtro para evitar a saída das micropartículas para o meio externo e possibilita o uso de ventiladores auxiliares não invasivos. Ainda na capital do mesmo estado, foi criada a “cápsula Vanessa”, feita por tubos de Policloreto de Vinila (PVC), revestida com película de vinil plástico transparente e zíperes laterais que permite acesso ao paciente. Além disso, possui filtro de pressão negativa para eliminar o ar contaminado e controlar a temperatura e umidade (BOTTALLO, 2021).

Os pacientes suspeitos ou confirmados com COVID-19 devem ser colocados em isolamento, preferencialmente em quarto individual com pressão negativa ou em uma sala com portas fechadas. Entretanto, diante da falta de leitos, este equipamento torna-se uma possibilidade, “visto que permitem que os pacientes possam dividir o mesmo

quarto sem transmissão cruzada” (BOTTALLO, 2021). Diante da variação de criação de produtos, a associação de medicina intensiva brasileira (AMIB) salienta a necessidade de mais estudos clínicos para validação da eficácia.

Como limitações e lacunas para novos estudos, salienta-se que não se trata de um material estéril, ou não reagente ao microrganismo, apenas uma criação de tecnologia que amplia a barreira entre profissionais e paciente, funcionando como um material de proteção coletiva. Não foram realizadas análises microbiológicas.

V. CONCLUSÃO

A cápsula de acrílico foi criada para a proteção coletiva dos profissionais de saúde durante o manejo das vias aéreas de pacientes com suspeita ou com Covid-19 confirmado e/ou outras doenças infecto contagiosas, transmitidas pelo contato com gotículas e aerossóis. Ela permite uma ação coletiva e mais segura para os profissionais de saúde por ser mais uma barreira mecânica de proteção.

O dispositivo contribui com a segurança pois, com os três itens de inovação desenvolvidos, a cápsula permite até três profissionais realizando procedimento simultaneamente, vedação ajustável por meio da manga-íris e válvulas reguláveis e vedação com luvas plásticas descartáveis de cano longo. Esse sistema é uma barreira mecânica com acessos com vedação ajustável que reduz o risco de contaminação por gotículas ou aerossóis.

VI. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO DE MEDICINA INTENSIVA BRASILEIRA. **Nota técnica sobre o Uso de cápsula acrílica e sobre o uso de dispositivos acessórios, câmara, tendas e boxes, para proteção da equipe multiprofissional no atendimento a pacientes com suspeita ou confirmação de infecção por Coronavírus (SARS-CoV-2) em ambientes hospitalares** [Internet]. São Paulo; 2020. [cited 2021 Feb 01]. Available from: <http://www.crefito2.gov.br/comunicados/comunicados/nota-tecnica-da-associação-de-medicina-intensiva-b-3214.html>

BOTTALLO A. Amazonense cria cápsula de proteção para frear contágio do coronavírus em hospitais. **Folha de S. Paulo; Saúde; Coronavírus** [Internet]. 2021. [cited 2021 Feb 08]. Available from: <https://www1.folha.uol.com.br/equilibrioesaude/2020/04/amazonense-cria-capsula-de-protecao-para-frear-contagio-do-coronavirus-em-hospitais.shtml>.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE; Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim epidemiológico especial: Doença pelo Coronavírus COVID-19** [on line]. 2020 Disponível em: <https://antigo.saude.gov.br/images/pdf/2020/October/15/Boletim-epidemiologico-COVID-35.pdf>. Acesso em 04 ago. 2021.

CANELLI, R; CONNOR, CW; GONZALEZ, M.; NOZARI, A; ORTEGA, R. Barrier Enclosure during Endotracheal Intubation. N **Engl J Med**. 2020;382:1957-1958. DOI:10.1056/NEJMc2007589

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Information for Healthcare Professionals about Coronavirus (COVID 19) [Internet]. Wuhan; 2020 [cited 2020 Apr 01]. Available from: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-nCoV/hcp/index.html>.

CHEUNG JC, HO LT, CHENG JV, CHAM EYK, LAM KN. Staff safety during emergency airway management for COVID-19 in Hong Kong. **Lancet Respir Med.** 2020;8(4):e19. DOI:10.1016/S2213-2600(20)30084-9

COFEN. Conselho Federal de Enfermagem. **Brasil representa um terço das mortes de profissionais de Enfermagem por covid-19** [Internet]. 2021. [cited 2021 Feb 08]. Available from: http://www.cofen.gov.br/brasil-responde-por-um-terco-das-mortes-de-profissionais-de-enfermagem-por-covid-19_84357.html

CUPERTINO, MC; CUPERTINO, GA; GOMES, AP; MAYERS, NAJ; SIQUEIRA-BATISTA, R. COVID-19 in Brazil: Epidemiological update and perspectives. **Asian Pac J Trop Med.** v.13, n.5, p.1-4.2020a.

CUPERTINO, MC; RESENDE, MB; MAYER, NAJ; CARVALHO, LM; SIQUEIRA-BATISTA, R. Emerging and re-emerging human infectious diseases: a systematic review of the role of wild animals with a focus on public health impact. **Asian Pac J Trop Med.** v.13, n.3, p.99-106.2020b.

GUAN, WJ; NI, ZY; HU, Y; LIANG, WH; OU, CQ; HE, JX; et al. Clinical characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. **N Engl J Med.** v.382, p.1708-1720. 2020.

HEINZERLING, A; STUCKEY, MJ; SCHEUER, T; XU, K; PERKINS, KM; RESSEGER, H; et al. Transmission of COVID-19 to Health Care Personnel During Exposures to a Hospitalized Patient — Solano County, California, February 2020. **MMWR Morb Mortal Wkly Rep.** v.69, n.15, p.472–476.2020.

MEDEIROS EAS. A luta dos profissionais de saúde no enfrentamento da COVID-19. **Acta Paul Enferm.** 2020;33:e-EDT20200003. DOI: 10.37689/acta-ape/2020EDT0003

QU, G; LI, X; HU, L; JIANG, G. An imperative need for research on the role of environmental factors in transmission of Novel Coronavirus (COVID-19). **Environ Sci Technol.** v.54, n.7. p.3730-3732. 2020.

RAHMOUNE, FC; YAHIA, MMB; HAJJEJ, R; PIC, S; CHATTI, K. Protective Device during Airway Management in Patients with Coronavirus Disease (COVID19). **Anesthesiology.** v.133, n.2, p.473-475. 2020.

SCHMITT, M; RODRIGUES, PRP; GALLINA, A.L, *et al.* Inovação tecnológica na microrregião de Capanema no sudoeste do Paraná: da prospecção a inovação. **Revista Sodebras [on line].** v.15, n.169, p.11-14. 2020. DOI: <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.15.2020.169.11>.

THIOLLENT M. Metodologia de Pesquisa-ação. 2009. São Paulo: Saraiva.

VENEGAS-ARQUES, MC; ROJAS-GARCÍA, CP; CATALDO-SAAVEDRA, YA; JIMÉNEZ-GOMEZ, PF; ARQUÉS-VERGARA, VI; MARTINEZ, B. Contaminación bacteriana del aerosol dental con y sin uso de una cúpula de acrílico en un paciente en pandemia COVID-19. **Int J Odontostomat.** 2021;15(1):14-22. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2021000100014>.

WAX RS, CHRISTIAN MD. Practical recommendations for critical care and anesthesiology teams caring for novel coronavirus (2019-nCoV) patients. **Can J Anaesth.** 2020;67(5):568-576. DOI:10.1007/s12630-020-01591-x.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Novel Coronavirus (2019-nCoV) technical guidance; **Country and Technical Guidance – Coronavirus disease (COVID-19)**

[Internet]. 2020. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/draft-operational-planning-guidance-for-un-country-teams>. Acesso em 04 ago. 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Oxygen sources and distribution for COVID-19 treatment centres: interim guidance** [Internet]. Geneva; 2020b. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/331746>. Acesso em 04 ago. 2021.

YAMANAKA, C.S; GÓIS, AFT; VIEIRA, PCB; ALVES, JCD; OLIVEIRA, LM; BLANES, L; et al. Intubação orotraqueal: avaliação do conhecimento médico e das práticas clínicas adotadas em unidades de terapia intensiva. **Rev Bras Ter Intensiva**. 2010; 22(2):103-111.

ZHU, N; ZHANG, D; WANG, W; LI, X; YANG, B; SONG, J; et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. **N Engl J Med [on line]**. v.382, p.727-733. 2020. Disponível em: <<https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejmoa2001017>>. Acesso em 04 ago. 2021.

VII. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Federal de Viçosa e ao Ministério Público do Trabalho pelo financiamento.

VIII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.



Artigo recebido em 23/07/2021.
Publicado em 28/10/2021.

Revista SODEBRAS – Volume 16
Nº 190 – OUTUBRO/ 2021

MORBIMORTALIDADE DA SÍFILIS NO ESTADO DO TOCANTINS NOS ANOS DE 2010 A 2020

SYPHILIS MORBIMORTALITY IN TOCANTINS STATE FROM 2010 TO 2020

Maria Aparecida Lopes de Sousa Raul¹
Karollyne Santana Paixão²
Wagner dos Santos Mariano³
Domenica Palomaris Mariano de Souza⁴

Resumo – *A ocorrência da sífilis no Brasil e no mundo é uma questão de saúde pública, e o aumento do número de casos da doença nos últimos anos tem causado preocupação, deste modo, quando o tratamento não é realizado pode ocorrer o comprometimento do sistema cardiovascular e nervoso. O presente estudo investigou os casos de sífilis adquirida e congênita no estado do Tocantins entre os anos de 2010 a 2020. Os resultados demonstraram que houve aumento significativo da doença entre os anos de 2017 a 2019, e uma redução no ano de 2020. Os fatores de baixa escolaridade, relações sexuais desprotegidas e falta de conhecimento sobre medidas de prevenção e tratamento, são importantes para o avanço dessa infecção sexualmente transmissível.*

Palavras-chave: *Saúde Pública. Doença. Sífilis.*

Abstract - *The occurrence of syphilis in Brazil and worldwide is a public health issue, and the increase in the number of cases of the disease in recent years has caused concern, thus, when treatment is not performed, cardiovascular and nervous system impairment may occur. The present study investigated the cases of acquired and congenital syphilis in the state of Tocantins between the years 2010 and 2020. The results showed that there was a significant increase in the disease between the years 2017 to 2019, and a decrease in the year 2020. The factors of low education, unprotected sexual intercourse, and lack of knowledge about prevention measures and treatment are important for the advancement of this sexually transmitted infection.*

Keywords: *Public Health. Disease. Syphilis.*

¹ Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), Campus Universitário de Araguaína.

² Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), Campus Universitário de Araguaína.

³ Professor Adjunto da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT) e Chefe do Setor de Gestão de Ensino do Hospital de Doenças Tropicais da Universidade Federal do Tocantins (HDT – UFT). Contato: wagnermariano@uft.edu.br.

⁴ Professora Adjunta da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT). Contato: domenica@uft.edu.br.

I. INTRODUÇÃO

A sífilis é considerada uma doença de importância epidemiológica e de notificação compulsória, e representa um problema de saúde pública em países da América Latina, África e Ásia, especialmente para a população materno-infantil (BRASIL, 2019). Essa doença é uma Infecção Sexualmente Transmissível (IST) causada por uma bactéria espiroqueta, Gram-negativa, a *Treponema pallidum*, subespécie *pallidum*, exclusiva do ser humano. A transmissão da sífilis ocorre, sobretudo, por via sexual (oral, vaginal ou anal), transmissão vertical e, em casos raros, por transfusão de sangue ou acidente ocupacional. A doença é classificada como sífilis recente (primária, secundária e latente recente) quando há um ano de evolução, e sífilis tardia (latente tardia e terciária), onde o diagnóstico é realizado após um ano (BRASIL, 2015; WORKOWSKI; BOLAN, 2015; PEELING, *et al.*, 2017; LASAGABASTER; GUERRA, 2019).

A fase primária da sífilis caracteriza-se pelo surgimento de uma lesão única e específica no local da entrada da bactéria (denominada cancro duro), com aparência de uma pápula rosada, indolor, fundo liso e limpo, cuja base é endurecida e que contém muitos treponemas. O período de incubação dessa fase é de 10 a 90 dias após a infecção (SUMIKAWA *et al.*, 2010; ERRANTE, 2016; ARAÚJO *et al.*, 2017).

O não tratamento da doença, com acompanhamento médico, evolui para a fase secundária, que varia de 6 semanas a 6 meses após a infecção (BRASIL, 2015), ocorrendo lesões cutâneas especialmente no tronco e extremidades palmo-plantares, com as manifestações clínicas, anorexia, cefaleia, febre, mialgia, hepatoesplenomegalia, artralgia, meningismo, dentre outras (AVELLEIRA; BOTTINO, 2006; BRASIL, 2015; ERRANTE, 2016). Os sinais e sintomas da fase secundária têm duração que variam entre 4 a 12 semanas, podendo desaparecer independente de tratamento (BRASIL, 2015).

Após o desaparecimento dos sinais e sintomas da fase secundária não tratada, a sífilis entra em fase de latência, que se divide em dois períodos: latente recente, no primeiro ano da infecção e latente tardio, quando não há manifestação clínica (SUMIKAWA *et al.*, 2010; BRASIL, 2016). Nesta fase (latente recente) o paciente é assintomático, podendo ser diagnosticado somente por testes sorológicos (ARAÚJO *et al.*, 2017). No entanto, o período tardio é caracterizado pela ocorrência da formação de lesões granulomatosas, e acomete cerca de 15% dos usuários não tratados (TRABULSI; ALTERTHUM, 2004).

Na sífilis terciária a manifestação clínica pode ocorrer entre 2 a 40 anos após o início da infecção (BRASIL, 2015). Nesta forma da doença surgem lesões com poucos *T. pallidum* localizadas na pele e mucosa (ERRANTE, 2016). Os sinais e sintomas de maior gravidade nesta fase podem envolver os sistemas cardiovascular e nervoso (AVELLEIRA; BOTTINO, 2006; SUMIKAWA *et al.*, 2010).

O acompanhamento pré-natal é fundamental para monitorar a ocorrência da sífilis congênita, considerando que a contaminação pelo *T. pallidum* pode ocorrer em qualquer momento da fase gestacional (MILANEZ; AMARAL, 2008; ARAÚJO *et al.*, 2017). Ao ultrapassar a barreira hematoplacentária, após as 14 semanas de gestação, o treponema pode vir a infectar e comprometer o feto, em desenvolvimento e ainda incapaz de estimular uma resposta imunológica (CASAL; ARAÚJO; CORVELO, 2012; SANTIS *et al.*, 2012). Logo, as manifestações patológicas relatadas na sífilis congênita são: aborto espontâneo, morte fetal, ocorrência de natimortos, prematuridade e lesões neurológicas (FEITOSA; ROCHA; COSTA, 2016).

O diagnóstico da sífilis é baseado na utilização de exames diretos e testes imunológicos treponêmicos e não treponêmicos, sendo a escolha da categoria do teste realizada de acordo com o estágio da doença (BRASIL, 2015).

Uma ampla pesquisa feita no ano de 2018 estabeleceu dados de 136 milhões de testes laboratoriais para sífilis em 154 países, considerando a prevalência global da doença em 1,11%. Os pesquisadores perceberam que, apesar de uma diminuição significativa na prevalência global da doença, ainda têm grandes diferenças regionais, sendo os países africanos os mais afligidos pela infecção (SMOLAK *et al.*, 2018).

A Organização Mundial da Saúde considera que, anualmente, ocorrem cerca de 12 milhões de novos casos de sífilis na população adulta em todo mundo, uma vez que a maioria das contaminações acontecem em países em desenvolvimento. No Brasil, achase que o predomínio médio desta infecção em puérperas varie entre 1,4% e 2,8%, com uma taxa de transmissão vertical em torno de 25% (DANTAS *et al.*, 2017)

No tratamento da sífilis, a penicilina é o medicamento utilizado, possibilitando a redução da incidência dos casos da doença (FEITOSA; ROCHA; COSTA, 2016; ARAÚJO *et al.*, 2017).

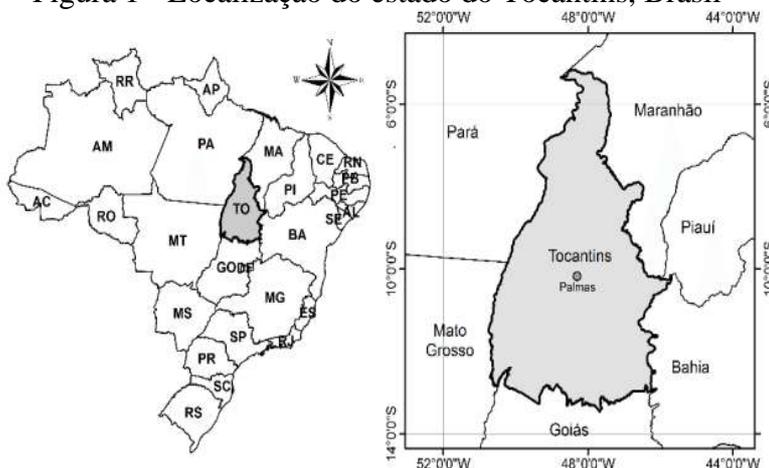
A partir do exposto e considerando que o conhecimento sobre uma doença é um fator primordial para sua prevenção, além da sua relevância para a saúde pública, o presente estudo tem como objetivo realizar um levantamento dos números de casos de sífilis adquirida e congênita no estado do Tocantins, no período de 2010 a 2020.

II. METODOLOGIA

2.1 – O estado do Tocantins

O estado do Tocantins (Figura 1) localizado na região norte do país, foi criado em 5 de outubro 1988 e tem como sua capital a cidade de Palmas. Com área territorial 277.720,404 km² e cerca de 139 municípios, sua população estimada é de 1.572.866 habitantes com densidade demográfica de 4,98 hab/ km² (IBGE, 2017). Os limites territoriais estendem-se por cerca de 4.163,7 km, limitando-se com os Estados do Maranhão (1.167,2 km), Goiás (1.051,4 km), Pará (790,4 km), Mato Grosso (565,5 km), Bahia (554,8 km) e Piauí (34,4 km), cujo seu clima é caracterizado pelo período estacional em seco e chuvoso, sendo os valores médios anuais de pluviosidade entre 1250 e 2050 mm, com temperatura média anual de 25° C a 29° C (TOCANTINS, 2012; ROLDÃO, 2019).

Figura 1 - Localização do estado do Tocantins, Brasil



Fonte: Patriota, 2017.

2.2 - Coleta de Dados

Para realizar o levantamento de casos de sífilis adquirida e congênita, foram coletados dados secundários disponibilizados pelo Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), mantido pelas informações provenientes das Fichas de Notificação Compulsória, sob responsabilidade do Ministério da Saúde (MS). As informações da ocorrência de sífilis adquirida e sífilis congênita no Estado do Tocantins entre os anos de 2010 a 2020 foram obtidos no site do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Esse período foi escolhido para avaliar o comportamento epidemiológico da doença ao longo de uma década. Outros dados de interesse que foram coletados incluem: a faixa etária, a raça/cor e escolaridade. As informações foram tabuladas no *software Excel* versão 2010, para construção de gráficos.

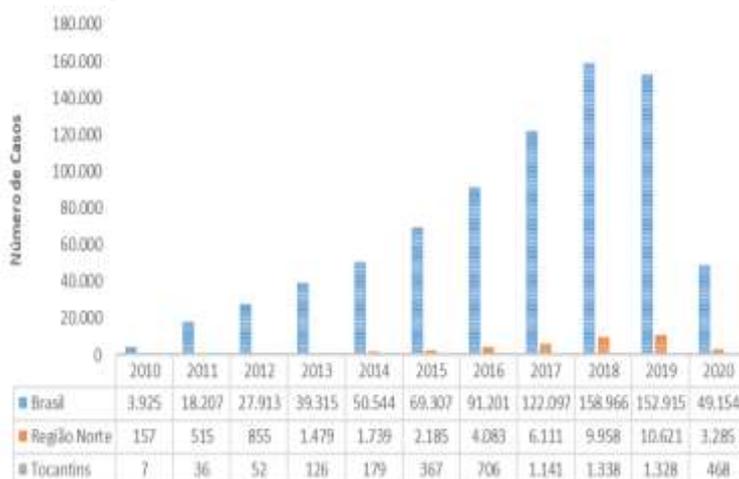
III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar os dados do ano de 2020 observa-se que houve uma redução acentuada no número de casos diagnosticados de sífilis adquirida e congênita em todos os parâmetros avaliados. Nesse sentido, a redução dos números de casos de sífilis no ano de 2020, pode estar atribuída a infecção viral pandêmica causada pelo novo coronavírus, o SARS - CoV2, ocasionando a subnotificação da doença e não necessariamente uma redução nos casos. O surto da Covid-19 trouxe impacto em toda a sociedade global, provocando interrupção na mobilidade, e com medidas de isolamento, restrição de circulação, priorizando o atendimento das unidades para o combate dessa doença (SOUZA, 2020).

Os dados coletados revelam que o maior número de casos da sífilis adquirida no Tocantins ocorreu entre os anos de 2018 e 2019, o mesmo ocorreu em toda a Região Norte do país (Figura 2). O número elevado de casos diagnosticados pode estar associado as intervenções e ações para o controle da transmissão da sífilis iniciadas em 2016 pelo Ministério da Saúde, quando a doença foi considerada um grave problema de saúde pública (BRASIL, 2018).

A Assembleia Mundial da Saúde, órgão decisório da OMS, em consonância com a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, estabeleceu o plano estratégico mundial nos anos de 2016 a 2021 com o intuito de expandir as intervenções e serviços para controlar as ISTs e assim reduzir os impactos dessas doenças. Esse plano objetiva em uma de suas metas reduzir até 2030 a incidência da sífilis em 90% (FREITAS, 2018; BRASIL, 2019). De acordo com tais estratégias, a definição de metas para a redução da incidência da doença e o levantamento de casos globais de ISTs deveriam ocorrer até 2018 (BRASIL, 2019), logo o aumento de casos diagnosticados nos anos de 2018 - 2019 são compatíveis com os resultados almejados.

Figura 2 - Casos (por 100.000 habitantes) de sífilis adquirida por ano de diagnóstico no Brasil, na região norte e no Tocantins, entre os anos de 2010-2020



Fonte: Adaptado do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN).

O maior acometimento de sífilis adquirida em homens no Tocantins acompanha os dados do Brasil e da região norte para o período 2010 - 2020, porém, entre 2013 - 2014 as mulheres foram mais acometidas que os homens no estado (Figura 2). Vale ressaltar que os homens estão sendo afetados cada vez mais cedo pela sífilis adquirida. Segundo Pereira (2020), o hábito de postergar o diagnóstico, iniciar o tratamento e realizar os procedimentos preventivos, faz com que a saúde masculina seja prejudicada a longo prazo e ocorra sobrecarga nos serviços de saúde. Portanto, é necessário implementar estratégias que favoreçam a promoção à saúde integral do homem, seja no ambiente escolar, nas redes sociais, entre outras, a fim de evitar que esse público procure os serviços de saúde quando já estão acometidos pela sífilis (BRASIL, 2018).

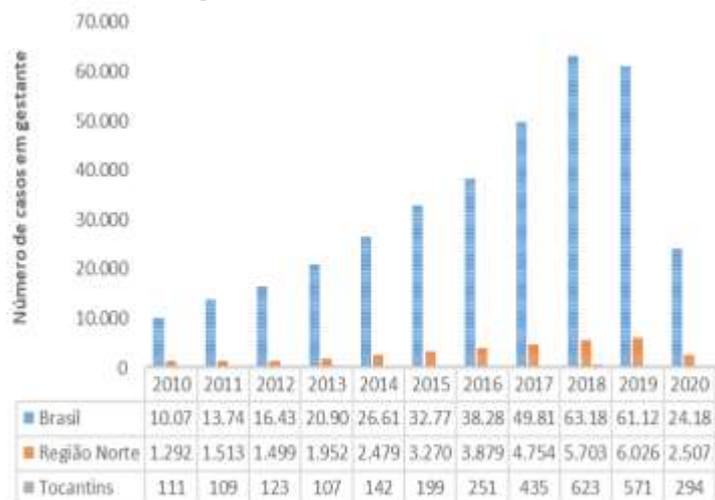
Figura 3 - Casos de sífilis adquirida por sexo e ano de diagnóstico, no Brasil, na região norte e no Tocantins entre os anos de 2010-2020



Fonte: Adaptado do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN).

O aumento no número de casos de gestantes com sífilis (Figura 4) no Tocantins, região norte e Brasil nos anos de 2018 e 2019, presume que o supracitado plano estratégico da Assembleia Mundial da Saúde possibilitou uma melhoria do sistema de vigilância, contribuindo assim para melhor cobertura dos números de casos (BRASIL, 2017; BRASIL, 2018). Entre os fatores apontados para a incidência em gestantes estão: relações sexuais sem uso de preservativos, maior cobertura de testagem, utilização de testes rápidos e resistência de alguns profissionais da saúde em realizar o tratamento com penicilina (BRASIL, 2017; BRASIL, 2018).

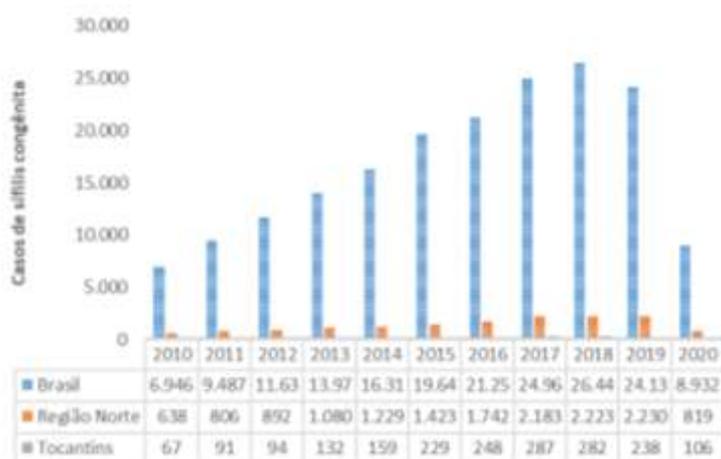
Figura 4 - Casos (por 1.000 nascidos vivos) de gestantes com sífilis por ano de diagnóstico, no Brasil, na região norte e no Tocantins entre os anos de 2010-2020



Fonte: Adaptado do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN).

Ao analisar o número de casos de sífilis congênita (Figura 5) é possível observar o aumento de registros a partir de 2017 até o ano de 2019, no estado do Tocantins, na região norte e no Brasil. A sífilis congênita no mundo está distribuída entre as classes mais pobres, de baixa escolaridade, com histórico de gravidez na adolescência e mulheres infectadas por outras ISTs, como o vírus da Imunodeficiência Humana (HIV) e entre usuárias de entorpecentes (NONATO; MELO; GUIMARÃES, 2015).

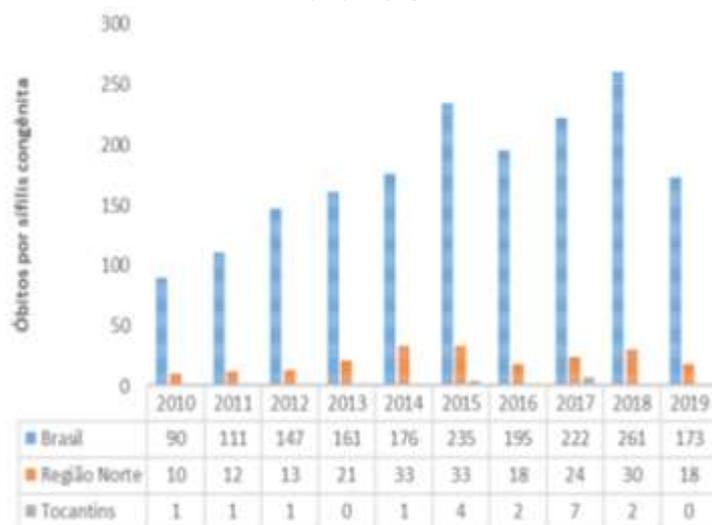
Figura 5 - Casos de sífilis congênita em menores de um ano de idade e taxa de incidência (por 1.000 nascidos vivos) por ano de diagnóstico, no Brasil, na região norte e no Tocantins entre os anos de 2010-2020



Fonte: Adaptado do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN).

Os óbitos por sífilis congênita (Figura 6) no estado do Tocantins foram elevados no ano de 2017, entretanto na região norte foi entre 2014 - 2015, e no Brasil no ano de 2018. Estima-se que um milhão de gestantes sejam afetadas anualmente pela sífilis em todo o mundo, elevando o risco de mortes prematuras em cerca de 215 mil crianças e ocorrência de aproximadamente mais de 300 mil mortes fetais e neonatais (BRASIL, 2017; BRASIL, 2018), por essa razão o rastreamento diagnóstico durante o período pré-natal é importante para a prevenção da ocorrência desta doença.

Figura 6 - Óbitos por sífilis congênita em menores de um ano (por 100.000 nascidos vivos) segundo ano do óbito, no Brasil, na região norte e no Tocantins entre os anos de 2010-2019



Fonte: Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN).

Com relação aos casos de sífilis congênita segundo a faixa etária da mãe no Tocantins, as mulheres entre 20 a 29 anos são as mais acometidas, esses dados assemelham-se com os da região norte e do Brasil.

Ao analisar os dados de escolaridade maternidade observa-se que no estado do Tocantins e na região norte a incidência de sífilis ocorre entre mulheres que possuem da 5ª a 8ª série incompleta, contudo esses dados são ignorados para o Brasil.

Com relação a raça ou cor da mãe, no Tocantins, as mulheres pardas foram as mais acometidas, seguidas por brancas e pretas, os dados são semelhantes tanto na região norte como no Brasil.

Os dados coletados corroboram as informações relatadas pelo boletim epidemiológico de sífilis que afirmam que no Brasil a sífilis congênita atinge jovens, pardas, com idades entre 20 a 29 anos e com ensino fundamental incompleto (BRASIL, 2019). Embora a sífilis congênita não acometa um grupo etário específico, Moreira *et al.* (2017) ressaltam que a maior incidência da doença na faixa etária de 20 a 29 anos pode ser relacionada ao fato de mulheres deste grupo serem mais ativas sexualmente, se relacionarem com múltiplos parceiros e não utilizarem preservativos.

No Brasil, devido a elevada miscigenação, a população autodeclarada parda constitui 46,8%, brancos, 42,7% pretos 9,4, e amarelos ou indígenas 1,1%, portanto os resultados observados nesse estudo representam a maior parcela da população brasileira por raça ou cor (IBGE, 2019). A baixa escolaridade é um fator contribuinte para a maior exposição ao *T. pallidum* devido ao desconhecimento sobre a prevenção e o tratamento da doença. Estudos relatam que o nível de conhecimento exerce influência no adoecimento,

assim quanto maior o nível de instrução da população melhor compreensão sobre formas de prevenção e o entendimento de como conceber um estilo de vida mais salutar (SILVA *et al.*, 2010; MOREIRA *et al.*, 2017). É importante levar informação a população sobre a prevenção e tratamento da doença, nesse contexto as escolas podem atuar na promoção e prevenção das ISTs levando informação aos educandos.

No ano de 1996 o Ministério da Educação e Cultura (MEC) incluiu nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) o tema sexualidade (SILVA *et al.*, 2016). Pelo decreto de nº 6.286, de 05 de dezembro de 2007 foi instituído o Programa Saúde na Escola (PSE) com a finalidade de desenvolver ações em atenção, promoção, prevenção e assistência à saúde. No inciso XII, deste documento a promoção da saúde sexual e reprodutiva é contemplada, garantindo o respaldo aos professores para abordarem essa temática em sala de aula. Entre os objetivos do PSE destacam-se: a promoção a saúde, a comunicação entre escolas e unidades de saúde, a formação integral dos educandos, a construção de um sistema de atenção social e o incentivo a participação da comunidade na educação para a saúde (BRASIL, 2007).

Com o objetivo de diminuir a transmissão pelas ISTs entre os adolescentes o PSE visa estratégias de promoção a saúde com foco na educação sexual para orientar os alunos sobre a importância do uso de preservativos, preocupando-se não somente em divulgar conhecimentos, mas principalmente com a qualidade de vida de seus educandos (BRASIL, 2009; SILVA *et al.*, 2016).

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo mostra o aumento significativo no número de casos de sífilis adquirida, sífilis em gestante e sífilis congênita no estado do Tocantins, nos anos de 2017 a 2019. No estado, os homens foram os mais acometidos pela sífilis adquirida e as mulheres com idade entre 20 a 29 anos, autodeclaradas pardas e com ensino fundamental incompleto foram as mais acometidas pela sífilis em gestante. Tais dados mostram o aumento no número de óbitos por sífilis congênita, corroborando a importância do diagnóstico precoce e o tratamento adequado durante o período pré-natal.

É possível que o elevado número de casos notificados possa ter relação com a maior cobertura de testagem, utilização de testes rápidos e prioridade no levantamento de casos estabelecidos como meta pelo Ministério da Saúde no ano de 2016. Embora a sífilis seja uma infecção sexualmente transmissível tratável e curável, ainda é elevado o número de casos anuais de milhares de pessoas no Brasil e no mundo. Portanto, são indispensáveis políticas públicas mais eficientes, com estratégias e ações eficazes no combate e controle da doença, levando informação sobre prevenção e tratamento à população.

No que concerne a prevenção, as escolas têm um papel importante, visto que as ISTs são temáticas abordadas pelos livros didáticos e em documentos governamentais oficiais. Portanto, os professores de Ciências e Biologia devem atuar como agentes promotores de saúde transmitindo informações sobre o corpo humano e suas doenças, a fim de educar para prevenção.

V. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. M. *et al.* **Guia Prática em Abordagem Sindrômica: Prática Baseada em Evidências – Sífilis**. 1 ed. Cuiabá: [S.N], 2017.

AVELLEIRA, J. C. R.; BOTTINO, G. Sífilis: diagnóstico, tratamento e controle. **An Bras Dermatol**. v.81, n.2. p.111 - 126, 2006.

BRASIL. **Decreto de nº 6.286, de 05 de dezembro de 2007**. Programa de Saúde na Escola - PSE. Brasília: Congresso Nacional, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Secretaria de Atenção à Saúde**. Departamento de Atenção Básica. Saúde na escola. 1ª ed. Brasília – DF, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Secretaria de Vigilância em Saúde**. Departamento de Doenças de Condições Crônicas e Infecções Sexualmente Transmissíveis - DCCI. Boletim Epidemiológico-Sífilis. Ano V, n. 1. Brasília, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Secretaria de Vigilância em saúde**. Departamento de DST, Aids e Hepatites Virais. Protocolo clínico e diretrizes terapêuticas para atenção integral às pessoas com infecções sexualmente transmissíveis. Brasília, 2015.

BRASIL. Ministério da saúde. **Secretaria de Vigilância em Saúde**. Departamento de Vigilância, Prevenção e Controle das Doenças Sexualmente transmissíveis, Aids e Hepatites Virais. Manual Técnico para Diagnóstico da Sífilis 1ª edição – Brasília, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Secretaria de Vigilância em Saúde**. Departamento de Vigilância, Prevenção e Controle das IST, aids e hepatites Virais. Boletim Epidemiológico Sífilis. v.48, n.36. Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Secretaria de Vigilância em Saúde**. Departamento de Vigilância, Prevenção e Controle das Infecções Sexualmente Transmissíveis, do HIV/Aids e das Hepatites Virais (DIAHV). Boletim Epidemiológico de Sífilis. v.49, n.45. Brasília, 2018.

CASAL, C. A. D.; ARAÚJO, E. C.; CORVELO, T. C. O. Aspectos imunopatogênicos da sífilis materno-fetal: revisão de literatura. **Rev. para. med**, 2012.

DANTAS, L. A. *et al.* Perfil epidemiológico de sífilis adquirida diagnosticada y notificada em hospital universitario materno infantil. **Enfermería Global**, v. 16, n. 46, p. 217-245, 2017.

ERRANTE, P. R. Sífilis Congênita e Sífilis na Gestação, Revisão de Literatura. **Revista UNILUS Ensino e Pesquisa**, São Paulo, v. 13, n. 31, p. 120-126, 2016.

FEITOSA, J. A. S.; ROCHA, C. H. R.; COSTA, F. S. Artigo de revisão: Sífilis congênita. **Rev Med Saúde**, Brasília, v.5, n. 2, p. 286-97, 2016.

FREITAS, F. L. S. **Sífilis em jovens conscritos brasileiros**: uma investigação descritiva. 99 f., il. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva), Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE educa jovens**. 2019. Disponível em: < <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18319-cor-ou-raca.html#:~:text=De%20acordo%20com%20dados%20da,1%25%20como%20amarelo s%20ou%20ind%C3%ADgenas> >. Acesso em: 19 de mar. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama: Tocantins**. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/panorama>>. Acesso em: 01 de mai. 2020.

LASAGABASTER, M. A.; GUERRA, L. O. Sífilis. **Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica**, v. 37, n. 6, p. 398 - 404, 2019.

MILANEZ, H.; AMARAL, E. Por que ainda não conseguimos controlar o problema da sífilis em gestantes e recém-nascidos? **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, Campinas, v.30, n.7, p. 325 - 7, 2008.

- MOREIRA, K. F. A. *et al.* Perfil dos casos notificados de Sífilis Congênita. **Cogitare Enfermagem**, Porto Velho, RO. v. 2. n. 22, 2017.
- NONATO, S. M.; MELO, A. P. S.; GUIMARÃES, M. D. C. Sífilis na gestação e fatores associados à sífilis congênita em Belo Horizonte - MG, 2010 - 2013. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**. Brasília v.24, n.4, p. 681 – 694, 2015.
- PATRIOTA, J. N. *et al.* Avaliação das ocorrências de incêndios florestais no Estado do Tocantins. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.12, n.3, p. 518 - 523, 2017.
- PEELING, R. W.; MABEY, D.; KAMB, M. L.; CHEN, X. S.; RADOLF, J. D.; BENZAKEN, A. S. Syphilis. **Nature**. v. 3, n. 17073, p. 1-21, 2017.
- PEREIRA, R. M. S. *et al.* Sífilis em homens: representação social sobre a infecção. **Brazilian Journal of health Review**. v.3, n.1, p. 463-476, 2020.
- ROLDÃO, A. F.; FERREIRA, V. O. Climatologia do Estado do Tocantins – Brasil. **Caderno de Geografia**. v.29, n.59, p. 1161-1181, 2019
- SANTIS, M. *et al.* Syphilis infection during Pregnancy: Fetal Risks and Clinical Management. **Infect Dis Obstet Gynecol**. v. 2012, 2012.
- SILVA, M. R. F. *et al.* Percepção de mulheres com relação à ocorrência de sífilis congênita em seus conceitos. **Revista. APS**. Juiz de Fora, MG; v. 13, n. 3, p. 301-309, 2010.
- SILVA, S. P. C. *et al.* Discutindo sexualidade/IST no contexto escolar: práticas de professores de escolas públicas. **Revista de Enfermagem UFPE on line**. Recife; v.10, p.4295-4303, 2016.
- SMOLAK, A. *et al.* Trends and predictors of syphilis prevalence in the general population: global pooled analyses of 1103 prevalence measures including 136 million syphilis tests. **Clinical Infectious Diseases**, v. 66, n. 8, p. 1184-1191, 2018.
- SOUZA, D. O. A pandemia de COVID-19 para além das Ciências da Saúde: reflexões sobre sua determinação social. **Ciência & Saúde Coletiva**, vol. 25, Rio de Janeiro, p. 2469-2477, 2020.
- SUMIKAWA, E. S. *et al.* **Sífilis: Estratégias para Diagnóstico no Brasil**. Ministério da Saúde. Secretária de Vigilância em Saúde Departamento de DST, Aids e Hepatites Virais. 1 ed. Brasília: TELELAB, p. 100, 2010.
- TOCANTINS. Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial. SOUZA, P. A. B.; BORGES, R. S. T.; DIAS, R. R. (Org.). **Revista atual**. Palmas: SEPLAN/DZE, ed. 6, p. 80, 2012.
- TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. **Microbiologia**. 4 ed. São Paulo: Atheneu, p. 400 – 401, 2004.
- WORKOWSKI, K. A.; BOLAN, G. A. Sexually transmitted diseases treatment guidelines, 2015. MMWR. Recommendations and reports: Morbidity and mortality weekly report. **Recommendations and reports**, v. 64, n. RR-03, p. 1 - 137, 2015.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.



Artigo recebido em 25/07/2021.
Publicado em 28/10/2021.

Revista SODEBRAS – Volume 16
Nº 190 – OUTUBRO/ 2021

QUEDAS E PROBLEMAS VISUAIS EM UMA POPULAÇÃO ADULTA

FALLS AND VISUAL PROBLEMS IN AN ADULT POPULATION

Maria Cecília Leite de Moraes¹
Climene Laura de Camargo²
Robson da Costa Oliveira³
Sélton Diniz de Santos⁴

Resumo - No âmbito da Saúde Pública, as quedas possuem um lugar de destaque. O presente artigo evidencia, entre um grupo de possíveis pré condições de saúde relacionadas à ocorrência de quedas, a prevalência de alterações visuais. Tratou-se de um estudo transversal e exploratório realizado junto a uma população amostral constituída por 82 pessoas frequentadoras de um parque público, localizado na Zona Sul da cidade de São Paulo. Os dados foram analisados e tratados, respectivamente, por meio dos softwares Microsoft e Stata 12 e apresentados de maneira descritiva. Os resultados pontuaram que 62% dos indivíduos que sofreram quedas relataram problemas visuais. Os achados são relevantes, já que 80% do grupo eram adultos, o que desmistifica o fato dessas alterações prevalecerem entre as pessoas idosas. Apesar da incipiência dos resultados recomenda-se novas pesquisas, pois o episódio mostra-se importante entre pessoas de diferentes faixas etárias e condições sociais.

Palavras-chave: Acidentes por Quedas. Visão Ocular. Equilíbrio Postural. Saúde Pública.

Abstract - In the context of Public Health, falls have a prominent place. This article highlights, among a group of possible pre-health conditions related to the occurrence of falls, the prevalence of visual alterations. This was a cross-sectional and exploratory study carried out with a sample population consisting of 82 people attending a public park, located in the South Zone of the city of São Paulo. Data were analyzed and treated, respectively, using Microsoft and Stata 12 software and presented descriptively. The results showed that 62% of the individuals who suffered falls reported visual problems. The findings are relevant, since 80% of the group were adults, which demystifies the fact that these changes are prevalent among the elderly. Despite the incipient results, further research is recommended, as the episode proves to be important among people of different age groups and social conditions.

Keywords: Accidental Falls. Vision. Postural Balance. Public Health.

¹ Universidade Federal da Bahia. Contato: leimo7@hotmail.com.

² Universidade Federal da Bahia. Contato: climenecamargo@hotmail.com.

³ Universidade Ibirapuera. Contato: robsondco@hotmail.com.

⁴ Universidade Estadual de Feira De Santana: Contato: selton.diniz@yahoo.com.br.

I. INTRODUÇÃO

As quedas são eventos caracterizados pelo deslocamento não intencional do corpo para um nível inferior à posição inicial, quando não há tempo para a correção da postura (MORAES, COSTA, 2018; VIEIRA *et al.*, 2018). No que se refere à Classificação Estatística Internacional de Doenças, compõem o quadro de causas externas de morbidade e mortalidade (CENCI, 2013), observadas como agravos, pois mesmo não fazendo parte do quadro de doenças, podem provocar danos inexoráveis (CORONA, 2014).

Destaca-se que as quedas podem acontecer tanto por causas intrínsecas, como por causas extrínsecas. Os fatores intrínsecos associam-se às questões fisiológicas e patológicas, tais como doenças crônicas, depressão, diminuição da capacidade funcional e cognitiva, além da própria idade (DA SILVA, DE MATOS, ESTEVES, 2017). Evidenciam-se, também, aspectos musculoesqueléticos, que englobam a redução da força e potência muscular, alterações no padrão da marcha, limitação da amplitude de movimentos e mudanças no equilíbrio (BRUNIERA, RODACKI, 2014). Ademais, trabalho recente cita a associação entre a acuidade visual com a ocorrência de quedas (LOPES *et al.*, 2020).

Entre os fatores extrínsecos, encontram-se, principalmente, a própria organização do ambiente do indivíduo, ressaltando-se a disposição dos móveis, inadequação da iluminação, existência de escadas e pisos escorregadios (CUNHA, LOURENÇO, 2014).

Atingem, de maneira significativa, a população idosa, constituindo um importante problema de saúde pública (ARAÚJO NETO, *et al.*, 2017). Em decorrência desta circunstância, poucos pesquisadores se debruçam sobre outras faixas etárias. Contudo, entende-se a possibilidade destes episódios em pessoas de outras idades, destacando-se a alta prevalência desses acidentes na infância (MORAES, SILVA, 2014).

Estudo destaca que as quedas produzem importantes traumas, ou seja, abalos físicos de alto impacto, resultantes de uma ação abrupta e violenta. Cita, ainda, números importantes na faixa etária entre 30-39 anos (RABEH, CALIRI, 2010). Pesquisa mais recente mostra que as quedas são as principais causas de traumatismo na faixa etária entre 20-29 anos (DA SILVA, *et al.*, 2017). Tais episódios podem acarretar diferentes níveis de incapacidade e consequente falta de autonomia.

Em 2014, dentre as hospitalizações feitas pelo Sistema Único de Saúde (SUS), 34,9% aconteceram em função de quedas (RIBEIRO, *et al.*, 2016), depreendendo-se que, não raro, produzem grande impacto ao sistema de saúde (ALVES, *et al.*, 2018).

O Sistema de Vigilância de Violências e Acidentes (VIVA) alerta para o fato de as quedas acontecerem em diferentes espaços de mobilidade (DELLAROZA, *et al.*, 2014); tanto no próprio domicílio (PINHO, *et al.*, 2012), como em lugares próximos. Os jovens sofrem maior número de quedas nas vias públicas e muitos destes eventos costumam transcorrer nos períodos de deslocamento para o trabalho (FHON, *et al.*, 2012).

Um número expressivo de quedas encontra-se relacionado à presença de barreiras arquitetônicas, como buracos, problemas com o asfalto, iluminação, tipo de transporte e até descuido com/ou do pedestre (DE MORAES, 2016). Observa-se, também, que muitos episódios ocorrem nos locais de trabalho, destacadamente, em andaimes, telhados, escadas e degraus (MALTA, *et al.*, 2012).

Como pode ser observado, o evento quedas relaciona-se a uma série de circunstâncias. Entretanto, poucos estudos distinguem fatores intrínsecos que compõem o cenário. Considerando a ausência do aporte teórico na intersecção quedas e alterações

visuais, o presente estudo apresentou os resultados encontrados em uma pesquisa. O objetivo precípua foi trazer compreensão sobre o tema.

II. METODOLOGIA

Estudo exploratório e descritivo, de caráter transversal, produto do projeto de pesquisa “Estudo sobre quedas com frequentadores de um parque público da zona sul - Cidade de São Paulo”, no ano de 2013. A seleção do local se deu por critério de conveniência, por ser assiduamente frequentado pela comunidade do entorno da universidade na qual o estudo foi desenvolvido.

A população do estudo foi constituída por 82 indivíduos. Utilizou-se como critério de inclusão a ocorrência de queda a partir do início do ano da pesquisa. Foram excluídos os indivíduos que não atenderam ao critério.

A coleta de dados ocorreu no mês de outubro de 2013, por meio de uma abordagem/convite à participação de pessoas que se encontravam no local.

Utilizou-se um questionário elaborado pelos pesquisadores, no qual os participantes foram identificados por um número, o que garantiu a não exposição do respondente. Para a composição do perfil dos entrevistados, foram utilizadas variáveis sociodemográficas e questões específicas sobre o tema. As variáveis demográficas descritas no artigo foram sexo, idade e raça/cor/etnia. No que se refere à faixa etária, considerou-se a distribuição concebida por Vilaneuva (1987), que considera adulto jovem (20 a 40 anos), adulto maduro (40 a 60 anos) e adulto idoso (60 ou mais). Por incluir indivíduos entre 18 e 20 anos, a faixa etária adulto jovem foi ampliada para 18 a 40 anos. A população negra foi constituída por indivíduos pretos e pardos.

Foram incluídos aqueles que declararam ter sofrido queda a partir de janeiro do ano da pesquisa. Todos os participantes estavam em condições de participar do estudo. Foram observadas como quedas, o deslocamento do corpo, sem qualquer adjuvante como motos ou bicicletas.

As pré-condições para a ocorrência das quedas formulada para a pesquisa, foi embasada em estudos que apresentavam algumas possíveis associações. A partir das informações encontradas foram selecionadas as seguintes variáveis: anemia, artrose, epilepsia, insônia, labirintite e problemas visuais (uso de óculos). O instrumento foi submetido a teste piloto no mês de agosto do ano de 2013 e aplicado por pesquisadores treinados. As entrevistas aconteceram em lugar reservado, de modo a garantir o conforto e a privacidade dos participantes. Os questionários foram preenchidos pelos pesquisadores. A análise dos dados foi realizada de forma descritiva, com apresentação de frequências absolutas e relativas, através de tabelas. Utilizou-se o software Microsoft para a organização dos dados e Stata 12 para o tratamento dos mesmos.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Adventista de São Paulo, Parecer 21124413.2.0000.5377 e está de acordo com a Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Os entrevistados foram devidamente informados sobre as questões abordadas pela pesquisa e como se daria sua participação. Após os devidos esclarecimentos, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi assinado pelos participantes.

III. RESULTADOS

Dos 82 participantes do estudo, houve maior frequência do sexo masculino (48/58,5%), na faixa etária correspondente aos adultos jovens e adultos maduros (66/80,4%), negros (48/58,5%) e com 2º grau completo (28/34,1%) (Tabela 1).

Tabela 1 – Características sociodemográficas dos frequentadores do parque público. São Paulo – SP, 2013

Variáveis	N	%
Sexo		
Masculino	48	58,5
Feminino	34	41,5
Faixa etária (em anos)		
18 a 40	33	40,2
41 a 60	33	40,2
>60	16	19,6
Raça/Cor/Etnia		
Negros	48	58,5
Branco	29	35,4
Amarelo	1	1,2
Indígena	4	4,9
Escolaridade		
1º Grau Incompleto	18	22,0
1º Grau Completo	14	17,1
2º Grau Incompleto	6	7,3
2º Grau Completo	28	34,1
Universitário Incompleto	7	8,5
Universitário Completo	9	11,0
TOTAL	82	100

Fonte: Autores, 2013.

Dentre as pré-condições relacionadas pelos indivíduos entrevistados, que pudessem estar relacionadas às quedas, prevaleceram as alterações da visão (51/62,2%), seguidas de insônia (26/31,7%) e labirintite (11/13,4%).

Tabela 2 – Pré-condições relacionadas à ocorrência de quedas segundo frequentadores do parque público. São Paulo – SP, 2013

Condições de Saúde	N	%
Alteração da Visão	51	62,2
Insônia	26	31,7
Labirintite	11	13,4
Artrose	9	11,0
Anemia	4	4,9
Epilepsia	1	1,2
TOTAL	82	100

Fonte: Autores, 2013.

IV. DISCUSSÃO

O bairro no qual está localizado o parque e onde residem seus frequentadores é considerado um dos menos privilegiados no âmbito socioeconômico do município de São Paulo. Assim, embora não seja o escopo da pesquisa, infere-se que as condições de vida da população entrevistada apresentem importantes similaridades.

As pré-condições relacionadas à presença de quedas, segundo os entrevistados, evidenciou a existência de alterações visuais, insônia e labirintite.

Abre-se um parêntesis para mencionar que 16 indivíduos eram idosos, o que pontua aspectos relevantes, principalmente, no que diz respeito à relação entre as quedas e os problemas visuais.

Ainda que os resultados corroborem àqueles constatados em pesquisas anteriores, os quais atribuem à ocorrência das quedas como uma consequência de alterações visuais, poucos são os manuscritos que abordam a intersecção entre estes dois tópicos (REMOS, CRUZ, URBANETTO, 2014). Vale citar que os números aqui encontrados foram similares aos obtidos em outro estudo (GONÇALVES, VIEIRA, SIQUEIRA, HALLAL, 2008).

Salienta-se que as alterações visuais da pesquisa foram associadas ao uso de óculos e, que não foram questionadas as especificidades dos problemas visuais existentes. A opção foi decorrente das múltiplas possibilidades diagnósticas e do desconhecimento por parte significativa dos pacientes (LIMA, BAPTISTA, VARGAS, 2017). Ainda assim, como já reportado em estudo anterior, reforça-se a importância da discussão, pois é reconhecido que a presença dos distúrbios de visão contribui para um maior número de quedas (GULLICH, DURO, CESAR, 2016).

Para a compreensão do sistema visual e suas alterações, assinala-se tratar de órgãos e conexões que conduzem à resposta corporal considerada adequada à exigência do momento. Distingue-se que o constructo global do controle do corpo e movimento são interdependentes das informações processadas pelos sistemas vestibular, somatossensorial e visual, conjuntamente com os aspectos biomecânicos e força muscular (ALFIERI, DE MORAES, 2008).

As principais alterações que acontecem ao longo da vida e atingem o controle postural estão, destacadamente, no sistema vestibular (GAZZOLA, *et al.*, 2017). São mudanças que podem provocar, entre outros, sintomas e manifestações neurovegetativas, que eliciam perturbações sensoriais e disfunções do equilíbrio postural (SCHNIEPP, *et al.*, 2017).

O equilíbrio postural resulta da interação entre os sistemas motor e sensorial, o que propicia tanto equilíbrio estático como dinâmico, para que funcionem de maneira harmoniosa e definida (ODA, GANANÇA, 2015). Refere-se à habilidade de recuperação diante de uma instabilidade, ou seja, a capacidade de antecipar-se e organizar-se controlando o centro da massa corporal e, com isto, evitar a queda. O comprometimento do equilíbrio pode acontecer já na vida adulta, eliciado por alterações no sistema de integração sensorial (BRUNIERA, RODACKI, 2014).

O sistema somatossensorial atende aos estímulos provenientes do Sistema Nervoso Central e compõem com a propriocepção (MAZZOCCANTE, *et al.*, 2020). Os sentidos fazem a mediação das percepções entre os ambientes endógenos e exógenos do organismo com o encéfalo, construindo um esquema de ações. Uma das competências do sistema proprioceptivo é reagir com eficiência à sinalização de estímulos, que podem provocar danos ao organismo (MAZZOCCANTE, *et al.*, 2020). A partir desta organização, o indivíduo toma consciência do estímulo e elabora uma ação compatível com o mesmo (LAMAS, PAÚL, 2013). A propriocepção auxilia o sistema visual.

A visão é um dos mais importantes mecanismos na captação de informações do ambiente, permitindo que os indivíduos experimentem diversas atividades. Trata-se de um aparato complexo, envolvendo estrutura ocular, controle motor e neural. Por meio das informações obtidas sobre/do ambiente, orienta o movimento do corpo (GONÇALVES, *et al.*, 2018). É um fator essencial para a estabilidade e o controle da

marcha. Assim, indivíduos com alterações neste campo apresentam problemas de deambulação (SILVEIRA, 2013).

Não há como negar a imutabilidade do envelhecimento biológico. No campo visual, as primeiras indicações de envelhecimento emergem quando os olhos apresentam dificuldade em focar objetos que estão próximos, alteração denominada presbiopia. Por volta dos 40 anos, para um grande grupo de pessoas, surge a necessidade do uso de óculos para a leitura (HORTA, DE FARIA, FERNANDES, 2016). Existem, também, alterações relacionadas à capacidade de transmissividade e na acomodação dos olhos (LAMAS, PAÚL, 2013), ocasionando problemas de percepção, de distância e de sensibilidade quanto à ofuscação e cores (LAMAS, PAÚL, 2013). Afirma-se que a distinção das relações espaciais por meio do sistema visual é um dos principais aliados para a prevenção de quedas (ODA, GANANÇA, 2015). Tais déficits encontram-se entre os chamados fatores intrínsecos, já mencionados no texto (VIEIRA, *et al.* 2018).

As pessoas que sofreram quedas e declaram possuir alterações visuais necessitam de correção neste campo. Ressalta-se a importância do diagnóstico precoce do comprometimento visual para a prevenção do agravo ou minimização de danos (MENEZES, BACHION, 2012). Dentre os procedimentos, mencionam-se a prescrição de óculos, ajustamento das lentes, além de qualquer outra intervenção que se fizer necessária (LAMAS, PAÚL, 2013; STEVENS, LEE, 2018).

Estudo mostra que, no grupo de idosos, é significativo o número de pessoas com déficits visuais que não procura auxílio médico (DIAS *et al.*, 2008). O mesmo estudo cita que muitos pacientes não se atentam para a diminuição da acuidade visual, o que torna relevante a questão do acompanhamento em serviços básicos de saúde.

De maneira experimental e inovadora, no âmbito da saúde coletiva, a questão ocular pode estar alinhada ao modelo de educação da comunidade e à promoção da saúde. O trabalho com a acuidade visual e a relação com os outros sistemas podem integrar um projeto de prevenção de quedas.

Os exercícios de percepção de contrastes e profundidade podem estar presentes em várias atividades que estimulem tais aspectos (MACIEL, 2010; FERREIRA, 2018). São consideráveis os jogos de mesa e visuais, as atividades artesanais, exercícios físicos, treinos de equilíbrio e funcionais. Abre-se um adendo para observar que os exercícios físicos adjuvam a percepção precoce dos problemas posturais que conduzem às quedas (SADOWSKA, STEMPLAWSKI, SZEKLICKI, 2017).

A intervenção interdisciplinar com pessoas que apresentam alterações visuais diversas tem sido discutida e aplicada em diferentes contextos. São concepções que reforçam novas e possíveis abordagens. Com isso, recomenda-se especial atenção para este item, que poderia contribuir de maneira singular para a prevenção de quedas (SILVA, SILVA, SILVA, 2012).

Insiste-se que os problemas relacionados ao campo visual transformam o quadro de vida do indivíduo, porque repercutem na independência funcional e, conseqüentemente, no estilo do viver (DILLON *et al.*, 2018).

Este aspecto é tão relevante que a Organização Mundial da Saúde reforça o contexto ao discorrer sobre a capacidade funcional e sua associação com as necessidades rotineiras (SILVA, SILVA, SILVA, 2012). São aspectos que podem modificar o futuro de uma vida (PIRKER, KATZENSCHLAGER, 2017).

V. CONCLUSÃO

Os achados apontaram que a intersecção entre questões visuais e quedas não estão presentes apenas nas idades mais avançadas.

Reconhece-se a importância da saúde visual para a prevenção das quedas, bem como a de outras condições, como a labirintite ou distúrbios do sono, como a insônia.

Cabe reforçar a observação do constructo visual, ou seja, dos sistemas vestibular, somatossensorial, além da própria visão, de maneira mais cuidadosa durante a vida madura. Pontua-se a atenção dos profissionais de saúde em áreas interdisciplinares.

Vale destacar que o campo das atividades contribui para a manutenção da funcionalidade do indivíduo e falhas no desempenho podem indicar alterações na integridade e funcionamento do sistema visual.

Embora o presente estudo promova uma discussão inicial entre a intersecção de problemas visuais na idade adulta e quedas, é importante avaliar também a relação com as demais condições, com o objetivo de melhor compreender o problema, além de incluir indicadores, como dados socioeconômicos. Certamente, estes dados delinearão melhor uma possível tipologia de atividades presentes no cotidiano da população de estudo.

Sublinha-se a ausência de publicações focadas no assunto, já que as quedas constituem fator relevante e atual no âmbito da Saúde Pública.

Apesar da incipiência dos resultados, recomendam-se novas pesquisas, pois o episódio mostra-se importante entre pessoas de diferentes faixas etárias e condições sociais.

VI. REFERÊNCIAS

ALFIERI, Fábio Marcon; MORAES, Maria Cecília Leite de. Envelhecimento e o controle postural. **Saúde Coletiva**. v. 4, n. 19, 2008, p. 30-33.

ALVES, Gabrielly Cristina Quintiliano *et al.* Vítimas de trauma por quedas atendidas em unidade de pronto socorro adulto: estudo transversal. **Enfermagem em Foco**, v. 9, n. 3, 2018, p. 26-65.

ARAÚJO NETO, Antonio Herculano *et al.* Quedas em idosos institucionalizados: riscos, consequências e antecedentes. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 70, n 4, jul.- ago. 2017, p. 719-725.

BRUINIERA, Carlos Alberto Veiga; RODACKI, André Luiz Felix. Respostas estabilométrica de jovens e idosos para recuperar o equilíbrio após uma perturbação inesperada controlada. **Revista da Educação Física/UEM**, v. 25, n. 3, jul.- set. 2014, p. 345-351.

CENCI, Danila Rocha *et al.* Análise do equilíbrio em pacientes diabéticos por meio do sistema F-Scan e da Escala de Equilíbrio de Berg. **Fisioterapia em Movimento**, v. 26, n. 1, mar. 2013.

CORONA, Ligiana Pires. **Anemia e Envelhecimento: panorama populacional e associação com desfechos adversos em saúde-estudo SABE**. Tese (Doutorado em Saúde Pública). Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. 88 p. 2014.

CUNHA, Alfredo; LOURENÇO, Roberto. Quedas em idosos: prevalência e fatores associados. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto**, v. 13, n. 2, 2014.

DIAS, Rosângela Corrêa *et al.* Visão funcional e quedas no idoso: uma revisão da literatura. **Geriatrics, Gerontology and Aging**, v. 2, n. 1, 2008, p. 25-31.

DILLON, Lisa *et al.* Understanding the implementation and efficacy of a home-based strength and balance fall prevention intervention in people aged 50 or over with vision

impairment; a process evaluation protocol. **BMC Health Services Research**, v. 18, n. 1, 2018, p. 512.

DELLAROZA, Mara Solange Gomes *et al.* (2014). Associação entre dor crônica e autorrelato de quedas: estudo populacional? SABE. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 30, n. 3, mar. 2014, p. 522-532.

FERREIRA, Nayla Cristina Oliveira. (2018). **A terapia ocupacional e a deficiência visual na educação inclusiva: uma revisão bibliográfica**. Dissertação (Graduação em Terapia Ocupacional). Universidade Federal de São Paulo, Santos, SP, Brasil. 31p. 2018

FHON, Jack Roberto Silva *et al.* Quedas em idosos e sua relação com a capacidade funcional. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 20, n. 5, set.-out 2012, p. 927-934.

GAZZOLA, Juliana Maria *et al.* O envelhecimento e o sistema vestibular. **Fisioterapia em Movimento**, v. 18, n. 3, jul.-set. 2005, p. 39-48.

GONÇALVES, Lílian Gatto *et al.* Prevalência de quedas em idosos asilados do município de Rio Grande, RS. **Revista de Saúde Pública**, v. 42, n. 5, out. 2008, p. 938-945.

GULLICH, Inês; DURO, Suele Manjourani Silva; CESAR, Juraci Almeida. Depressão entre idosos: um estudo de base populacional no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 19, n. 4, out.-dez. 2016, p. 691-701.

HORTA, Heloisa Helena Lemos; FARIA, Natália Arantes de; FERNANDES, Paolla Algarte. Quedas em Idosos: assistência de enfermagem na prevenção. **Connection Line - Revista Eletrônica do Univag**, n. 14, 2016.

LAMAS, Maria Ceu; PAÚL, Constança. O envelhecimento do sistema sensorial: implicações na funcionalidade e qualidade de vida. **Actas de Gerontologia**, v.1, n. 1, 2013.

LIMA, Natalia Carvalho de; BAPTISTA, Tatiana Wargas de Faria; VARGAS, Eliane Portes. Ensaio sobre 'cegueiras': itinerário terapêutico e barreiras de acesso em assistência oftalmológica. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, v. 21, 2017, p.615-627.

LOPES, A. A.; JAYME, D. H. D. C.; ABREU, I. L. V. D.; SILVA, I. E.; LOBO, M. H. S.; OLIVEIRA, M. C., & PINHEIRO, I. D. F. LOPES. Avaliação das funções visuais e sua relação com a visão funcional e quedas em idosos ativos da comunidade. **Revista Brasileira de Oftalmologia**, v.79, 2020, p.236-241.

MACIEL, Arlindo. Quedas em idosos: um problema de saúde. (2010). **Revista Médica de Minas Gerais**, v. 20, n. 4, 2010, p. 554-557.

MALTA, Deborah Carvalho *et al.* Características e fatores associados às quedas atendidas em serviços de emergência. **Revista de Saúde Pública**, v. 46, n. 1, fev. 2012, p. 128-137.

MAZZOCCANTE, Flávia Renata Pereira *et al.* **Importância da avaliação de equilíbrio postural e propriocepção na fisioterapia: revisão de literatura**. Anais da Mostra Acadêmica do Curso de Fisioterapia, Brasil, 23.

MENEZES, Ruth Losada de; BACHION, Maria Márcia. Condições visuais autorrelatadas e quedas em idosos institucionalizados. **Revista Brasileira de Oftalmologia**, v. 71 n. 1, fev. 2012, p. 23-27.

MORAES, Maria Cecília Leite de; COSTA, Robson. We need to talk about aging, medication and falls. **MOJ Gerontology & Geriatrics**, v. 3, n. 3, 2018, p. 238-239.

MORAES, Maria Cecília Leite de *et al.* Estudo sobre quedas com frequentadores de um parque público da zona Sul da cidade de São Paulo. **International Journal of Health Management Review**, v. 2, n. 1, 2016, p. 72-83.

MORAES, Maria Cecília Leite de, M., Silva, E. Estudo sobre os acidentes na infância em duas creches públicas do município de São Paulo. **Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, 7(14), 2014. p. 124-134.

ODA, Danielle Tyemi Massukawa; GANANÇA, Cristina Freitas. Posturografia dinâmica computadorizada na avaliação do equilíbrio corporal de indivíduos com disfunção vestibular. **Audiology-Communication Research**, v. 20, n. 2, abr.-jun. 2015, p. 89-95.

PINHO, Tatyana Ataíde Melo de *et al.* Avaliação do risco de quedas em idosos atendidos em Unidade Básica de Saúde. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 46, n. 2, 2012, p. 320-327.

PIRKER, Walter; KATZENSCHLAGER, Regina. Distúrbios da marcha em adultos e idosos. **Wiener Klinische Wochenschrift**, v. 129, n. 3-4, 2017, p.81-95.

RABEH, Soraia Assad Nasbine; CALIRI, Maria Helena Larcher. (2010). Capacidade funcional em indivíduos com lesão de medula espinhal. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 23, n. 3, jun. 2010, p. 321-327.

REMOR, Carine Peres; CRUZ, Carla Barroca; URBANETTO, Janete de Souza. Análise dos fatores de risco para queda de adultos nas primeiras 48 horas de hospitalização. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, v. 35, n. 4, 2014, p. 28-34.

RIBEIRO, Adalgisa Peixoto. Quedas acidentais nos atendimentos de urgência e emergência: resultados do VIVA Inquérito de 2014. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, n. 12, dez. 2016, p. 3719-3727.

Sadowska, Dorota, Stemplewski, Rafal, Szecklicki, Robert. Controle postural em jovens com deficiência visual e diversos riscos de quedas. **Journal of Visual Impairment & Blindness**, v. 111, n. 3, 2017, p. 261-270.

SCHNIEPP, Roman *et al.* Clinical and neurophysiological risk factors for falls in patients with bilateral vestibulopathy. **Journal of Neurology**. v. 264, n. 2, Feb. 2017, p. 277-283.

SILVA, E. C. A.; SILVA, G. B. F.; SILVA, T. B. F. Atividade física e capacidade funcional: Relação necessária para um envelhecimento saudável. **Revista Corpo, Movimento e Saúde**, v. 1, 2012, p. 35-54.

SILVA, Fábio Augusto da; MATOS, Maria Isabel Borges de; ESTEVES Larissa Sapucaia Ferreira. Avaliação do risco de queda em idosos independentes. **Colloquium Vitae**, v. 9, n. 1, 2017, p. 18-22.

SILVA, Larissa Aparecida Pereira da *et al.* Análise retrospectiva da prevalência e do perfil epidemiológico dos pacientes vítimas de trauma em um hospital secundário. **Revista de Medicina**, v. 96, n. 4, 2017, p. 245-253.

SILVEIRA, Mateus Corrêa. **Análise da estabilidade da marcha de adultos em diferentes condições visuais**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano). Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2013.

Stevens, Judy A., Lee, Robin. O potencial para reduzir quedas e evitar custos ao gerenciar clinicamente o risco de queda. **American Journal of Preventive Medicine**, v, 55, n. 3, 2018, p. 290-297.

VIEIRA, Luna S. *et al.* Quedas em idosos no Sul do Brasil: prevalência e determinantes. **Revista de Saúde Pública**, v. 52, n. 22, 2018, p. 52.

VILLANUEVA, Pilar. **La educación de adultos hoy: necesidad y perspectiva de cambio.** Valencia: Promolibro, 1987.: <<http://www.sodebras.com.br/edicoes/N117.pdf>>. Acesso em 04 out. 2015.

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.



Artigo recebido em 31/08/2021.
Publicado em 28/10/2021.

Revista SODEBRAS – Volume 16
Nº 190 – OUTUBRO/ 2021

SANEAMENTO E DOENÇAS VINCULADAS AOS RECURSOS HÍDRICOS (ESQUISTOSSOMOSE) NA REGIÃO DE SAÚDE DE IPATINGA, MINAS GERAIS

SANITATION AND DISEASES LINKED TO WATER RESOURCES (SCHISTOSOMOSIS) IN THE HEALTH REGION OF IPATINGA, MINAS GERAIS

Alexandre Sylvio Vieira Da Costa¹

Resumo – Saneamento e saúde são fatores intimamente associados a qualidade de vida da população. Baseado nas informações coletadas nos portais DATASUS, IBGE e SNIS avaliou-se o panorama de contaminação por esquistossomose nas cidades de Ipatinga, Belo Oriente e Açucena no estado de Minas Gerais. Os parâmetros evolução do atendimento por abastecimento de água, esgotamento sanitário, e a ocorrência da esquistossomose, relacionada ao sistema de saneamento básico, foram avaliados no período de 2007 a 2018 com o objetivo de verificar os impactos da cobertura do saneamento básico na saúde pública e seus gastos. Os resultados mostraram que o saneamento básico está diretamente relacionado a incidência de doenças transmitidas por via hídrica. Verificou-se menores índices da doença nas cidades de Ipatinga e Belo Oriente, de maior IDHM e maiores índices em Açucena, de menor IDHM. O investimento em saneamento é fator fundamental, para a melhoria das condições de saúde da população.

Palavras-chave: Saneamento. Esquistossomose. Abastecimento de Água.

Abstract - Sanitation and health are factors closely associated with the population's quality of life. Based on information obtained from the DATASUS, IBGE and SNIS portals, the panorama of schistosomiasis contamination in the cities of Ipatinga, Belo Oriente and Açucena in the state of Minas Gerais was evaluated. Parameters such as the evolution of water supply, sanitary sewage, and the occurrence of schistosomiasis, related to the deficiency of the basic sanitation system, were evaluated in the period 2007 and 2018 in order to verify the impacts of basic sanitation coverage on health and its expenditures. The results showed that basic sanitation is directly related to the incidence of waterborne diseases. Lower rates of the disease were found in the cities of Ipatinga and Belo Oriente, with higher purchasing power, and higher rates in Açucena, with lower IDHM. Investment in sanitation is a fundamental factor to improve the population's health conditions.

Keywords: Sanitation. Schistosomiasis. Water Supply.

¹ Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Contato: alexandre.costa@ufvjm.edu.br.

I. INTRODUÇÃO

A água, um dos recursos naturais mais importantes do planeta, sofre com a degradação dos recursos hídricos devido os usos múltiplos, destacando a agricultura, o abastecimento público, a pecuária, a indústria, a geração de energia, o saneamento básico, a recreação e o lazer (RIBEIRO *et al.*, 2017).

A grande dificuldade para contenção de endemias está intrinsecamente relacionada à falta de saneamento básico e educação sanitária, sendo necessário o tratamento de indivíduos infectados, que consiste em curar a doença, reduzir a carga parasitária do hospedeiro, impedir a evolução para as formas graves (VITORINO *et al.*, 2012).

De acordo com estudos do Banco Mundial, estima-se que o ambiente doméstico inadequado é responsável por quase 30% da ocorrência de doenças nos países em desenvolvimento. Segundo Guimarães *et al.* (2007) investir em saneamento é uma das formas de se reverter o quadro na saúde pública existente. Dados do Ministério da Saúde informam que para cada um real investido no setor de saneamento, são economizados quatro reais na área de medicina curativa.

Segundo Santos *et al.* (2018), apesar do aumento dos investimentos do governo Federal no setor de saneamento, os pequenos municípios ainda apresentam dificuldades para acessar os recursos, fato que interfere negativamente no seu sistema econômico devido aos investimentos no combate as enfermidades que se propagam pela inadequação das condições sanitárias.

O saneamento básico contempla medidas que tem por objetivo preservar ou transformar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde pública além de melhorar a qualidade de vida da sociedade, de modo a garantir a produtividade do indivíduo visando também o bem estar econômico. No território brasileiro, o saneamento é um direito adquirido e assegurado pela Constituição e deliberado pela Lei nº. 11.445/2007 como o conjunto dos serviços de infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais (TRATA BRASIL, 2012).

Com relação à regulação do setor de saneamento no Brasil, seu início ocorreu na década de 1970 no Plano Nacional de Saneamento - PLANASA, quando o Banco Nacional da Habitação (BNH) exercia o papel de regulador, abrangendo alguns municípios e as empresas estaduais de saneamento, incluindo-se o Distrito Federal (PIZA e PAGANINI, 2006). Esse plano foi desenvolvido com a finalidade de expandir a oferta de água e esgotamento sanitário em todo o território nacional.

A lei 11445/07 teve como objetivo estabelecer diretrizes para o saneamento básico em âmbito nacional, garantindo a universalização do acesso, em que a população tenha a integralidade dos serviços de abastecimento, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, todos com a sua devida qualidade e regularidade, propiciando a promoção da saúde e combatendo doenças causadas por falta e serviços mal efetuados (BRASIL, 2007).

A melhoria do saneamento básico também gera benefícios sociais e econômicos que contemplam custos mais reduzidos do sistema de saúde e maior assiduidade no trabalho, considerando o tempo não gasto com problemas relacionados à ausência de saneamento (HUTTON e HALLER, 2004).

Segundo o IBGE (2019), a pesquisa nacional de amostras por domicílio (PNAD), identificou que no ano de 2018, a taxa de esgotamento sanitário no Brasil era de 66,3% das residências interligadas a alguma rede de coleta.

No Brasil, Scriptor e Toneto Júnior (2012) ressaltam a relação direta entre o sistema de saneamento básico e seus impactos na saúde pública. Partindo-se desse pressuposto, evidencia-se que investir em saneamento básico reflete em melhoria da qualidade de vida da população.

O abastecimento de água tratada, coleta e tratamento dos esgotos promovem mudanças significativas na qualidade de vida das pessoas, principalmente na saúde das crianças com consequente redução da taxa de mortalidade, melhorias na vida escolar, na valorização das residências e preservação dos recursos hídricos (GERMINIANI, 2017).

O abastecimento de água não se limita apenas aos padrões de potabilidade. Sendo de suma importância, ele abrange tudo o que diz respeito aos aspectos sociais, sanitários e aspectos econômicos (RIBEIRO E ROOKE, 2010).

As doenças veiculadas pela água podem ser transmitidas através de dois principais mecanismos sendo a ingestão de água contaminada ou no que se refere à higiene insuficiente e quantidade da água (HELLER e PADUA, 2006).

Dentre as doenças classificadas como negligenciadas e associadas a pobreza, a esquistossomose é considerada uma das principais. Esta doença assume grande importância no Brasil considerando o grande número de casos registrados e a grave situação dos indivíduos quando ocorre a manifestação das formas clínicas (KATZ, 2018).

A esquistossomose mansônica é uma doença humana infecciosa parasitária causada pelo *Schistosoma mansoni*. A doença é conhecida também como barriga d'água, xistosa e doença do caramujo (BRASIL, 2009). É uma doença endêmica, de vinculação hídrica. Dentre as parasitoses é uma das mais disseminadas no mundo ocorrendo em locais de saneamento inapropriado. No Brasil é considerada um problema de saúde pública. A doença afeta principalmente crianças e adultos jovens em sua fase produtiva (PEREIRA et al., 2010). Segundo Santos et al. (2016) o Brasil possui 43 milhões de pessoas expostas ao risco de infecção e mais de seis milhões de pessoas infectadas.

Na maioria dos casos a doença é assintomática (BRASIL, 2014), classificada como uma doença tropical negligenciada, e considerada uma endemia regional comum na região Sudeste, onde o Estado mais acometido é Minas Gerais.

O hospedeiro definitivo é o homem. Outros hospedeiros são caracterizados como hospedeiros reservatórios como os roedores, primatas, marsupiais, lebres, porém ainda não está esclarecida a participação no ciclo da doença. O caramujo do gênero *Biomphalaria* é considerado hospedeiro intermediário (BRASIL, 2014).

O homem infectado com o parasito pode eliminar os ovos de *Schistosoma mansoni* por um período de 6 a 20 anos. Já o caramujo portador da cercaria elimina por toda a vida, que dura em média um ano (BRASIL, 2009).

Segundo o Ministério da Saúde, a contaminação dos recursos hídricos com esgoto doméstico não tratado cria um cenário de condições favoráveis a propagação da doença. As ações de controle e redução da incidência da doença devem apresentar como ação inicial o monitoramento das condições de vida da população e das fontes hídricas utilizadas (PORDEUS et al., 2008).

Nesse contexto, este trabalho objetivou analisar os dados epidemiológicos da Esquistossomose e as relações entre os serviços de saneamento e as condições de vida da população, tornando-se ponto de partida para estudos mais aprofundados sobre o tema, como forma de garantir melhores condições de vida e saúde para as populações.

II. METODOLOGIA

Este estudo se caracteriza como epidemiológico, descritivo, longitudinal, realizado com informações obtidas no período compreendido entre os anos de 2007 e 2018.

2.1 - Localização e área de estudo

A área de estudo deste trabalho foram as cidades de Açucena, Belo Oriente e Ipatinga, localizadas na região de saúde de Ipatinga, em Minas Gerais, registrada na plataforma TabNet. Estas cidades foram escolhidas para o estudo considerando a diversidade das características populacionais, de renda e de desenvolvimento.

2.2 - Dados epidemiológicos

Os dados epidemiológicos foram obtidos através de uma pesquisa na plataforma Tabnet e Datasus que são plataformas de dados do governo onde estão disponibilizados dados sanitários, socioeconômicos e epidemiológicos de todas as regiões de saúde do Brasil. Nesta fonte foram coletadas as informações dos casos totais registrados de esquistossomose e o índice de contaminação da população que é a relação do número de casos de pessoas infectadas pela esquistossomose para cada 1.000 habitantes dos municípios. O levantamento foi realizado no período entre 2007 e 2018 nas três cidades selecionadas. Os dados foram tabulados e plotados em gráficos comparativos.

2.3 - Dados de saneamento básico

A análise das variáveis para elaboração de indicadores compostos de saneamento básico dos municípios estudados foi realizada com dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

A análise exploratória dos dados foi realizada na seleção de três fatores: total de pessoas atendidas com água tratada e esgotamento sanitário (presença de rede de coleta de esgoto) e determinação dos valores com despesas de manutenção e mão de obra das atividades relacionadas ao tratamento da água e distribuição além da coleta e tratamento de esgoto. Os gastos com investimentos nas cidades estão associados as melhorias dos sistemas de tratamento e distribuição de água e melhorias na expansão da rede, assim como o esgoto que inclui a implantação de sistema de tratamento, no período de 2007 a 2017.

O estudo foi realizado a partir da exploração dos dados a fim de se estabelecer uma relação causa/consequência com a ocorrência da doença de veiculação hídrica nas cidades avaliadas.

2.4 - Dados socioeconômicos

Os dados do produto interno bruto (PIB), o PIB per capto e índice de desenvolvimento humano dos municípios foram obtidos no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) referente ao ano de 2016 e foram organizados em planilhas na plataforma Microsoft Office Excel.

2.5 – Caracterização dos municípios

2.5.1 - Açucena

A cidade de Açucena está localizada a 285 km de Belo Horizonte, pertencente ao Vale do Rio Doce, banhado por dois rios, o rio Santo Antônio e rio Corrente. Possui aproximadamente 10.276 habitantes. Segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) no censo de 2010, a cidade possuía uma população urbana de

4.675 habitantes e população rural de 5.601 habitantes. Ocupa um território 815,422km², o IDH municipal era de 0,610 (IBGE, 2010).

A principal fonte de renda do Município é o rebanho bovino leiteiro e de abate e o comércio é varejista, realizado com vários municípios vizinhos.

O clima de Açucena é caracterizado como tropical com estação seca, tendo temperatura média anual de 22,0°C com invernos secos e amenos e verões chuvosos com temperaturas elevadas.

2.5.2 - *Belo Oriente*

O município de Belo Oriente está localizado no Vale do Rio Doce, banhado pelos rios Doce e Santo Antonio. O município possui 335,31 km² de área territorial. Segundo dados do IBGE, apresenta população de 23.397 mil habitantes.

Em 2016, do produto interno bruto (PIB) do município, 934.370,47 mil reais estavam associados ao setor secundário. O valor elevado do indicador se deve à presença da Cenibra Celulose, que tem seu complexo industrial instalado no município e é uma das maiores produtoras mundiais de celulose branqueada de fibra curta. Belo Oriente é a cidade do Vale do Aço com melhor Índice de Desenvolvimento Municipal (IDHM), de acordo com uma pesquisa, divulgada pela Federação das Indústrias do Rio de Janeiro (Firjan).

O clima da cidade se configura como tropical, com chuvas abundantes no verão e inverno seco. A temperatura média anual é de 21,4 °C e na vegetação original do município predomina a Mata Atlântica.

2.5.3 - *Ipatinga*

De acordo com o IBGE, Ipatinga está localizada no Vale do Aço com área territorial de 164,884 Km².

A economia do município está baseada na indústria, tendo contribuição também da área de turismo de negócio, o terceiro maior volume do estado. O desenvolvimento da região deve-se a um dos maiores complexos da siderurgia nacional a USIMINAS, responsável pelo maior volume do PIB do município. Aproximadamente, 99% da sua população está localizada na zona urbana.

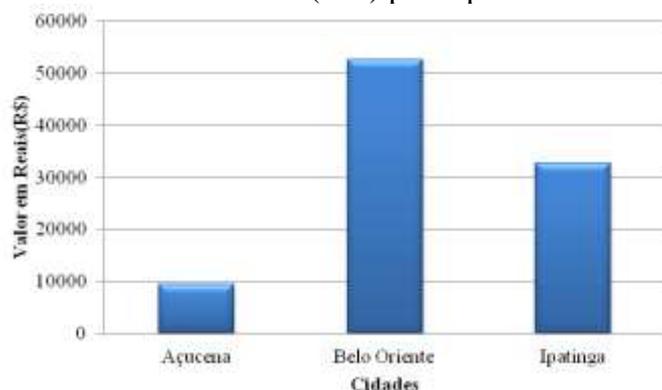
Ipatinga possui como clima característico o tropical semiúmido, caracterizado por verões chuvosos e invernos secos. A cidade possui uma população total de 239.468 habitantes (IBGE, 2010), sendo 236.968 vivendo na zona urbana e 2500 vivendo na zona rural. O IDH do município é elevado, de 0,771.

III. RESULTADOS

3.1 - *Situação Socioeconômica*

A Figura 1 mostra o PIB *per capita* das cidades de Açucena, Belo Oriente e Ipatinga, no ano de 2018. Pode-se observar que entre as cidades avaliadas Belo Oriente possui o maior PIB *per capita* devido a presença de uma grande empresa de celulose no município. Ipatinga possui uma grande siderúrgica, mas a sua população é superior. Açucena é um município onde predomina a atividade agropecuária.

Figura 1 – Produto Interno Bruto (PIB) per capita das cidades avaliadas

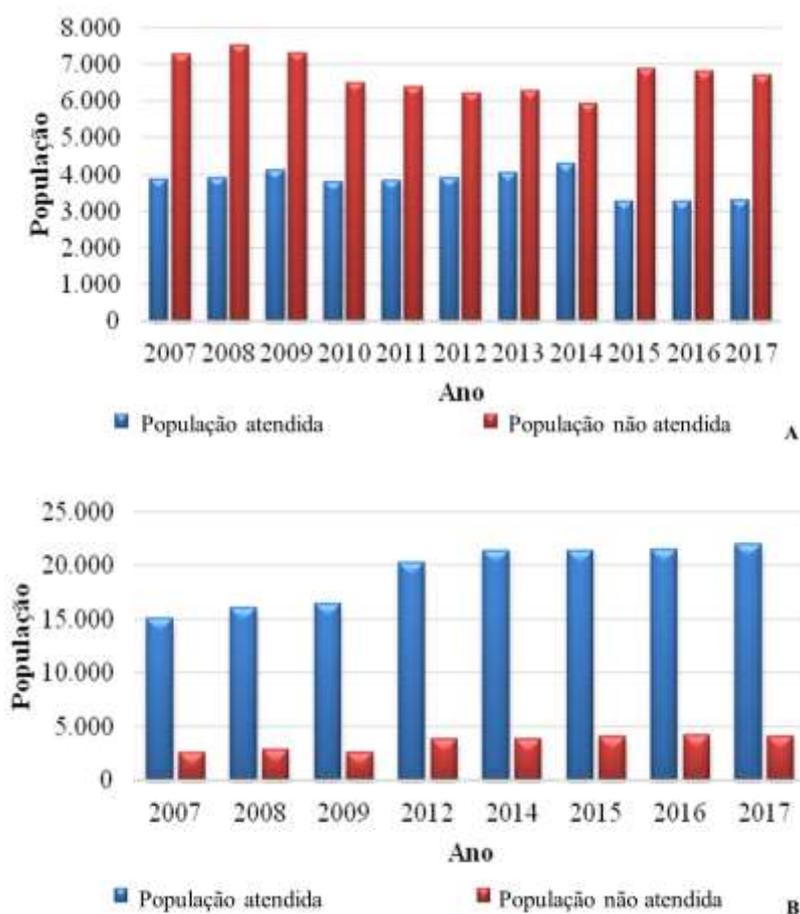


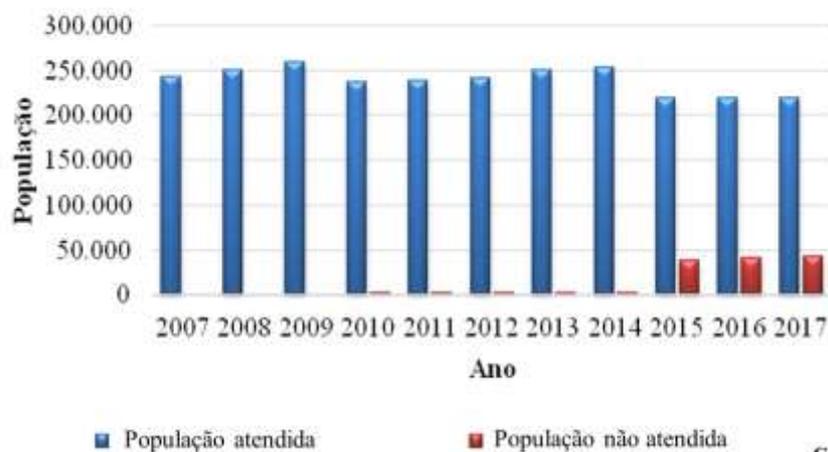
Fonte: IBGE (2018).

3.2 - Situação da Cobertura de Abastecimento e Esgotamento de água

Os dados referentes a população que possui abastecimento de água (Figura 2) e esgotamento sanitário (Figura 3), mostram que não houve qualquer evolução do abastecimento de água no município de Açucena no período avaliado. O elevado índice de pessoas não atendidas com água tratada ocorre devido a sua maior população na zona rural.

Figura 2 - Abastecimento de Água nos municípios de Açucena (A), Belo Oriente (B) e Ipatinga (C)



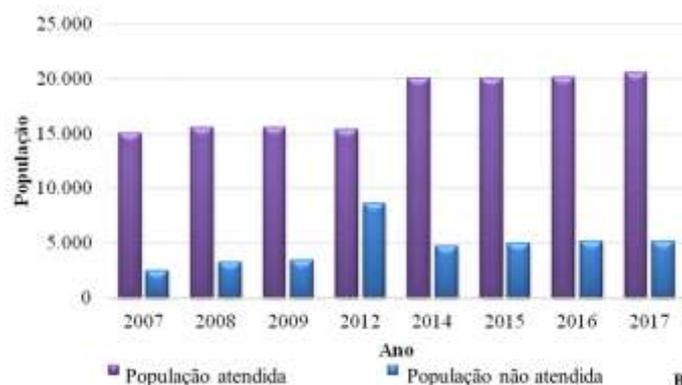
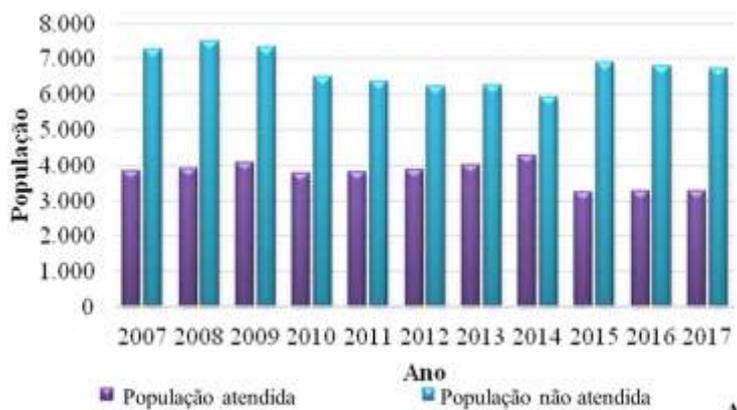


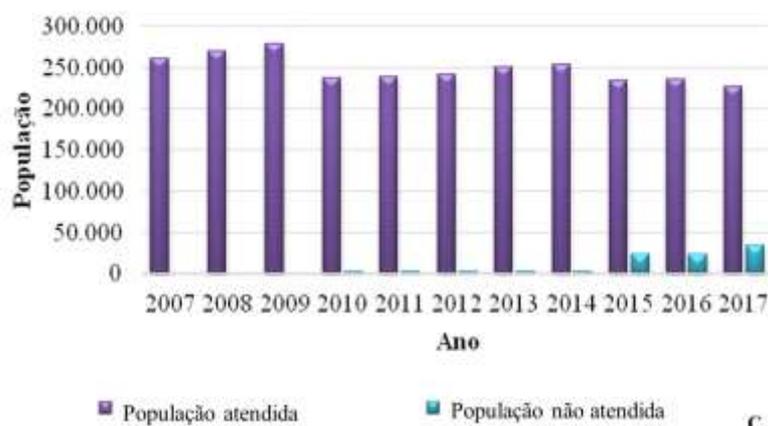
Fonte: SNIS (2019).

O abastecimento de água na cidade de Belo Oriente mostra que a população não atendida está abaixo de cinco mil, sendo que a cidade apresenta uma maior população urbana em relação a população rural. No município de Ipatinga há uma população inexpressiva na zona rural, assim praticamente toda a população é servida com abastecimento de água tratada. O pequeno aumento de pessoas não atendidas em Ipatinga nos últimos anos provavelmente decorre de construções afastadas do centro urbano e irregulares (Figura 2)

No esgotamento sanitário do município de Açucena (Figura 3), como no abastecimento de água há maior parte da população não possui atendimento com esgotamento sanitário por não residir no centro urbano.

Figura 3 - Esgotamento Sanitário de Açucena (A), Belo Oriente (B), Ipatinga (C)





Fonte: SNIS (2019).

Em Belo Oriente, a população predominante é a urbana, com isto os índices de atendimento com esgotamento sanitário são elevados como mostra a Figura 3, aumentando nos últimos três anos. O esgotamento sanitário em Ipatinga atendeu massivamente a população da cidade entre os anos 2007 a 2014. Em 2015 a 2017 há um pequeno crescimento na população não atendida, que pode ser resultado de uma expansão irregular de residências na região.

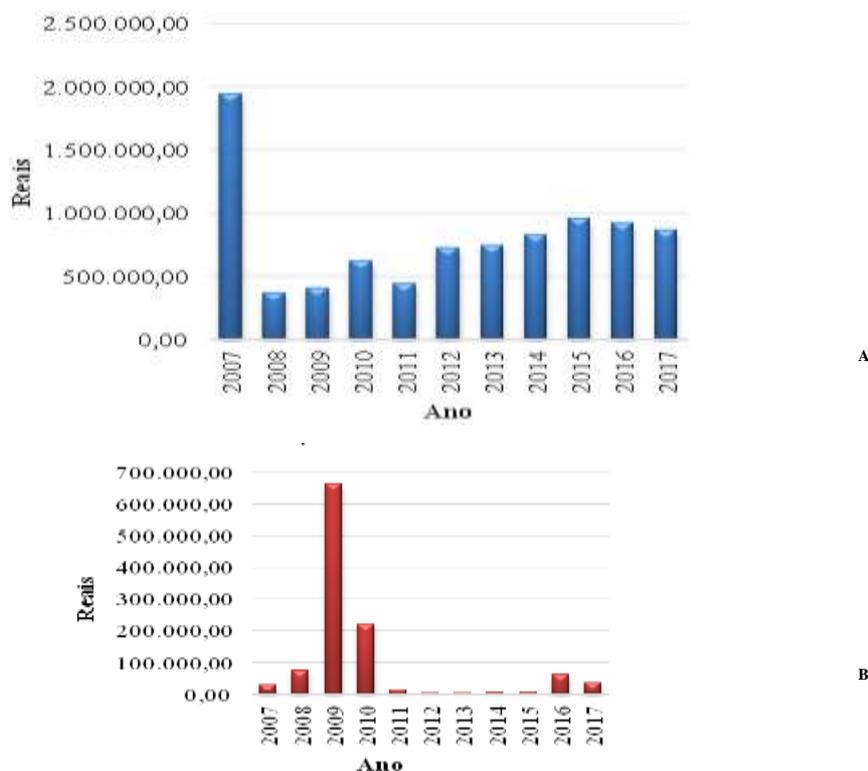
Os dados oficiais do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, o SNIS, mostram que 83% da população brasileira é atendida por rede de água tratada, sendo 93% deste atendimento ocorrendo nas zonas urbanas. O restando da população não atendida (17%), corresponde a aproximadamente 34 milhões de pessoas. Em relação a estrutura do esgotamento sanitário, a situação é ruim, considerando que apenas 49,8% da população brasileira é atendida. A parte não atendida corresponde a 86 milhões de pessoas, números superiores a população de muitos países da Europa (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2014).

Segundo Silva *et al.* (2018), o descarte dos esgotos domésticos sem tratamento adequado nas águas fluviais e lagos é fator determinante na incidência da doença. Este mesmo autor descreve que as três maiores correlações observadas entre a média de incidência de esquistossomose são o analfabetismo, vulnerabilidade a pobreza e mortalidade infantil. Considerando-se estes aspectos que estão intimamente ligados a pobreza, verifica-se porque é considerada uma doença negligenciada.

3.3 - Despesas e Investimentos no Saneamento

Em relação a despesas e investimentos no setor de saneamento básico municipal, percebe-se que todas as cidades estudadas tiveram mais despesas com o funcionamento do sistema do que investimentos em melhorias e expansão em relação ao abastecimento de água e tratamento de esgoto. Em Açucena no ano de 2009, houve um significativo investimento no setor, entretanto no que se refere aos anos posteriores esse investimento não representou grandes valores, sendo em alguns anos, insignificante (Figura 4).

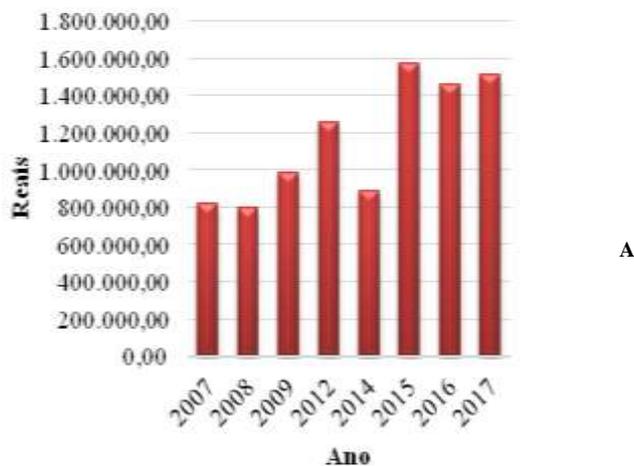
Figura 4 – Valores de despesas (A) e Investimentos totais realizados (B) no sistema de saneamento do município de Açucena

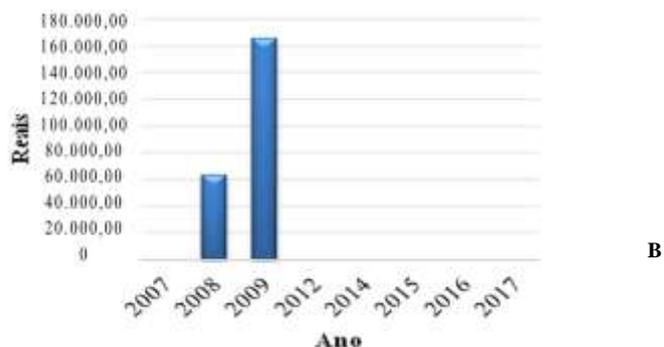


Fonte: SNIS (2019).

O município de Belo Oriente só possui dados significantes de investimento nos anos de 2008 e 2009, semelhante a cidade de Açucena não havendo registro nos demais anos. Por outro lado, os gastos nesse mesmo intervalo de tempo foram muito mais altos comparados ao investimento (Figura 5).

Figura 5 – Valores de despesas (A) e Investimentos totais realizados (B) no sistema de saneamento do município de Belo Oriente

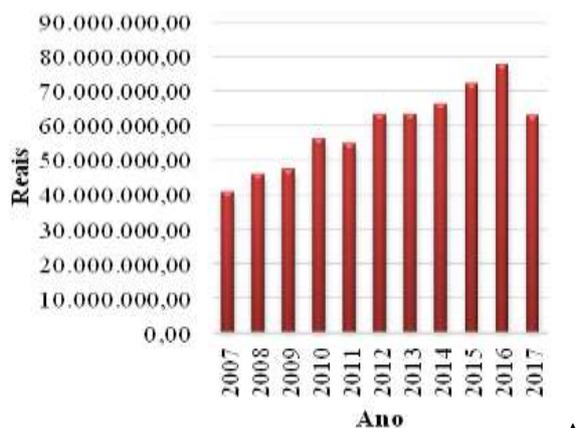




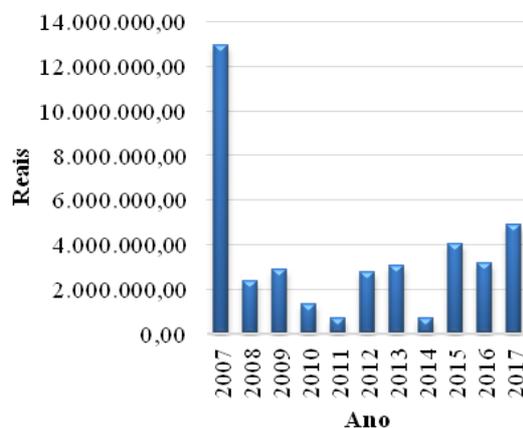
Fonte: SNIS (2019).

Em 2007, o município de Ipatinga apresentou o maior investimento nessa área de saneamento no período com valores próximos a 13 milhões de reais, reduzindo significante nos demais anos. Por se tratar de uma cidade economicamente desenvolvida e em constante expansão populacional, esperava-se maiores investimentos na área (Figura 6). Apesar da redução nos investimentos, os gastos para funcionamento e manutenção de todo sistema de saneamento do município, cresceu significativamente ao longo dos anos, com uma queda ocorrendo apenas no ano de 2017.

Figura 6 – Valores de despesas (A) e Investimentos totais realizados (B) no sistema de saúde do município de Ipatinga



A



B

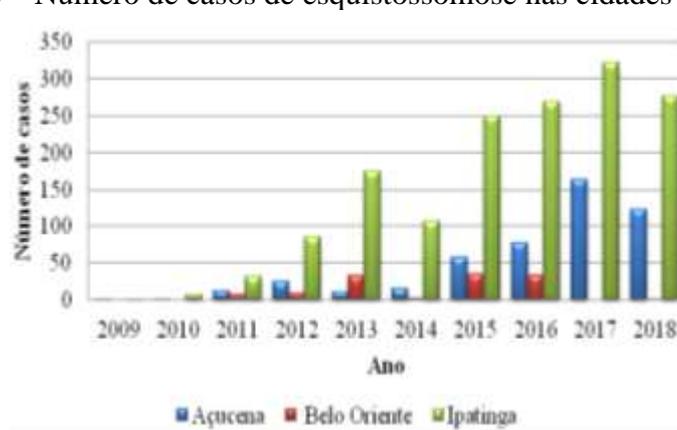
Fonte:SNIS (2019).

O favorecimento do surgimento de novos casos e a expansão dos focos de transmissão da doença podem ser definidos pela grande distribuição dos caramujos hospedeiros, o deslocamento de pessoas de áreas endêmicas para outros locais, a grande deficiência no Brasil de saneamento urbano e ambiental e a carência em informações de saúde das populações que vivem em situação de risco (Passos e Amaral, 1998).

3.4 - Incidência de Esquistossomose

Os dados epidemiológicos da esquistossomose dos três municípios avaliados da Região de Saúde de Ipatinga foram disponibilizados a partir do ano de 2009 e estão apresentados na Figura 7. Os resultados mostram um significativo aumento do número de casos confirmados de esquistossomoses ocorridos na região, no período de 2009 a 2018 nos municípios de Açucena e Ipatinga e sem registros de casos em Belo Oriente nos anos de 2017 e 2018.

Figura 7 - Número de casos de esquistossomose nas cidades avaliadas



Fonte: DATASUS/SIH (2019).

Em Açucena até o ano de 2012 o registro da doença teve uma dinâmica de crescimento muito reduzida. Em 2013 houve queda das ocorrências de 25 casos registrados em 2012, para 11 casos em 2013. Desde então o crescimento dos eventos esteve presente até o ano de 2017, com 163 ocorrências, onde contatou-se o maior índice da doença no município (Figura 7).

Na cidade de Belo Oriente, a 25 km de Açucena, não foi notificado nenhum caso da doença nos anos de 2009 e 2010. Em 2011 foram oito casos registrados se mantendo no ano seguinte e tendo um significativo aumento em 2013, registrados 33 ocorrências. No ano de 2014 apenas dois casos da doença foram contabilizados, evidenciando as consequências da crise hídrica ocorrida no mesmo ano. Nos anos que sucederam (2015 e 2016) o total de casos voltou a estabelecer altos valores de ocorrência. Nos anos seguintes (2017 e 2018), não foram registrados casos no município.

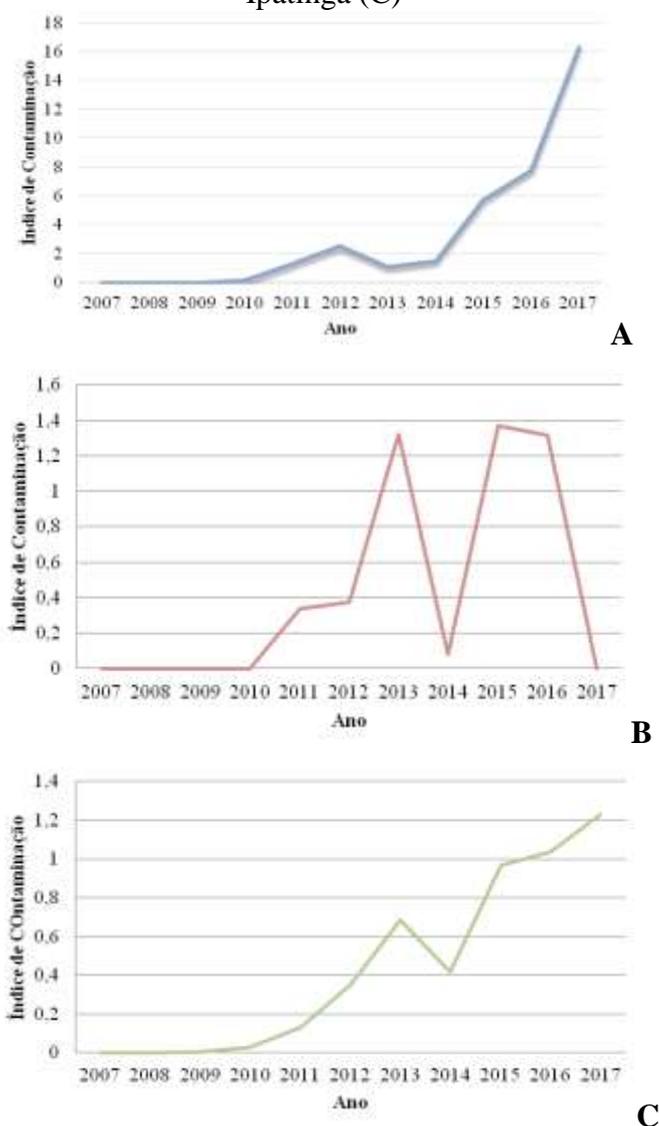
Em Ipatinga, a relação foi crescente de eventos da doença até o ano de 2013. Em 2014 foi constatado uma diminuição de notificações de caso em cerca de 38,5% em relação ao ano anterior. Em relação aos anos subsequentes os números de casos voltaram a apresentar números acima de 250 casos, numa escala crescente ano após ano e uma pequena queda em 2018. (Figura 7).

A Figura 8 apresenta o Índice de contaminação pela Esquistossomose nas cidades avaliadas correspondendo o número de contaminados por cada 1000 habitantes. Esse Índice relaciona o número de casos pela população total, ou seja, expressa o número de pessoas infectados em uma amostra de 1000 habitantes.

Cabe ressaltar que o município de Açucena apresentou uma taxa de crescimento populacional negativa representando -0,87% no período. Embora a população decresça em relação ao tempo, constatou-se um aumento nas notificações da doença assim como no índice de contaminação. Esta tendência crescente também é observada na cidade de Ipatinga, mas com valores de índice muito inferiores aos índices de açucena com valor máximo de contaminação de 1,2 enquanto Açucena foi de 16. O município de Belo Oriente apresenta índices que oscilam muito entre os anos, mas sempre com valores extremamente reduzidos, sendo que, em alguns anos não houve registro de caso, indicando índice zero.

Segundo Brasil (2014), são considerados do grupo de risco para a doença, as crianças em atividades recreativas, pescadores e agricultores, pessoas que lidam diretamente com as águas contaminadas dos rios e lagos.

Figura 8 - Índice de Contaminação da população de Açucena (A), Belo Oriente (B) e Ipatinga (C)



Segundo Katz (2018), dentre os estados que apresentaram maior proporção de pessoas com resultado positivo para esquistossomose, em cidades com população

inferior a 500 mil habitantes, está Minas Gerais 5,81%, ficando atrás apenas do estado de Sergipe com 10,67%.

Quando avalia-se apenas a região Sudeste, a situação do estado de Minas Gerais fica mais evidente. Segundo Ferreira et al. (2021), entre 2013 e 2017 foram notificados 20.462 novos casos de esquistossomose na região sendo a grande maioria dos casos (74,12%) registrado no Estado. As regiões de Minas Gerais classificadas como de alto risco de infecção são as regiões norte, nordeste e centro do estado. Nestas áreas endêmicas para esquistossomose vivem aproximadamente 11 milhões de pessoas em 523 municípios (DRUMMOND *et al.*, 2010). Segundo Enk *et al.* (2010), a maior incidência da doença ocorre em pessoas do gênero masculino, verificando-se 75% do total de casos registrados.

Nas áreas rurais do estado de Minas Gerais, a prevalência da doença é significativa. A população rural do estado é de apenas 14,7%, mas as notificações totais da doença no meio rural foram de 42,01% do total, em 2016 segundo Silva e Andrade (2016).

As doenças parasitárias, incluindo a esquistossomose, são o reflexo do subdesenvolvimento de algumas regiões do país caracterizado pela fome crônica e a desnutrição, a precariedade das moradias, incluindo o saneamento. Estes fatores impõem grandes limitações ao desenvolvimento fisiológico e intelectual das pessoas, intensificando a desigualdade social (GUIMARÃES, 2015).

IV. CONCLUSÃO

Os investimentos em saneamento básico são indispensáveis para a melhoria de vida da população. A insuficiência dessa infraestrutura, além de prejudicar a saúde da população, eleva gastos com tratamento às vítimas de doenças causadas pela falta de abastecimento de água adequado, sistema de coleta e tratamento de esgoto.

No que diz respeito a região de saúde de Ipatinga, a situação do saneamento é proporcional ao planejamento e desenvolvimento econômico do município. Podemos concluir que nas áreas onde o saneamento é deficiente, provavelmente áreas irregulares, há um maior número de casos de esquistossomose.

O município de maior índice de incidência da esquistossomose, Açucena, apresenta baixo PIB per capita, além disso, grande parte da população reside na zona rural, geralmente não atendida pelos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. O seu número supera a população atendida no meio urbano, tornando seus habitantes mais expostos a contaminação pela doença.

A utilização dos rios no lazer, uso das águas para irrigação de hortaliças e banhos nas fontes hídricas do município de Açucena também podem estar associados a transmissão da doença, uma vez que o esgoto coletado na zona urbana é lançado sem tratamento nos cursos de água.

O acesso aos serviços de saneamento é medido preventiva e refletidas nos gastos com saúde pública tendo como consequência a redução das internações e os gastos com atendimento de saúde.

V. REFERÊNCIAS

BRASIL. **Companhia Espírito Santense de Saneamento**. 2009. Disponível em: <http://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2013/08/APOSTILA_DE_TRATAMENTO_DE_AGUA-.pdf>. Acesso em: 03 de abril de 2019.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Plano Nacional de Saneamento Básico Mais Saúde com Qualidade de Vida e Cidadania**. Brasília, 2013. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/AECBF8E2/Plansab_Versao_Consehos_Nacionais_020520131.pdf>. Acesso em: 03 abr de 2019.

BRASIL. **Lei 11.445, de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em: 01 abr de 2019.

BRASIL **Sistema Nacional de Informações de Saneamento – SNIS**, Ministério das Cidades. 2014. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 12 abr. 2019.

BRASIL. **Guia de Vigilância em Saúde**. Brasília: Secretaria de Vigilância em Saúde. 812p. 2014.

DRUMMOND, S.C.; PEREIRA, S.R.; SILVA, L.C.; ANTUNES, C.M.; LAMBERTUCCI, J.R. Schistosomiasis control program in the state of Minas Gerais in Brazil. **Memórias Instituto Oswaldo Cruz**. 105(4):519-23. 2010.

ENK, M.J.; LIMA, A.C.L.; BARROS, H.D.S.; MASSARA, C.L.; COELHO, P.M.Z.; SCHALL, V.T. Factors related to transmission of and infection with *Schistosoma mansoni* in a village in the South-eastern Region of Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**.105:570-577.

FERREIRA, I. C.; BORGES, G. H.; NUNES, R. F. Aspectos epidemiológicos da esquistossomose na região Sudeste do Brasil. **Anais da Semana de Biologia da UFES**, Vitória, v.2, 2021.

GERMINIANI, R. R. **Um estudo sobre a percepção da qualidade do saneamento ambiental, das práticas cotidianas e da história das propriedades certificadas produtoras de orgânicos em Ouro Fino, MG**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos. 143 p. 2017.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. DE & SILVA, L. D. B. **Saneamento básico**. 2019. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>>. Acesso em: 28 maio. 2019.

GUIMARÃES, R. B. **Saúde: Fundamentos da Geografia Humana**. São Paulo. Editora Unesp. 2015.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**, UFMG: Belo Horizonte. 2006.

HUTTON, G.; HALLER, L.; WATER, S. **Evaluation of the costs and benefits of water and sanitation improvements at the global level**. World Health Organization. 2004. Disponível em: <<http://apps.who.int/iris/handle/10665/68568>>. Acesso em: 01 abr de 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama do Município de Belo Oriente - **Censo 2010**. Resultados da amostra. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/belo-oriente/panorama>>. Acesso em: 12 abr. 2019.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2018**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, 201, p. 8.

KATZ, N. **Inquérito Nacional de Prevalência da Esquistossomose mansoni e Geohelmintos**. Belo Horizonte: CPqRR. 76p. 2018. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/25662>>.

Ministério das Cidades (2014). Diagnóstico dos serviços de água e esgoto. Brasília.

PASSOS, A.D.C.; AMARAL, R.S. Esquistossomose mansônica: aspectos epidemiológicos e de controle. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 31(Suplemento II): p.61-74, 1998.

PEREIRA, L. F.; GAZZANEO, A. L.; MELO, R. M. P. A.; TENÓRIO, H. C.; OLIVEIRA, D. S.; ALVES, M. S. C. Clinical and laboratory evaluation of schistosomiasis mansoni patients in Brazilian endemic areas. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.105, n.4, p.449-453

PIZA, F. J. T.; PAGANINI, W. S. Uma proposta de Indicadores. In: **Regulação: indicadores para a prestação de serviços de água e esgoto**. 2.ed. Júnior, A. C. G.; Silva, A. C. Editores. Fortaleza. 2006.

PORDEUS, L.C.; AGUIAR, L.R.; QUININO, L.R.M.; BARBOSA, C. S. A ocorrência das formas aguda e crônica da esquistossomose mansônica no Brasil no período de 1997 a 2006: uma revisão de literatura. **Epidemiol. Serv. Saude**. v.17, n.3, p.163-75, 2008.

RIBEIRO, J.W.; ROOKE, J. M. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública**. 2010.

RIBEIRO, H. M. C; PIRATOBA, A. R. A; MORALES, G. P.; GONÇALVES, W.G. **Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil**. 2017. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980993X2017000300435&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 08 de nov. de 2018.

SANTOS, A.D.; LIMA, A. C. R.; SANTOS, M. B.; ALVES J. A. B.; GÓES, M. A. O. NUNES, M. A. P. Spatial analysis for the identification of risk areas for schistosomiasis mansoni in the State of Sergipe, Brazil, 2005-2014. **Rev Soc Bras Med Trop.**, v.49, n.5, p.608-615, 2016.

SANTOS, F. F. S.; FILHO, J. D.; MACHADO, C. T.; VASCONCELOS, J. F.; FEITOSA, F. R. S. O desenvolvimento do saneamento básico no Brasil e as consequências para a saúde pública. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.4, n.1, p.241-251, 2018.

SCRIPTORE, J. S.; TONETO JUNIOR, R. A estrutura de provisão dos serviços de saneamento básico no Brasil: uma análise comparativa do desempenho dos provedores públicos e privados. **Revista de Administração Pública**, v.46, n. 6, p. 1479-1504, 2012.

SILVA, J.P.; ANDRADE, M. Perfil epidemiológico da esquistossomose mansônica em Minas Gerais. **Investigação**. V.15, n.6, 2016.

SILVA, J. DE P.; RAMOS, S. B.; ANDRADE, M. DE. Multivariate analysis of schistosomiasis in the state of Minas Gerais: principal component analysis. **ABCS Health Sciences**, v.43, n.2. 2018.

TRATA BRASIL. **Manual do Saneamento Básico**. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/estudos/pesquisa16/manual-imprensa.pdf>>. Acesso em: 01 abr de 2019.

VITORINO, R. R; SOUZA, F. P.C; COSTA, J, F. C. F; SANTANA, L. A.; GOMES, A. P. Esquistossomose mansônica: diagnóstico, tratamento, epidemiologia, profilaxia e controle. **Revista Brasileira de Clínica Médica**. v.10. p.39-45. 2012.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.



Artigo recebido em 04/08/2021.
Publicado em 28/10/2021.

Revista SODEBRAS – Volume 16
Nº 190 – OUTUBRO/ 2021

PRODUÇÃO DE OVOS EM SISTEMAS NÃO CONVENCIONAIS: INOVAÇÕES NA ÁREA DE SAÚDE

EGG PRODUCTION IN UNCONVENTIONAL SYSTEMS: INNOVATIONS IN THE HEALTH AREA

César Giordano Gêmero¹
Antonio Wagner Pereira Lopes²
Vera Lúcia Silveira Botta Ferrante³
José Maria Gusman Ferraz⁴
Cesar Augusto Feliciano⁵

Resumo - A avicultura é uma das atividades de maior expressão da agropecuária brasileira, sendo a lógica industrial predominante. Neste sentido, o objetivo do artigo é caracterizar os sistemas de produção avícola identificados como alternativos e compará-los quanto ao atendimento dos princípios de bem-estar animal. Para isso, a metodologia adotada baseou-se no levantamento bibliográfico dos documentos das principais certificadoras dos sistemas alternativos de produção, além das leis, decretos e instruções normativas que regem a atividade. Foram identificados seis sistemas alternativos de produção avícola, sendo que os de base orgânica/agroecológica se apresentam como o que atende fortemente às questões relacionadas ao confinamento das poedeiras. O uso de antibióticos via ração que coloca em risco a saúde humana vem despertando a conscientização da sociedade civil para as necessidades de mudança da matriz produtiva praticada na avicultura industrial. Constatou-se que tal situação tem levado a um crescimento vertiginoso da demanda por produtos advindos de sistemas de produção mais sustentáveis nas questões ambientais, de saúde e no atendimento dos quesitos de bem-estar animal.

Palavras-chave: Avicultura. Caipira. Orgânico. Sustentabilidade.

Abstract – Poultry is one of the most expressive activities in Brazilian agriculture, with the predominant industrial logic. In this sense, the objective of the article is to characterize the poultry production systems identified as alternatives and compare them in terms of compliance with the principles of animal welfare. For this, the methodology adopted was based on a bibliographic survey of documents from the main certifiers of alternative production systems, in addition to laws, decrees and normative instructions that govern the

¹ Universidade de Araraquara – Uniara. Contato: giordano_z@hotmail.com.

² Universidade de Araraquara – Uniara. Contato: wagnerlopesgo@gmail.com.

³ Universidade de Araraquara – Uniara. Contato: vbotta@techs.com.br.

⁴ Universidade de Araraquara – Uniara. Contato: ze2cordoba@yahoo.es.

⁵ Universidade de Araraquara – Uniara. Contato: feliciano.cesar@yahoo.com.br.

activity. Six alternative systems of poultry production were identified, and those with an organic/agroecological basis are presented as the one that strongly addresses issues related to confinement of laying hens. The use of antibiotics in feed, which puts human health at risk, has been raising awareness in civil society about the need to change the productive matrix practiced in industrial poultry farming. It was found that this situation has led to a vertiginous growth in demand for products from more sustainable production systems in terms of environmental and health issues and in meeting the requirements of animal welfare.

Keywords: *Poultry. Free Range. Organic. Sustainability.*

I. INTRODUÇÃO

A avicultura, definida como a criação de aves domésticas para produção de alimentos, em especial carne e ovos é uma das atividades da agropecuária brasileira de maior expressão. De acordo com dados do censo de 2017, existem 5.072.152 milhões de estabelecimentos agropecuários no Brasil e os galináceos domésticos, incluindo as aves e em menor proporção perus e codornas estão presentes em 56% deles (IBGE, 2018).

Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor de carne de frango do mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e o maior exportador há mais de 10 anos. Em 2017, o país produziu 13,056 milhões de toneladas de carne de frango, através do alojamento de 50.182.696 milhões de matrizes. Sendo que, deste montante, 66,9% foi destinado ao mercado interno e 33,1% às exportações (ABPA, 2018).

Segundo a Associação Brasileira de Produção Animal – ABPA (2018), a cadeia de produção de ovos também seguiu o crescimento exponencial da avicultura de corte, com ressalvas no avanço das exportações. Isto porque, apenas 1% da produção é exportada e 99% destinada ao mercado interno. Em 2017, foram alojadas 1.086.976 milhões de cabeças de matrizes destinadas à postura e produzidos 9,923 bilhões de ovos, número nunca atingido antes, um crescimento de quase 70% em sete anos (2010 – 2017).

Apesar dos significativos números do setor avícola, a produção industrial de animais nos moldes atuais vem demonstrando sinais de insustentabilidade e esgotamento. Além dos indicadores econômicos, existem diversos custos envolvidos na exploração de animais para consumo humano, entre eles destacam-se custos sociais, culturais, estéticos, ambientais e morais a ser enfrentados nas formas de confinamentos das aves.

Os mesmos são pautados pelo adensamento das aves em gaiolas metálicas com espaços menores que 450 cm²/ave em galpões que chegam a alojar mais de 5.000 galinhas em 3 andares. As gaiolas são feitas de arames vazados, para que as fezes das aves não se acumulem e são inclinadas, para que os ovos possam rolar até a esteira, evitando perdas. As aves passam a vida em contato com as grades, sofrendo de estresse e lesões constantes, o que ocasiona debilidade e conseqüentemente afeta seu sistema imunológico (GÊMERO, 2019).

Com maior acesso à informação e à crescente preocupação da população sobre a forma como os alimentos que consumimos são produzidos, em especial a forma com que os animais são criados, a produção de poedeiras em gaiola não é a mais satisfatória. Esta lógica produtivista intensiva está sendo cada vez mais contestada. O mercado consumidor tem exigido uma reestruturação nos sistemas de produção, apoiando-se na necessidade de atender outros aspectos não só econômicos, mas sociais e ambientais.

Atentos à crescente demanda que desponta do mercado, muitas empresas de todos os segmentos do setor de alimentos nos Estados Unidos, Canadá, União Europeia e América do Sul, como: *Burger King, McDonald's, Subway, Spoleto (maior rede de culinária italiana do Brasil), Bob's, GRSA (Grupo de Soluções em Alimentações),*

Sodexo (Empresa multinacional sediada na França), BRF (fusão entre Sadia e Perdigão) e outros líderes de mercado, tem anunciado que a partir de 2025 não irão admitir em suas operações, a compra de ovos provenientes de poedeiras criadas em gaiolas.

Aliando forças em prol de mudanças estruturais na produção avícola, diversos países vêm estreitando a legislação e obrigando os produtores a se adequar às novas formas de produção. Na União Europeia - UE, a Diretiva 1999/74/CE exigiu que, a partir de 1 de janeiro de 2012, todas as galinhas poedeiras se criadas em sistemas de gaiolas, estas fossem necessariamente melhoradas. Nos termos da diretiva, só podem ser utilizadas gaiolas que disponibilizem para cada galinha espaço mínimo e equipamentos buscando contemplar os quesitos de bem-estar na criação. Como próximo passo, a UE tem sinalizado para proibição das gaiolas enriquecidas, permitindo apenas galinhas criadas livres de gaiolas (*cage free*) (GÊMERO, 2019).

Tais mudanças estão respaldadas principalmente pela perspectiva de atendimento do bem-estar das aves, considerado tema transversal, pode ser considerado polissêmico, com diferentes interpretações. Porém, sua busca deve ser calcada nas cinco liberdades dos animais. As Cinco Liberdades compõem um instrumento reconhecido para o diagnóstico de bem-estar animal. As ideias centrais foram lançadas pelo Relatório Brambell (1965) e evoluíram para o que conhecemos hoje:

I - a liberdade nutricional: os animais devem estar livres de sede, fome e desnutrição;

II - a liberdade sanitária: os animais devem estar livres de feridas e enfermidades;

III - a liberdade de comportamento: os animais devem ter liberdade para expressar os instintos naturais da espécie;

IV - a liberdade psicológica: os animais devem estar livres de sensação de medo e de ansiedade; e

V - a liberdade ambiental: os animais devem ter liberdade de movimentos em instalações que sejam adequadas a sua espécie.

Os avanços nas questões de bem-estar dos animais ainda são incipientes no Brasil, mas acompanham um crescimento exponencial de sistemas em busca da maior sustentabilidade da atividade e do atendimento dos quesitos de bem-estar na criação das aves.

Neste sentido, o objetivo do artigo foi descrever os sistemas de produção avícola identificados como alternativos e compará-los quanto ao atendimento dos princípios de bem-estar animal.

Para isso, a metodologia adotada baseou-se no levantamento bibliográfico dos documentos das principais certificadoras dos sistemas avícolas alternativos de produção, além das leis, decretos e instruções normativas que regem a atividade.

II. DESENVOLVIMENTO

A literatura atual identifica cinco principais sistemas de produção avícola. São eles: Sistemas de gaiolas enriquecidas (*Layers Enriched Colony Housing*); Sistemas livre de gaiolas (*Cage Free Housing/Layers Cage Free*); Sistemas ao ar livre (*Free Range*); Sistemas Caipiras/Coloniais/Capoeira e; Sistemas orgânicos de produção, que institucionalmente abarcam os sistemas de base ecológica, agroecológica.

2.1 - Sistemas de gaiolas enriquecidas (*layers enriched colony housing*)

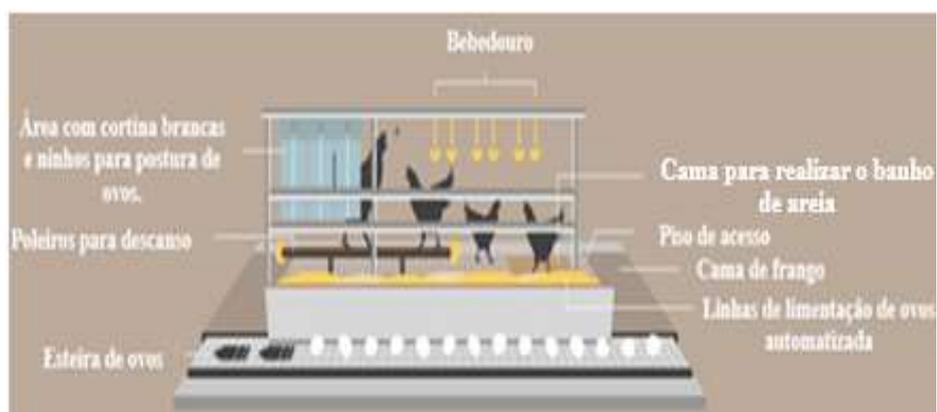
Estes sistemas começaram ganhar força na Europa, a partir da Diretiva 1999/74/CE que exigiu a transição do confinamento em gaiolas convencionais para

gaiolas enriquecidas, estendendo-se para o resto do mundo, mas muito pouco usada no Brasil. As gaiolas possuem seu ambiente modificado quando comparado às convencionais, pelo menos 750 cm² de superfície, são providas de ninhos, poleiros, dispositivos adequados para desgastar as garras, além de cama, para realizarem o banho de areia, atividade em que a ave joga sobre seu corpo o material da cama (PEREIRA *et al.*, 2013).

Geralmente, os sistemas identificados como *Enriched Colony Housing* seguem os mesmos padrões de manejo dos sistemas convencionais. Utilizam-se de antibióticos de forma preventiva, as gaiolas, apesar de “enriquecidas” reproduzem o alojamento em baterias, com ambiente totalmente controlado no que diz respeito à temperatura, umidade, ventilação, com acesso contínuo à água e comida. Os pisos são de arame, inclinados assim como nos sistemas convencionais. São permitidos manejos de debicagem e muda forçada, mas já acenam para a busca do incremento no bem-estar das aves.

A Figura 1 representa uma informação sobre a disposição das aves e dos equipamentos dentro da gaiola enriquecida. Apesar de inserida no modelo convencional, em galpões com alto uso de tecnologia e rolagem automática dos ovos, as gaiolas permitem a criação de grupos menores e conseqüentemente maior disponibilidade de área para os animais, além de condições mínimas para as aves satisfazerem suas necessidades biológicas e comportamentais, previstas em um dos quesitos do bem estar.

Figura 1 - Desenho esquemático da produção em gaiola enriquecida



Fonte: UEPC, 2017.

2.2 - Sistema livre de gaiolas (*Cage Free Housing/Layers Cage Free*)

Estes sistemas possuem como característica principal a criação das poedeiras livres de gaiolas, sobre o piso e com acesso a equipamentos que não estão presentes na produção convencional, como ninhos para postura e poleiros para descanso. Porém nos sistemas identificados como *Cage-free*, as aves não possuem acesso à área externa, são criadas exclusivamente dentro dos galpões.

Visando identificar o sistema, inúmeras certificadoras criaram diretrizes específicas para atestar o modelo *cage-free* e fornecer o selo de conformidade. As exigências variam entre elas em alguns aspectos, mas possuem como base fundamental a criação das aves fora das gaiolas e o fornecimento mínimo de possibilidades de expressão de seu comportamento natural.

No Brasil, a certificadora que possui maior presença no mercado é o Instituto *Certified Humane Brasil*, representante na América do Sul da *Humane Farm Animal*

Care - HFAC, a principal organização internacional sem fins lucrativos de certificação voltada ao bem-estar animal (GÊMERO, 2019).

Apesar de receber o selo de conformidade ao bem-estar das aves, estes sistemas estão atrelados aos grandes confinamentos das poedeiras nos galpões, chegando a alojar 50.000 aves, geralmente tecnificados e climatizados, buscando o maior controle dos aspectos da natureza de forma artificial. Por outro lado, a criação fora das gaiolas favorece alguns comportamentos naturais inerentes às galinhas, como estabelecer relações sociais, banho de areia, pequenos rasantes, dentre outros. No sistema *cage-free*, “todas as poedeiras devem ter liberdade de movimento suficiente para, sem dificuldade, ficarem em pé normalmente, se virarem e esticarem as asas e as pernas”, conforme preconiza a Human Farm Animal Care (HFAC, 2018).

Para isso, deve ser respeitada a densidade máxima de 7 aves/m² dentro do galpão. O ideal é que todo piso seja revestido por substrato/cama de material e tamanho de partícula adequados, devem ser manejados para permanecer em condições seca e friável (não endurecida), ter profundidade suficiente para a diluição de excremento, os pés e plumagem das aves devem estar livres de excesso de contaminação fecal e o ambiente deve permitir que as aves tomem banho de poeira (HFAC, 2018).

Para os manejos comumente praticados na avicultura convencional, os sistemas livres de gaiolas possuem ressalvas. É proibida a remoção de alimento para indução da muda nas galinhas. Já a debicagem é permitida, desde que sejam seguidos alguns critérios prévios:

- . Deve ser realizada apenas em lotes suscetíveis ao aparecimento do canibalismo;
- . A debicagem só é permitida nas aves antes ou até atingirem 10 dias de idade, o corte de bico em aves mais velhas, incluindo o corte de retoques, não deve ser realizado como de costume;
- . Apenas a ponta do bico superior pode ser removida, para limitar a capacidade das galinhas de cortarem o músculo de outra galinha, sem impedir que elas se alimentem, biquem o solo ou façam a limpeza das penas;
- . O bico inferior pode ser “aparado” (por exemplo, tratado com calor) sem que partes do bico sejam removidas para evitar distorção na forma do bico quando as aves ficarem mais velhas;
- . Recomenda-se que a vitamina K e C sejam adicionadas à água antes e depois do procedimento e que as galinhas sejam alimentadas com nutrientes adicionais até 1 semana seguinte (UEPC, 2017).

Para que a debicagem seja evitada, os criadores devem adotar planos de prevenção do aparecimento de canibalismo dentro do plantel. Uma primeira recomendação da *American Certified* é a seleção de animais menos propensos ao canibalismo, medido por sua agressividade, a posterior identificação e remoção das aves que apresentarem o problema, e medidas de enriquecimento do ambiente, como disposição de forragens penduradas para as galinhas se distraírem e a redução dos níveis de luz, caso esteja sendo fornecida adicionalmente (HFAC, 2018).

Nos sistemas *cage free* os programas de luz podem ser utilizados, porém a cada período de 24 horas, deve-se proporcionar um período mínimo de 6 horas de escuridão⁶ contínua ou do período natural de escuridão, caso seja inferior e não ultrapassar 8 horas de luz artificial contínua e/ou de luz do dia.

⁶ Escuridão refere-se ao escurecimento substancial das luzes que permitem que as aves descansem.

2.3 - Sistema ao ar livre (*Free Range*)

Como o próprio nome diz ao “ar livre” remete a criação das aves com acesso à área externa ao galpão. De maneira geral, nestes sistemas recomenda-se que todas as aves tenham acesso à área de pasto desde o início da vida quando possível. Tais condições referentes à mobilidade das aves são aplicáveis durante o dia, por no mínimo 8 horas, se o tempo permitir. Se o período de luz natural for inferior a 8 horas, o período de acesso deve prolongar-se pela duração da luz natural (NSF, 2018).

Deve ser fornecida uma área externa mínima de 2 m²/ave, incluindo áreas em pousio para regeneração da vegetação, consideradas as áreas onde as aves não possuem acesso no momento, pois são fechadas temporariamente para fins específicos, como: repouso, replantio, recuperação do solo e/ou conforme programado na rotação da pastagem. Deste total, pelo menos um quarto, 0,5 m²/ave deve estar disponível quando elas estiverem na área de pasto.

Os cuidados e manejos nesta área são extremamente importantes para os sistemas *free range*. A área deve ser bem drenada, manejada preferencialmente através de rotação, com períodos adequados de descanso visando atingir seu melhor estágio nutricional no momento de acesso das aves. Deve ser delimitada por cercas para evitar contato com predadores, roedores e aves selvagens. O sombreamento da área externa pela utilização de árvores é condição necessária ao sistema *free range*. Quando ainda em formação recomenda-se o sombreamento artificial, buscando a promoção do conforto térmico e consequente melhor acesso das aves à área.

Além disso, a questão dos herbicidas e agrotóxicos na pastagem também é discutida para adoção do sistema. Só podem ser utilizados quando as ervas daninhas ou insetos indesejáveis não puderem ser controlados por outros meios. As aves não devem ter acesso por pelo menos 21 dias depois de sua aplicação (GÊMERO, 2019).

A título de certificação, as aves precisam ter acesso ao pasto por pelo menos 275 dias do ano, sendo que 90 dias são facultados para permanência dentro dos galpões, principalmente por condições climáticas desfavoráveis, como chuvas e ventos fortes. Nos sistemas *free-range* os galpões de criação são utilizados para proteção das aves contra predadores, condições climáticas adversas, para postura de ovos nos ninhos, fornecimento de ração e água e para as aves descansarem no período escuro, sendo obrigatório o provimento de poleiros. A densidade máxima para poedeiras dentro do galpão é de 6,25 aves/m² (GÊMERO, 2019).

Os acessos dos galpões as áreas externas devem ser distribuídos uniformemente por toda extensão da parede voltada à área de pasto. As aberturas precisam estar dispostas de forma adequada para garantir a livre circulação e o trânsito rápido e irrestrito das aves de dentro para fora do galpão e vice-versa, para isso recomenda-se que sejam de no mínimo 35 centímetros de altura por 40 cm de largura, permitindo a passagem de mais de uma galinha por vez (NSF, 2018).

Com relação aos equipamentos e dimensionamento das instalações, seguem os princípios dos sistemas *cage free*. Os poleiros devem ser dimensionados no intervalo de 25 a 45 cm de largura e propiciar 15 centímetros lineares por galinha. Os ninhos também seguem o mesmo padrão, com destaque para a importância da criação de um ambiente escuro e aconchegante, contendo substrato/cama de qualidade a uma altura entre 5 a 10 centímetros. Isso é especialmente importante no início da postura, quando a utilização de um substrato apropriado estimulará as frangas a usarem o ninho e consequentemente realizarem a nidificação, ato de preparo do ambiente para o período de choco.

Para os manejos, assim como nos sistemas *cage free*, apenas a muda forçada é proibida. A debicagem é permitida atentando-se para cortes menos severos e somente

se necessário. Os programas de luz são liberados desde que atendam um período contínuo mínimo de 6 a 8 horas de escuridão ou o período natural de escuridão, ao menos. Para produção destinada ao abate propõe-se a utilização de um ciclo normal de luz do dia, contemplando no mínimo 8 horas de luz por dia. A luz suplementar pode ser usada para a produção de ovos, com um máximo de 16 horas de luz por dia (GÊMERO, 2019).

Na dieta dos animais também são proibidos alimentos que contenham proteínas derivadas de mamíferos e/ou derivados de aves, com exceção do leite e dos produtos lácteos. A utilização de antibióticos como promotores de crescimento e de forma preventiva é proibida. As aves doentes podem ser tratadas com antibióticos, no entanto, só podem ser usados até duas semanas do abate e antes do início do período de postura, sendo necessário o descarte dos produtos, caso utilizados (NSF, 2018).

Com relação à genética utilizada nos sistemas não foram encontradas restrições, podendo ser utilizadas linhagens industriais de alta produtividade. Apenas a *Animal Welfare Approved* considera na formulação de suas diretrizes para *free range* o uso de aves derivadas de raças tradicionais e de dupla finalidade, para que os pintos do sexo masculino possam ser criados como aves tipo de carne e pintainhas possam ser destinadas à postura.

Ponto fundamental dos sistemas que disponibilizam acesso dos animais à área externa refere-se à composição e qualidade do pasto, adotando técnicas como o consórcio de gramíneas e leguminosas com melhor aceitação dos animais, aliando as árvores nativas e frutíferas para a promoção de alimentos alternativos nutritivos.

Neste sentido, a Humane Farm Animal Care – HFAC faz uma recente discussão sobre a real potencialidade dos sistemas *free range* reproduzirem de fato, as condições de ambiência da vida selvagem das aves. Para HFAC, a abertura no galpão para uma área externa não garante necessariamente que o sistema possa ser considerado ao ar livre em sua essência, onde os animais de fato passam a maior parte do dia “vadiando” e se alimentando do que “caçam” na área. Caso as condições da pastagem não forem propícias, com espaço e sombreamento adequado, além de disponibilidade de alimentos na maturação correta, as aves podem permanecer a maior parte do tempo dentro dos galpões, próximas da ração e da água.

Neste contexto, a HFAC percebeu a necessidade de identificar e diferenciar, dentro dos sistemas que possuem “acesso à área externa”, os que se aproximam mais da criação tradicional, onde as aves vivem próximas de seu comportamento na natureza e dos sistemas em que as aves possam circular livremente, mas não necessariamente levam uma vida reproduzindo seu comportamento natural. Diferenciados como: “*Pasture Raised*” e “*Free Range*”, respectivamente.

A HFAC (2018) Certified Humane® criou um selo específico para “*Pasture Raised*” que contempla basicamente os mesmos requisitos do *free range*, com mudanças na necessidade de estruturação da área de pasto com vistas à imitação do habitat natural da espécie, rotação obrigatória e menor densidade de suporte: 3m²/ave quadrados.

2.4 - Sistemas orgânicos de produção avícola

No Brasil, a produção avícola advinda de sistemas orgânicos de produção está definida na lei nº 10.831 de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica e mais precisamente na Instrução Normativa nº 46 de 6 de outubro de 2011, que estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção, bem como as listas de substâncias e práticas permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção, atualizada pela Instrução Normativa nº 17 de 18 de junho de 2014.

A começar pela escolha dos animais a serem explorados, deve-se considerar as características de cada realidade específica: tamanho do imóvel, aptidão climática e edáfica, relevo, disponibilidade e características dos recursos produtivos, os possíveis impactos da atividade sobre a base dos recursos naturais, as características e aptidões dos recursos humanos (COSTA, 2017).

Todos os animais introduzidos na unidade de produção orgânica devem ter idade mínima em que possam ser recriados sem a presença materna, observando-se que a idade máxima para ingresso de frangos de corte é de dois dias de vida e para outras aves de até duas semanas. Sendo que, os animais introduzidos deverão ser provenientes de sistemas orgânicos.

Na indisponibilidade de animais de sistemas orgânicos, poderão ser adquiridos animais de unidades de produção não-orgânicas, preferencialmente em conversão para o sistema orgânico. O período de conversão para que animais, seus produtos e subprodutos possam ser reconhecidos como orgânicos, será de pelo menos três quartos do período de vida em sistema de manejo orgânico para aves de corte e no mínimo 75 (setenta e cinco) dias em sistema de manejo orgânico para aves de postura (Lei nº 10.831 de 2003).

Nos sistemas orgânicos é permitida a utilização de linhagens híbridas de alto desempenho, provenientes do melhoramento genético realizado por corporações norte americanas. Essas aves chegam a produzir cerca de 320 ovos por ano, mas dependem da especialização e artificialização das outras vertentes do processo produtivo para isso, como a alimentação, que deve ser equilibrada e formulada para atender as altas exigências dos animais. O controle sanitário rigoroso, pois as aves foram selecionadas para atingirem alta produtividade, diminuindo seu caráter de rusticidade e resiliência às doenças.

O confinamento dos animais, a retenção permanente em gaiolas, ou qualquer outro método restritivo é proibido nestes sistemas. Manejos como a debicagem e a muda forçada também são proibidos. Por lei, as instalações devem obrigatoriamente possuir uma área externa ao galpão de criação, de, no mínimo, 3 (três) m² para cada ave no caso de manejo extensivo e 1 m² /ave se manejado em rotação. Dentro do galpão a densidade máxima permitida é de 6 (seis) aves por m².

Para produção de ovos, é necessário o provimento de ninhos para postura, que devem ter área de, no mínimo, 120 cm² para cada 8 (oito) aves e os poleiros devem apresentar, no mínimo, 18 cm lineares por ave.

É necessário que os ambientes de criação disponham de áreas que assegurem:

a) Aos animais assumirem seus movimentos naturais, o contato social e descanso;

b) Alimentação, ritual reprodutivo, reprodução e proteção, em condições que garantam a saúde e o bem-estar animal;

c) Acesso à pastagem ou área de circulação ao ar livre, com vegetação arbórea suficiente para garantir sombra a todos os animais sem que esses tenham que disputar espaço.

As pastagens devem ser compostas com vegetação arbórea para cumprir sua função ecossistêmica e propiciar sombreamento necessário ao bem-estar da espécie em pastejo. No caso de pastagens cultivadas, dever-se-á adotar o consórcio, ou a rotação de culturas, ou ambos. Em caso de pastagens sem áreas de sombreamento, determina-se um prazo de 5 (cinco) anos para estabelecimento de vegetação arbórea suficiente e, durante este período, poderá ser utilizado sombreamento artificial.

Com relação à alimentação das aves, é proibido o uso de matérias-primas contendo Organismos Geneticamente Modificados – OGMs, antibióticos de forma

preventiva e promotores de crescimento, é proibido a utilização de compostos nitrogenados não-proteicos e nitrogênio sintético. O uso de suplementos minerais e vitamínicos é permitido desde que os seus componentes não contenham resíduos contaminantes acima dos limites permitidos e que atendam à legislação específica (IN nº 46 de 6 de out. 2011).

Para além dos quesitos legais, existem diferentes vertentes dentro da proposta orgânica, como a agroecologia, a qual não é um sistema de produção, mas um enfoque teórico-metodológico, uma ciência de síntese entre várias outras ciências não apenas entre agronomia e ecologia, como a palavra sugere (SEVILLA GUZMAN, 2002).

Apesar da agroecologia sugerir vínculos com a produção orgânica ela desponta como a base para transição aos sistemas mais sustentáveis de produção. Para Altieri (1989), é mais sensível às complexidades das agriculturas locais, ao ampliar os objetivos e critérios agrícolas para abarcar propriedades de sustentabilidade, segurança alimentar, estabilidade biológica, conservação dos recursos e equidade. O objetivo não é se atingir uma produtividade máxima a qualquer custo, mas promover tecnologias de produção estáveis e de alta adaptabilidade ambiental, com estabilidade da produção e sanidade no longo prazo.

A agroecologia constitui-se por uma prática produtiva, um movimento social e uma área da ciência que trabalha na perspectiva da consecução de métodos de produção agrícola energética e produtivamente, ecologicamente sustentáveis, econômica e socialmente justos. Conceito esse que epistemologicamente mantém estreita relação com a cultura e os conhecimentos tradicionais (ALTIERI, 2001; GLIESMANN, 2000).

Leff (2002), salienta a importância das técnicas e saberes tradicionais (dos povos originários e camponeses) na construção da agroecologia, “a qual incorpora princípios ecológicos e valores culturais às práticas agrícolas que, com o tempo, foram desecologizadas e desculturalizadas pela capitalização e tecnificação da agricultura”.

Assim sendo, o enfoque agroecológico traz consigo as ferramentas teóricas e metodológicas que auxiliam a considerar, de forma holística e sistêmica, as seis dimensões da sustentabilidade: a Ecológica, a Econômica, a Social, a Cultural, a Política e a Ética. Desta forma o conceito é amplo, pois pretende compreender toda a complexidade de processos biológicos e tecnológicos, socioeconômicos e políticos, desde a produção e circulação dos bens produzidos até a chegada destes aos consumidores (GUZMÁN, 2002).

Busca avançar de maneira mais ampla na elaboração de estratégias de desenvolvimento rural, tendo-se como referência os ideais da sustentabilidade numa perspectiva multidimensional, traduzidos em uma variedade de estratégias de produção e investigação sobre sistemas alternativos.

Na produção animal, são adotados muitos princípios que regem a produção vegetal, que devem tanto quanto possível, estarem integradas na unidade produtiva, visando a otimização da ciclagem de nutrientes (dejetos animais e biomassa vegetal) uma maior independência dos insumos vindos de fora (rações, adubos, etc.) e a potencialização de todos os benefícios diretos e indiretos, advindos dessa integração. Promotores de crescimento e antibióticos também não são permitidos em nenhuma hipótese, para garantir que o ovo chegue ao consumidor sem nenhum resíduo químico, também não são permitidos procedimentos como a debicagem e o bem-estar animal é valorizado.

Os impactos do uso de antibióticos utilizados em larga escala são danosos a saúde animal e humana pelo alto risco de aumentar a resistência a antibióticos (EDENS, 2003). Como aponta PEDERSEN (1999) sobre o risco de resistência cruzada

da tilosina e espiramicina à eritromicina; da virginamicina à estreptomicina e da avilamicina à everninomicina, antibióticos de uso em humanos. Caracterizando-se como uma situação insustentável do ponto de vista de saúde humana e animal.

Na visão de mercado futuro, a avicultura de postura deve antecipar os desafios inerentes à cadeia de produção, percebendo, monitorando as necessidades e expectativas do mercado consumidor, considerando a tendência a valorizar o bem-estar animal (entre outros atributos para ser considerada pelo “Consumidor do Futuro” ou geração Z. De acordo com MAZZUCCO *et al.*, (2017), esta tendência é entendida como a propensão dos indivíduos para mudar hábitos estabelecidos” e que foi destacado no estudo Brasil Food Trends 2020, sobre o perfil de consumo de alimentos no Brasil, um estudo de informações e pesquisas sobre macrotendências globais e as disposições do consumidor brasileiro. Entre os resultados, a associação do bem-estar animal foi identificada como uma característica de sustentabilidade e ética, valorizada nos produtos consumidos. A Nestlé, a maior empresa de alimentos do mundo, e a Unilever se comprometeram com uma cadeia global de fornecimento de ovos sem gaiolas até 2025. Depois de trabalhar com a HSI, Carrefour, Burger King e Arcos Dorados, que opera o McDonald’s no Brasil e em outros 19 países da região, comprometeram-se a mudar para 100% de ovos livres de gaiolas, assim como outras operadoras de restaurantes, responsáveis por milhares de restaurantes no Brasil e na América Latina (DA SILVA, 2019).

De maneira geral, a produção animal de base agroecológica deve atender os seguintes princípios:

- . Pensar o sistema de forma holística, levando em consideração aspectos sociais, ambientais, econômicos, culturais e políticos;
- . Diversificar a dieta das aves e as formulações de ração;
- . Utilizar o pasto em rodízio, dividir o pasto em parcelas ou piquetes para melhor produção e uso do capim;
- . Desenvolver sistemas agroflorestais próximos às condições naturais da origem das aves nos piquetes;
- . Trabalhar com medicina alternativa nos animais e a prevenção de doenças.

Diante do exposto, o quadro 1 apresenta as principais vertentes das denominadas aviculturas não convencionais comparando indicadores de produção com o sistema convencional, buscando apreender suas convergências e divergências.

Quadro 1 - Características dos principais sistemas alternativos de produção de ovos

	Produção convencional	<i>Cage Free</i>	<i>Free Range</i>	Caipira	Orgânico/Agroecológico
Sistemas de produção	Confinamento (gaiola)	Confinamento (piso)	Acesso área externa	Acesso área externa	Acesso área externa
Densidade dentro do galpão	16 a 27 aves/m ²	7 aves aves/m ²	6,25 aves/m ² *	7 aves/m ²	6 aves/m ²
Densidade área externa	Sem acesso	Sem acesso	2 m ² /ave	0,5 m ² /ave	1 m ² /ave no piquete (rotacionado);
					3 m ² /ave extensivo
Genética	Sem restrição	Sem restrição	Sem restrição	Sem restrição	Sem restrição

Alimentação	Sem restrição, permitido alimentos de origem animal, transgênicos, promotores de crescimento de origem sintética.	Proibido produtos de origem animal e promotores de crescimento; Permitido transgênicos.	Proibido produtos de origem animal e promotores de crescimento.	Proibido antimicrobianos com finalidade preventiva e como melhoradores de desempenho;	80% da alimentação deve ser com matéria-prima de origem orgânica;
			Permitido transgênicos	Proibido corantes e pigmentos sintéticos;	Proibido promotores de crescimento;
				Permitido transgênicos.	Proibido alimentos transgênicos.
	Produção convencional	<i>Cage Free</i>	<i>Free Range</i>	Caipira	Orgânico/Agroecológico
Medicamentos	Antibióticos e outros medicamentos são adicionados a alimentação e água como prevenção a doenças.	Antibióticos e outros medicamentos são adicionados a alimentação e água como prevenção a doenças.	Antibióticos e outros medicamentos são permitidos apenas para o tratamento de doenças.	Antibióticos e outros medicamentos são permitidos apenas para o tratamento de doenças.	Tratamento permitido apenas com as substâncias listadas na lei de orgânicos.
Debicagem	Permitido	Permitido	Permitido	Não menciona	Não é permitido
Muda forçada	Permitido	Permitido (sem restrição alimentar total)	Não é permitido	Não é permitido	Não é permitido
Ninhos	Não possuem	Individuais: 5 aves/ninho	Individuais: 5 aves/ninho	Não menciona	120 cm ² para cada 8 (oito) aves.
		Coletivo: 0,8 m ² para cada 100 aves.	Coletivo: 0,8 m ² para cada 100 aves.		
Poleiros	Não possuem	15 cm lineares/ave	15 cm lineares/ave	Não menciona	18 cm lineares/ave
Programa de Luz	Irrestrita	Período mínimo de 6 horas por dia no escuro.	Período mínimo de 6 horas por dia no escuro.	Período mínimo de 6 horas por dia no escuro.	Período mínimo de 8 horas por dia no escuro.

Fonte: Elaborado pelo autor através de legislações, normativas, protocolos e diretrizes para certificações, 2018.

III. CONCLUSÕES

O avanço da modernização da avicultura promoveu a popularização dos alimentos, através do aumento da oferta e conseqüente diminuição de seu valor de mercado, por outro lado, a industrialização da produção animal suscita discussões referentes ao consumo desenfreado dos recursos naturais para sua manutenção, além dos malefícios promovidos na vida das aves, traduzida na insustentabilidade da vertente vinculada ao bem-estar animal.

Questões relacionadas principalmente ao confinamento das poedeiras e o uso de antibióticos via ração vem despertando a sensibilização da sociedade civil para as necessidades de mudança da matriz produtiva praticada na avicultura industrial. Fato que vem promovendo a maior visibilidade dos sistemas orgânicos de produção de ovos, estimulado principalmente pela demanda do mercado consumidor e pelo maior consumo de alimentos sem substâncias com grande poder de impacto para a saúde ambiental e humana.

Diante dos inúmeros fatores que influenciam direta e/ou indiretamente na atividade, a produção de ovos em sistemas não convencionais possui diferentes contextualizações e interpretações. Transitam desde sistemas com prioridade para o autoconsumo na agricultura familiar, através de criações extensivas “de quintal” até sistemas mais intensivos, com aves confinadas, porém com menor densidade e mudanças em alguns manejos convencionais.

Para os parâmetros analisados foi possível observar que os sistemas de base orgânica/agroecológica são os mais próximos na busca da sustentabilidade da atividade e no atendimento dos quesitos de bem-estar animal, pois além de proibirem o confinamento das aves, criam condições de promover uma maior integração vegetal-animal e a representação do habitat natural das aves na área de pasto.

IV. REFERÊNCIAS

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2018**. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>. Acesso em 12/05/2019.

ALTIERI, M. **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa**. Rio de Janeiro: FASE, 1989. 240 p.

_____. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592 p.

BRAMBELL, F.W.R.; **Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals kept under Intensive Livestock Husbandry Systems**: London: Her Majesty's Stationery Office, 1965.

Brasil Food Trends, disponível em <https://alimentosprocessados.com.br/arquivos/Consumo-tendencias-e-inovacoes/Brasil-Food-Trends-2020.pdf>. Acesso em jan 2020.

COSTA, M.B.B. **Agroecologia no Brasil: história, princípios e práticas**. São Paulo: Expressão Popular, 2017.

Da SILVA, I. J. S. **Sistemas de produção de galinhas poedeiras no Brasil**. Disponível em: http://www.sectordialogues.org/documentos/proyectos/adjuntos/b26c49_X-GUIA-GALINHAS-2019.pdf. Acesso em janeiro de 2020.

EDENS, F. W. An alternative for antibiotic use in poultry: probiotics. **Revista Brasileira Ciência Avícola**, Campinas, v.5, n.2, 2003. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516635X2003000200001&lng=pt&nrm=iso. Acesso em 08 ago. 2019.

GLIESSMAN, Stephen R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: UFRGS, 2000.

GÊMERO, César Giordano. **Transição agroecológica da produção avícola através do arraçoamento alternativo**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente), Universidade de Araraquara. Araraquara, 177 f. 2019.

GÊMERO, César Giordano; FERRANTE, Vera Lúcia Silveira Botta; LOPES, Antonio Wagner Pereira; GUSMAN

FERRAZ, José Maria. Diversificação alimentar de poedeiras: a busca por sustentabilidade e segurança alimentar. **Revista Sodebras [on line]**, v. 15, n. 179, 2020. Disponível em: <http://www.sodebras.com.br/edicoes/N179.pdf>. Acesso em: 23 de jul. de 2021. DOI: <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.15.2020.179.63>

GUZMÁN, E. S. A perspectiva sociológica em Agroecologia: uma sistematização de seus métodos e técnicas. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Porto Alegre, v.3, n.1, jan./mar.2002. pg 18 – 28.

HFAC. HUMANE FARM ANIMAL CARE. **Padrões da FAC para a Criação de Galinhas Poedeiras**, 2018.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/pdf/estabelecimentos.pdf. Acesso em: 12 dez 2018.

LEFF, Henrique. Agroecologia e saber ambiental. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Porto Alegre, v.3, n.1, jan./mar.2002. p. 36–51.

MAZZUCCO, H.; ABRFEU, P.G.; SILVA, I.J.O. Cage-free: o futuro da avicultura ou a avicultura do futuro? In: **Avicultura Industrial**, n.08. 16-19p.2017.

NSF, 2018. **Science & Engineering Indicators**, 2018. Disponível em: <https://sf.gov/statistics/2018/nsb20181>. Acesso em: 25 de Ago. de 2021.

PEDERSEN, K. B. Some growth promoters in animals do confer antimicrobial resistance in humans. Br. **Medical J.** 318:1076. 1999.

PEREIRA, D.F.; BATISTA, E. dos S.; SANCHES, F.T.; GABRIEL FILHO, L.R.; BUENO, L.G. de F. Comportamento de poedeiras criadas a diferentes densidades e tamanhos de grupo em ambiente enriquecido. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.48, n.6, p.682-688, jun., 2013.

SEVILLA GUZMÁN, E. Agroecología y desarrollo rural sustentable: una propuesta desde Latinoamérica. In: **Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable** (Sarandón S, ed.). Buenos Aires-LaPlata: Ediciones Científicas Americanas, 2002.

UNITED EGG PRODUCERS CERTIFIED – UEPC. **Guidelines for Cage-Free Housing**. 2017. Disponível em: <https://uepcertified.com/wp-content/uploads/2017/11/2017-UEP-Animal-Welfare-Cage-Free-Guidelines-11.01.2017-FINAL.pdf>. Acesso em: 01 Abr 2018.

V. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

Área: Ciências Exatas e Engenharias

1-3	ANÁLISE DE ROBUSTEZ DE REDES PEER-TO-PEER UTILIZANDO MÉTRICAS DE RANKING ROBUSTNESS ANALYSIS OF PEER-TO-PEER NETWORKS USING RANKING METRICS Samuel Oliveira Silva Bianchi; João Gabriel Rocha Silva
3-1	COMPLEMENTARIEDADE HIDRO-SOLAR PARA USINAS HIDRELÉTRICAS EM PERÍODOS DE SECA PROLONGADA HYDRO-SOLAR COMPLEMENTARY FOR HYDROELECTRIC PLANTS IN PROLONGED DRYING PERIODS Jorge Daniel Páez Mendieta; Ieda Geriberto Hidalgo
3-4	ANÁLISE DO COMPORTAMENTO, EM TERMOS DE PERTURBAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS CONDUZIDA, EM CONJUNTOS DE LÂMPADAS LED CONDUCT ANALYSIS, IN TERMS OF CONDUCTED ELECTROMAGNETIC DISTURBANCES, IN LED LAMP GROUPS Eduardo Lourenço de Sousa; Keyla Rezende Cardoso; Marcio Zamboti Fortes; Adriano Pinheiros Fragoso
3-8	AUMENTO DA DISPONIBILIDADE DE PONTES ROLANTES ATRAVÉS DO USO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE INCREASING THE AVAILABILITY OF CRANE THROUGH THE USE OF QUALITY TOOLS Etelinda de Deus Araújo; Luis Manuel Pio de Sousa; Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes; Rômulo Fernandes da Silva; Marcos Ronaldo Albertin
3-8	DESAFIOS E INICIATIVAS PARA INIBIR AS BARREIRAS DE PENETRAÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO MERCADO BRASILEIRO CHALLENGE AND INITIATIVES TO INHIBIT ELECTRIC VEHICLE PENETRATION BARRIERS IN THE BRAZILIAN MARKET Gabrielle dos Santos Marques; Marcos Ronaldo Albertin; Marcos Charles Pinheiro Baltazar; Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes



Artigo recebido em 23/07/2021.
Publicado em 28/10/2021.

Revista SODEBRAS – Volume 16
Nº 190 – OUTUBRO/ 2021

ANÁLISE DE ROBUSTEZ DE REDES PEER-TO-PEER UTILIZANDO MÉTRICAS DE RANKING

ROBUSTNESS ANALYSIS OF PEER-TO-PEER NETWORKS USING RANKING METRICS

Samuel Oliveira Silva Bianchi¹
João Gabriel Rocha Silva²

Resumo – *Compreender a importância dos elementos de uma rede, faz-se aplicável em diversas pesquisas na computação. Nesse sentido, é possível, por exemplo: definir qual usuário de uma rede é o mais influente e conseqüentemente, qual deve ser defendido caso a rede passe por problemas ou sofra um ataque malicioso. Nesse sentido, o trabalho apresenta um estudo sobre correlação de postos a partir de métricas de ranking em redes Peer-to-Peer. De modo sequencial, as redes foram expostas a ataques sucessivos que visam mensurar a robustez de cada rede. Assim, os objetivos do estudo consistem em estudar e apontar a métrica de centralidade de vértices mais correlata às demais, ou seja, a que aponta uma ordenação de vértices similar à métricas com outras considerações, visando sua utilização quando não se tem tempo necessário para execução de todas as métricas. Resultados apontam que a métrica Grau, entre as testadas, é a que mais se correlaciona às demais e a robustez das redes apresentadas são altas, devido sua engenharia topológica.*

Palavras-chave: *Redes Complexas. P2P. Ataques.*

Abstract - *Understanding the importance of the elements of a network becomes applicable in several researches in the base. In this sense, it is possible, for example: to define which user of a network is the most influential and, consequently, which should be defended if the network experiences problems or suffers a malicious attack. In this sense, the work presents a study on rank correlation based on ranking metrics in Peer-to-Peer networks. Sequentially, as networks are exposed to successive attempts to measure the robustness of each network. Thus, the objectives of the study are to study and point out the metric of centrality of vertices that is most correlated to the others, that is, the one that points to an ordering of vertices similar to the metrics with other considerations, its use when there is no time needed for execution of all metrics. Results show that the Degree metric, among those tested, is the one that most correlates to the others and the robustness of the sit networks is high, due to its topological engineering.*

Keywords: *Complex Networks. Peer-to-peer. Successive Attacks.*

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Cuiabá Octayde Jorge da Silva. Contato: samuelbianchi38@gmail.com.

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Pontes e Lacerda - Fronteira Oeste. Contato: joao.gabriel@ifmt.edu.br.

I. INTRODUÇÃO

Posicionar vértices ou nós em uma rede a partir de um critério é um procedimento muito comum no estudo das redes complexas, este processo se iniciou com a necessidade de se estabelecer uma prioridade nas redes Negahban *et al.* (2017). Na história, observa-se que o primeiro cientista a modelar uma ligação de pontos foi Euler (1741), explicando o sistema das pontes que ligavam a cidade de Königsberg, na extinta Prússia. Euler explicou que não era possível cruzar todas as sete pontes, sem repetir ao menos uma, então surgiu o primeiro registro do modelo elementar de um grafo, com vértices e arestas.

De modo subsequente, surgiram teorias avançadas sobre como lidar com um modelo matemático e, o transformá-lo em algo notável do entendimento humano-máquina, assim propondo a introdução do estudo de Redes Complexas na análise abstrata das redes, através da teoria dos grafos conforme Stergiopoulos (2021).

Dentro dos conceitos e áreas das redes complexas, o ranqueamento de nós funciona como uma análise sistemática, a fim de se obter qual vértice tem o maior nível de comunicação em toda rede. O que se torna ambíguo, pois na literatura encontramos várias formas de se definir qual nó é o mais importante segundo Silva *et al.* (2015).

Nesse sentido, entende-se que ranquear nós pode ser uma atividade de segurança, de socialização, de interesse emotivo, entre outras. Um exemplo clássico é, por exemplo, encontrar qual a máquina do servidor é a mais importante, para a proteger de um ataque. Como também, definir qual é o usuário de uma rede que tende a ter mais influência sobre os demais.

Dito isto, faz-se necessário simular ataques a redes *peer-to-peer* utilizando métricas de *ranking*, para que havendo alguma instabilidade anormal na rede, se encontre qual máquina deve ser defendida imediatamente. Desta forma, sabe-se então se esta rede analisada é uma rede robusta a ataques direcionados de vértices com maior influência.

Neste trabalho, foram estudados e aplicados cinco métricas de centralidade de vértices, gerando um ranking de ordenação de vértices. Em seguida, as métricas foram comparadas umas com as outras utilizando três coeficientes de correlação estatística, no qual o primeiro objetivo da pesquisa consiste na busca por qual métrica mais se correlaciona às demais. Logo após, a análise foi aplicada em 9 redes do tipo *Peer-to-peer*, redes onde os computadores funcionam tanto como cliente quanto servidor.

Além disso, após análise das correlações, observou-se que a métrica Grau foi a métrica com maior similaridade comparado às outras. Assim, foram promovidos ataques sucessivos aos vértices com maior grau da rede para avaliar sua robustez. Dessa forma, a robustez das redes analisadas apresentou-se linearmente ao número de vértices removidos.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 – Redes Peer-to-Peer

As redes *Peer-to-Peer* (Ponto a Ponto), que possuem um nome autoexplicativo, são redes em que cada máquina funciona como cliente e servidor ao mesmo tempo como mencionado em Stofberg (2021). Sua origem não é concreta, sabe-se que é uma evolução das topologias existentes na engenharia de software, mas pode-se dizer que foi criada pela necessidade de descentralizar os dados conforme Bauwens (2019).

Sua topologia tem a capacidade de minimizar riscos de falha, obtendo-se um alto grau de segurança e confiabilidade. Além disso, podem ser consideradas redes democratizadoras dos dados como escrito em Dos Santos (2021).

Um exemplo de redes *peer-to-peer* são as redes Gnutella, estas caracterizadas pelo fato de que ao baixar o *client*, o computador é possibilitado de enviar dados existentes na

própria máquina e baixar conteúdo disponibilizados por outros usuários. Tornando-as uma grande rede de compartilhamento segundo Kan (2002).

2.2 – Métricas de ranking em Redes Complexas Peer-to-Peer

Para o desenvolvimento da pesquisa foram utilizados cinco métricas de centralidade ou posicionamento de vértices em uma rede. Cada uma delas, bem como suas considerações para cálculos são descritas abaixo:

2.2.1 – Grau

O grau de um vértice, que também pode ser chamado de valência, consiste na quantidade de arestas relacionadas de outros nós relacionadas com o vértice em questão. A partir desta métrica torna-se possível detectar qual vértice possui o maior número de ligações na rede conforme Chelms (2011). O cálculo da centralidade por grau pode ser denotado como na equação (1):

$$c_{(v)} = \text{deg}(v) \quad (1)$$

O objetivo da equação $\text{deg}(v)$ é a contagem da quantidade de conexões em que o vértice avaliado (v) possui.

2.2.2 – Hub

A medida de *ranking* por Hub, avalia um dado vértice através do quantitativo de arestas conectadas a ele e à classificação da autoridade desses vértices relacionados (KLEINBERG, 1999). Esta medida, que é conhecida como um *Hit Algorithm*, faz uma pesquisa qualitativa em relação aos vértices, excelente métrica para classificar influência de pessoas ou páginas.

2.2.3 – Closeness

A medida de centralidade por proximidade, mais conhecida como *Closeness*, foi proposta por Stephenson (1989), e, recentemente, utilizado em Shao (2020) a métrica é justificada na menor distância média entre um nó para os demais vértices do grafo. Nesse sentido, quanto mais central um vértice é comparado aos demais, melhor será a medida de centralidade do nó.

$$c_{(v)} = \frac{\sum_{t \in G} \text{dG}(v,t)}{n-1} \quad (2)$$

De acordo com a Equação 2, n representa o número de vértices da rede e a função $\text{dG}(v,t)$ simplifica a notação da distância geodésica entre os nós.

2.2.4 – Betweenness

Apresentada por Hannan (1977), a métrica de centralidade por Betweenness, traduzido para o português como Intermediação, considera a quantidade de caminhos entre um vértice para quaisquer outros vértices que passem por determinado nó. A métrica valoriza nós que são pontes entre a rede. De um modo matemático, o cálculo de intermediação de um nó pode ser realizado a partir da Equação 3.

$$c_{(v)} = \sum_{s \neq v \neq t} \frac{\sigma_{st}(v)}{\sigma_{st}} \quad (3)$$

Portanto na Equação 3, t e $\sigma_{st}(v)$ é o número de menores caminhos que passam por v , σ_{st} é o número total de menores caminhos do nó s para o nó

2.2.5 – Autovetor

Proposta por Bonacich (1987) a medida de centralidade de Autovetor mensura a relevância de um determinado vértice a partir da importância dos vértices que conectam ao vértice avaliado, utilizando uma matriz de simetria.

$$x_v = \frac{1}{\lambda} \sum_{t \in M(v)} x_t \quad x_t = \frac{1}{\lambda} \sum_{t \in G} A_{v,t} x_t \quad (4)$$

Desta forma, na Equação 4 considerando x_v como o vértice em análise e x_t como o total de cada um dos vértices conectados a este nó.

2.3 - Coeficientes de Correlação

Identificar qual métrica existente na literatura é a mais eficaz em ranquear as bases de dados utilizadas, é um papel fundamental no ranqueamento de nós. Para se justificar qual métrica entregaria o melhor custo-benefício ao estudo, foram utilizados três coeficientes de correlação descritos na literatura conforme descrito abaixo:

2.3.1 – Spearman

O coeficiente de correlação descrito por Spearman (1910) é mutuamente usado em diversos estudos comparativos da ciência dos dados, sendo um coeficiente que ainda leva em consideração o peso da distância entre os postos.

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{(n^3 - n)} \quad (5)$$

Sabendo-se que o coeficiente Spearman é um teste não paramétrico, ou seja, não presume que seus dados tenham uma organização única. Isto é vultoso, pois ao serem estudados os nós, partindo do pressuposto que todos apresentam as mesmas condições na rede. Analisando a Equação (5), pode-se definir o d_i como a distância entre postos dos vértices comparados e n o número de pares analisados.

2.3.2 – Kendall-Tau

Outro coeficiente encontrado na literatura, apresentado por Ghent (1963) é o de Kendall-Tau. É um cálculo que leva em consideração apenas os pares concordantes e não concordantes de cada *ranking*, sendo assim, um dos mais simples encontrados na literatura.

$$\tau = \frac{(n_c - n_d)}{\frac{1}{2} n (n - 1)} \quad (6)$$

Como visto na seção 2.3.1 que apresenta o coeficiente de Spearman, o coeficiente de Kendall-Tau também é um teste não paramétrico. Observando a Equação 6, define-se n_c como o número de postos concordantes, n_d como o número de pares de posições que se discordam em posições e n o número amostral de postos analisados.

2.3.3 – Pearson

Diferentemente dos dois coeficientes expostos anteriormente, o coeficiente de Pearson, que carrega este nome devido a obra de Karl Pearson (1904), é um coeficiente de correlação paramétrico, que leva em consideração a distância linear entre duas variáveis.

$$\rho = \frac{\text{cov}(X,Y)}{\sqrt{(\text{var}(X) \times \text{var}(Y))}} \quad (7)$$

Seu cálculo pode ser definido como a razão da covariância pelo produto da raiz quadrada das variâncias de cada posição. Onde X e Y representam cada posição de um nó na tabela dos *rankings* das métricas comparadas. A métrica segue utilizada em experimentos, desde sua criação até os tempos atuais, conforme o estudo de Zhou (2020).

III. METODOLOGIA

Devido a facilidade atualmente em encontrar bases de dados disponíveis livremente na internet. As bases de dados da Gnutella foram extraídas do Projeto de Análises de Redes de Stanford (LESKOVEC, 2014). Cada base é seguida de um número, que representa o dia do mês de agosto de 2002 que foi modelada.

Tabela 1 – Características das Bases utilizadas na pesquisa

Nome	Vértices	Arestas
Gnutella04	10876	39994
Gnutella05	8846	31839
Gnutella06	8717	31525
Gnutella08	6301	20777
Gnutella09	8114	26013
Gnutella24	26518	65369
Gnutella25	22687	54705
Gnutella30	36682	88328
Gnutella31	62586	147892

As bases são disponibilizadas como uma lista de arestas, produzindo uma ligação $[x, y]$. Os vértices representam usuários, suas arestas significam que o vértice da esquerda compartilhou um arquivo com o nó da direita. Sendo um grafo direcionado, no qual o usuário x compartilhou um dado com o usuário y , mas não necessariamente o contrário tenha acontecido.

Ademais, foram selecionadas cinco métricas de ranqueamento disponíveis na literatura. Que são denominadas por: Grau, Hub, Closeness, Betweenness e Eigenvector. Sendo então, que para cada base analisada, foram gerados cinco *rankings* diferentes, já que cada métrica tem sua excentricidade diferente das outras.

Como os ataques consecutivos de ranqueamento possuem um alto custo computacional e, por sua vez, demandam de muito tempo para destruir toda a rede. É de suma importância definir qual métrica têm uma validade maior entre todas para ranquear os nós. Utilizando-se dos coeficientes de correlação: Spearman, Kendall-Tau e Pearson, os rankings foram submetidos a comparações de postos.

O método de ataques adotado para esta pesquisa é o que Iyer (2013) denomina como Ataque Direcionado Sequencial. Dado que a cada vértice com o maior *ranking* destruído, a rede passará por uma nova análise e os nós terão uma nova posição na tabela de postos.

A pesquisa foi desenvolvida na linguagem de programação Python, com o auxílio de duas bibliotecas de código aberto, estas são: Python-igraph e Nltk. Para a análise de dados e criação de gráficos, utilizou-se do Planilhas, do Google.

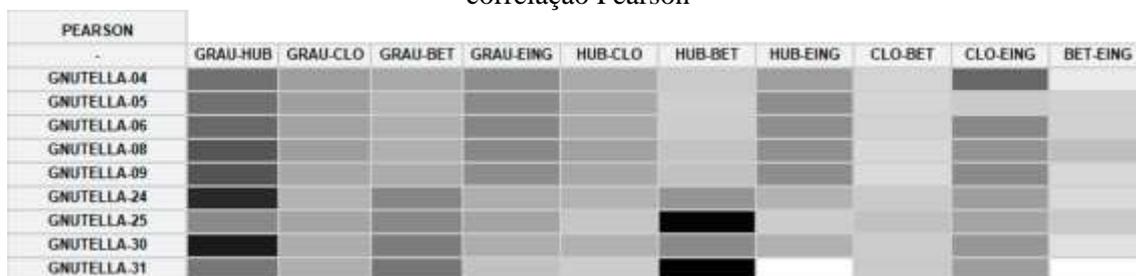
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 1, 2 e 3 apresentam as correlações entre as métricas aplicadas às redes utilizando o coeficiente de correlação de *Pearson*, *Kendall-Tau* e *Spearman*, respectivamente.

Os resultados se mostraram semelhantes aos encontrados em estudos anteriores como o de Silva *et al.* (2020). Vale ressaltar que a rede Gnutella é uma rede colaborativa de compartilhamento de mídias, que se assemelha a uma rede social.

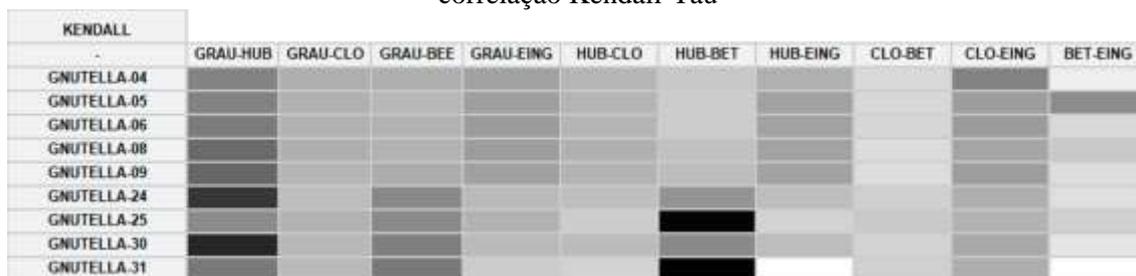
Face aos conceitos abordados anteriormente neste artigo, a correlação realça qual métrica de ranqueamento terá uma maior proximidade de postos dentre todas as métricas descritas na literatura. Cada métrica foi correlacionada com outra concorrente. Na Figura 1, é proposto os resultados em um gráfico de calor, quanto mais próximo do preto, maior é a correlação entre as métricas.

Figura 1 – Correlações entre as métricas aplicadas às redes utilizando o coeficiente de correlação Pearson



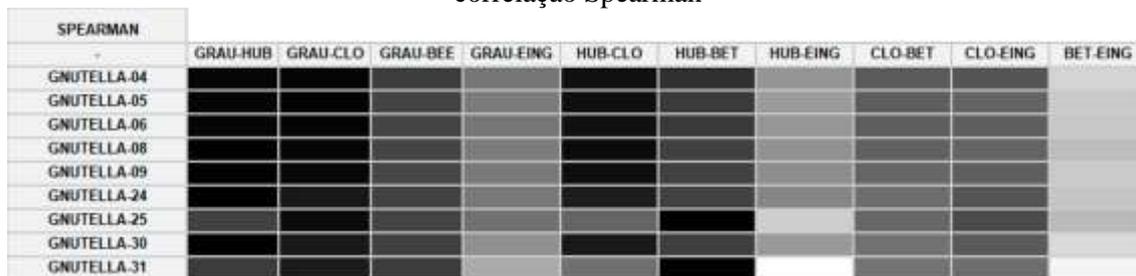
Fonte: Autores, 2021.

Figura 2 – Correlações entre as métricas aplicadas às redes utilizando o coeficiente de correlação Kendall-Tau



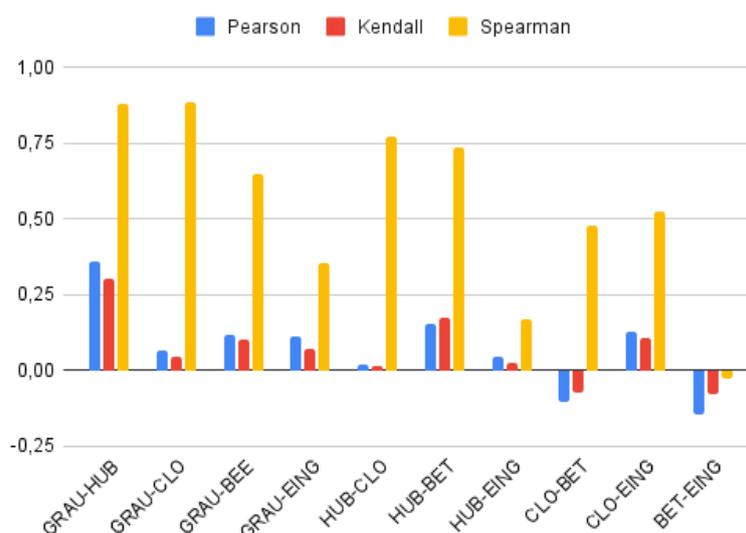
Fonte: Autores, 2021.

Figura 3 – Correlações entre as métricas aplicadas às redes utilizando o coeficiente de correlação Spearman



Fonte: Autores, 2021.

Figura 4 – Média das correlações de postos entre as métricas



Fonte: Autores, 2021.

Conforme visto nas correlações de Pearson: Figura 1 e Kendall Tau: Figura 2, essas nos sugerem uma fraca ligação entre as métricas, isso pode ser explicado porque neste cálculo não se leva em consideração as proximidades do ranking, então se uma posição é diferente da outra por apenas um posto, essa correlação já será baixa.

Entretanto, ao analisar a correlação de Spearman: Figura 3, percebe-se uma forte correlação entre algumas métricas, já que no cálculo desta correlação, consideramos a proximidade entre os postos de cada nó no ranking.

Feito os estudos sobre qual métrica tem o melhor custo-benefício, após análise da Tabela 2 e da média da melhor correlação entre as métricas, vista na Figura 4, somam-se cada métrica usando sua média de correlação em cada comparativo. Uma métrica próxima, com uma pontuação tendendo a 4 (quatro) tem a melhor correlação, já resultados próximos a 0 (zero) possuem uma correlação baixa, na Tabela 2 são ilustrados os resultados.

Tabela 2 – Pontuação de cada métrica somado para todas as redes aplicadas

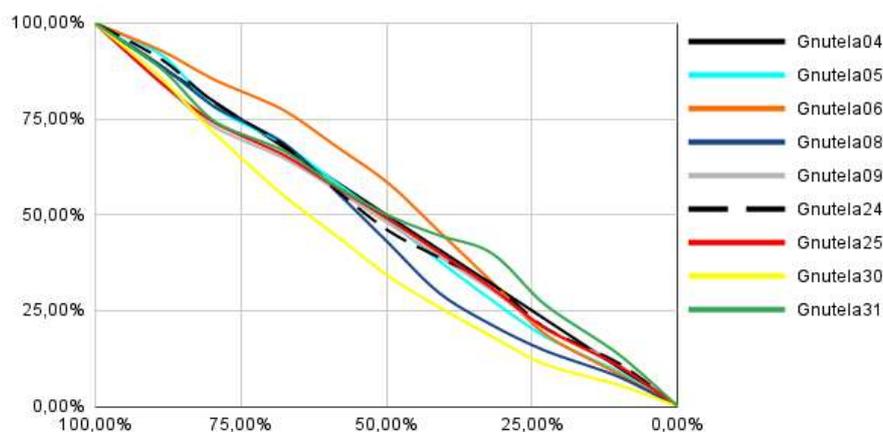
Métrica	Pontuação
Grau	3.937
Hub	3.648
Closeness	2.860
Betweenness	1.974
Eigenvector	1.277

Fonte: Autores, 2021.

Dado que Grau é a métrica com o melhor custo-benefício para se ranquear um nó mais influente em uma rede *peer-to-peer*, o algoritmo então calculava a cada destruição qual nó possuía o maior grau. A cada ataque, se retirava o nó com grau mais alto, feito isso, os vértices que só possuíam arestas para este nó, também eram retirados da rede.

Um dos problemas de se destruir um vértice com muitas arestas é que chegará um ponto que com tantos ataques, haverá nós soltos na rede, então o algoritmo verificava se existiam esses casos e os excluía. Sendo assim, um ataque poderia retirar mais do que um nó da rede, este efeito pode ser visualizado na Figura 5.

Figura 5 – Simulação de Ataque Direcionado ao nó com o maior Grau



Fonte: Autores, 2021.

No gráfico da Figura 5, o eixo Y representa o tamanho da rede (o quanto a rede ainda possui de vértices), portanto o eixo X faz menção aos sucessivos ataques, conforme a rede vai decaindo com as simulações. Isto, ilustra como as versões da Gnutella se mantiveram conectadas de acordo com as adversidades enfrentadas pela rede.

Apesar de ter a mesma topologia e serem apenas versões diferentes da rede, os ataques se comportaram de formas diferentes em cada rede. Pode-se observar que a rede com a maior tendência de se continuar conexa, foi a Gnutella06, apresentando-se como uma rede robusta.

A Gnutella30 é rompida facilmente quando retirado mais de 75% dos nós da rede. Nas outras versões desta rede há uma alternância gradual na capacidade de sobreviver a ataques de vértices. Isso pode ser explicado, porque a cada ataque pode haver um decaimento de muitos vértices de uma vez só na rede.

Por ser a rede com o maior número de vértices, a Gnutella31 se mostrou frágil aos primeiros ataques, porém foi altamente resistente quando considerada a metade da rede perdida, sendo assim a mais robusta após 50% de ataques na rede.

V. CONCLUSÃO

Neste trabalho estudou-se a robustez de um conjunto de redes P2P a partir de ataques sucessivos no vértice com o maior Grau. De modo similar aos resultados apresentados por Silva *et al.* (2020), no qual, a métrica Grau mostrou-se mais correlata às demais, atendendo à eficiência de correlação. Esta métrica foi escolhida para realização dos ataques, pois é a métrica que mais se correlaciona às outras cinco métricas de centralidade testadas e também visto a indicações presentes na literatura.

Analisa-se que as redes P2P são redes fortes em decorrência de sua engenharia topológica, isso se deve ao fato dos seus nós servirem tanto como cliente quanto servidor, facilitando as tendências de conexões entre os computadores da rede.

Um dos desafios encontrados neste tema, é a disponibilidade de base de dados de redes P2P atualizadas nos bancos de pesquisa. Muitos dos trabalhos de modelagem de redes P2P estão desatualizados ou não foram publicados na comunidade acadêmica.

Como projetos futuros, deseja-se obter um estudo comparativo da robustez das redes P2P a partir de ataques sucessivos destinados a nós com uma alta pontuação em

outras métricas de centralidade. Além disso, repetir o estudo para outras classes de redes complexas.

VI. REFERÊNCIAS

- BAUWENS, Michel; KOSTAKIS, Vasilis; PAZAITIS, Alex. **Peer to peer**. University of Westminster Press, 2019.
- BONACICH, Phillip. Power and centrality: A family of measures. **American journal of sociology**, v. 92, n. 5, p. 1170-1182, 1987.
- CHELMIS, Charalampos; PRASANNA, Viktor K. Social networking analysis: A state of the art and the effect of semantics. In: 2011 IEEE Third International Conference on Privacy, Security, Risk and Trust and 2011 IEEE **Third International Conference on Social Computing**. IEEE, 2011. p. 531-536.
- DOS SANTOS, Gabriel; DA FONSECA, Pedro; FERRIGO, Samuel. Análise do comportamento de uma rede IEEE 802.15. 4 utilizando 6LoWPAN. In: **Anais da XXI Escola Regional de Alto Desempenho da Região Sul**. SBC, 2021. p. 5-8.
- EULER, Leonhard. Solutio problematis ad geometriam situs pertinentis. **Commentarii academiae scientiarum Petropolitanae**, p. 128-140, 1741.
- GHENT, A. W. Kendall's "Tau" coefficient as an index of similarity in comparisons of plant or animal communities. **The Canadian Entomologist**, v. 95, n. 6, p. 568-575, 1963.
- HANNAN, Michael T.; FREEMAN, John. The population ecology of organizations. **American journal of sociology**, v. 82, n. 5, p. 929-964, 1977.
- IYER, Swami *et al.* Attack robustness and centrality of complex networks. **PloS one**, v. 8, n. 4, p. e59613, 2013.
- KAN, Gene. Gnutella. In: **Peer-to-Peer**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2002. p. 189-199.
- KLEINBERG, Jon M. Hubs, authorities, and communities. **ACM computing surveys (CSUR)**, v. 31, n. 4es, p. 5-es, 1999.
- LESKOVEC, Jure; KREVL, Andrej. **SNAP Datasets**: Stanford large network dataset collection. 2014.
- NEGAHBAN, Sahand; OH, Sewoong; SHAH, Devavrat. Rank centrality: Ranking from pairwise comparisons. **Operations Research**, v. 65, n. 1, p. 266-287, 2017.
- SILVA, João Gabriel Rocha *et al.* Estudo comparativo de métricas de ranqueamento em redes complexas utilizando coeficientes de correlação. In: **Congresso Brasileiro de Inteligência Computacional**. 2015.
- SILVA, Samuel O.; GOULART, Bruno O.; SCHETTINI, Maria Júlia M. ; XAVIER, Carolina; SILVA, João Gabriel. **Estudo comparativo de métricas de ranking em Redes Sociais**. In: Encontro Nacional de Computação dos Institutos Federais (ENCOMPIF), 7, 2020.
- STERGIOPOULOS, George; DEDOUSIS, Panagiotis; GRITZALIS, Dimitris. Automatic analysis of attack graphs for risk mitigation and prioritization on large-scale and complex networks in Industry 4.0. **International Journal of Information Security**, p. 1-23, 2021.

PEARSON, Karl. III. Mathematical contributions to the theory of evolution.—XII. On a generalised Theory of alternative Inheritance, with special reference to Mendel's laws. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical or Physical Character*, v. 203, n. 359-371, p. 53-86, 1904.

SHAO, Zhenzhen *et al.* Efficient closeness centrality computation for dynamic graphs. In: **International Conference on Database Systems for Advanced Applications**. Springer, Cham, 2020. p. 534-550.

SPEARMAN, Charles. Correlation calculated from faulty data. **British Journal of Psychology**, 1904-1920, v. 3, n. 3, p. 271-295, 1910.

STEPHENSON, Karen; ZELEN, Marvin. Rethinking centrality: Methods and examples. **Social networks**, v. 11, n. 1, p. 1-37, 1989.

STOFBERG, Nicole *et al.* A relational-models view to explain peer-to-peer sharing. **Journal of Management Studies**, v. 58, n. 4, p. 1033-1069, 2021.

ZHOU, Yang; LI, Shaojun. BP neural network modeling with sensitivity analysis on monotonicity based Spearman coefficient. **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, v. 200, p. 103977, 2020.

VII. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso pelo suporte necessário para o desenvolvimento deste trabalho.

VIII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.



Artigo recebido em 01/09/2021.

Publicado em 28/10/2021.

Revista SODEBRAS – Volume 16

Nº 190 – OUTUBRO/ 2021

COMPLEMENTARIEDADE HIDRO-SOLAR PARA USINAS HIDRELÉTRICAS EM PERÍODOS DE SECA PROLONGADA

HYDRO-SOLAR COMPLEMENTARY FOR HYDROELECTRIC PLANTS IN PROLONGED DRYING PERIODS

Jorge Daniel Páez Mendieta¹
Ieda Geriberto Hidalgo²

Resumo - Secas severas têm ocorrido em bacias hidrográficas ao redor do mundo, impactando a quantidade de água disponível nos reservatórios para geração de energia a partir de Usinas Hidrelétricas (UHEs). Este trabalho tem como objetivo avaliar os benefícios da operação combinada hidro-solar em um sistema, a fim de elevar o nível do reservatório da usina. Para isto, a plataforma de simulação hidrológica-hidroelétrica RS-Minerve é empregada. A metodologia é aplicada à UHE Três Marias, considerando uma restrição de vazão defluente de 300 m³/s. Com base nas características da UHE e suas restrições operacionais, uma Usina Fotovoltaica (UFV) é dimensionada. As variáveis de saída da simulação são a água armazenada e a energia gerada na UHE. Os resultados mostram que a complementaridade hidro-solar é benéfica, pois possibilita aumentar a produtividade da UHE devido à elevação do nível de água no reservatório. No final do período de simulação, a quantidade acumulada de água representou 10,84% do volume útil.

Palavras-chave: Usina Hidrelétrica. Usina Solar Fotovoltaica. Recursos Hídricos. Recursos Energéticos. Modelo Hidrológico.

Abstract - Severe droughts have occurred in hydrographic basins around the world, impacting the amount of water available in reservoirs for electric generation from Hydropower Plants (HPPs). This work aims to evaluate the benefits of the combined hydro-solar operation in a system, in order to raise the plant's reservoir level. For this purpose, RS-Minerve hydrological-hydroelectric simulation platform is employed. The methodology is applied to Três Marias HPP, considering a minimum outflow constraint of 300 m³/s. Based on the HPP's characteristics and its operating constraints, a Photovoltaic Plant (PVP) is dimensioned. The output variables of the simulation are the water stored and the energy generated in the HPP. The results show that the hydro-solar complementarity is beneficial, as it can increase the HPP's productivity due to the rise of the water level in the reservoir. At the end of the simulation period, the accumulated amount of water represented 10.84% of the useful volume.

Keywords: Hydropower Plant. Photovoltaic Solar Plant. Water Resources. Energy Resources. Hydrological Model.

¹ University of Campinas (UNICAMP). Contato: paezjor@gmail.com.

² University of Campinas (UNICAMP). Contato: ihidalgo@unicamp.br.

I. INTRODUCTION

Brazil is a large country, with climate diversity. São Francisco River Basin (SFRB) is one of the most important sources of water in the country. São Francisco River is 2,700 km long. It flows into the Atlantic Ocean through seven states: Alagoas, Bahia, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais, Pernambuco, and Sergipe. SFRB plays an important role in hydropower generation, with more than 10,000 MW of installed capacity (ANEEL, 2021).

Três Marias Hydropower Plant (HPP), study object in this paper, has a reservoir useful volume of 15,278 hm³ and six generating units with a total installed power of 396,000 kW. It is located at the head of SFRB, as Figure 1. This region is called Upper São Francisco Basin (USFB). It comprises three hydrological homogeneous regions called São Francisco, Pará, and Paraopeba (EUCLYDES *et al.*, 2001; MENDIETA & HIDALGO, 2020).

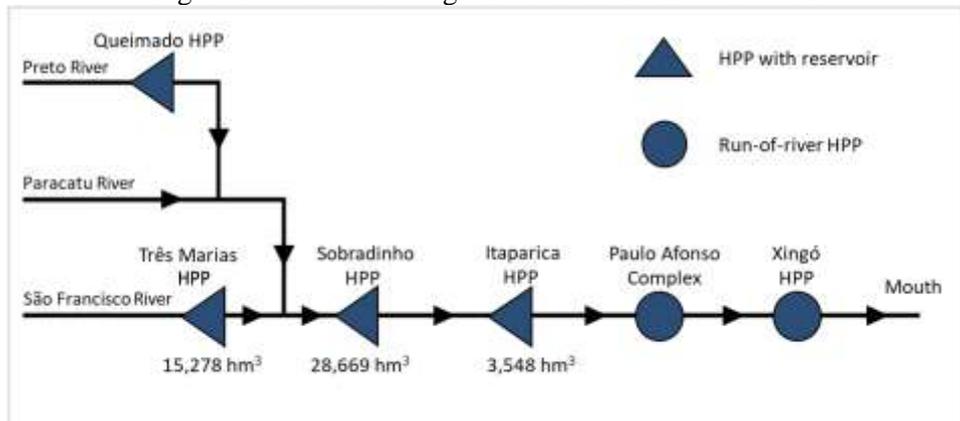
Since Três Marias HPP is on the beginning of the basin, it is responsible for regulating the downstream flow. From 2013 to 2018, SFRB faced a prolonged drought. This situation affected the reservoir level and the power generation of the plant. The Electricity Regulatory Agency (*in Portuguese*, ANEEL) and the National Electric System Operator (*in Portuguese*, ONS) decided to reduce the minimum water outflow of Três Marias HPP and increase the power generation by thermoelectric (ANA, 2020).

Regarding to the potential to generate solar energy in USFB, irradiation must be greater than 5.5 kWh/m²/day for flat photovoltaic systems (annual average daily value). In Três Marias HPP region, the average daily solar radiation varies between 5.5 and 6.5 kWh/m²/day, as Figure 2 (MENDIETA, 2018; CEMIG, 2020).

It is also important to consider the solar insolation or hours of sunlight. This variable is correlated with the precipitation. In winter, June to August, when the precipitation rate is the lowest of the year, the number of hours of sunlight reach the maximum values that vary between 8.5 to 9.5 hours. For the period from November to January, there is an annual maximum precipitation and, therefore, fewer hours of sunlight, between 5.0 and 6.0 hours per day (TIBA *et al.*, 1999; CEMIG, 2020).

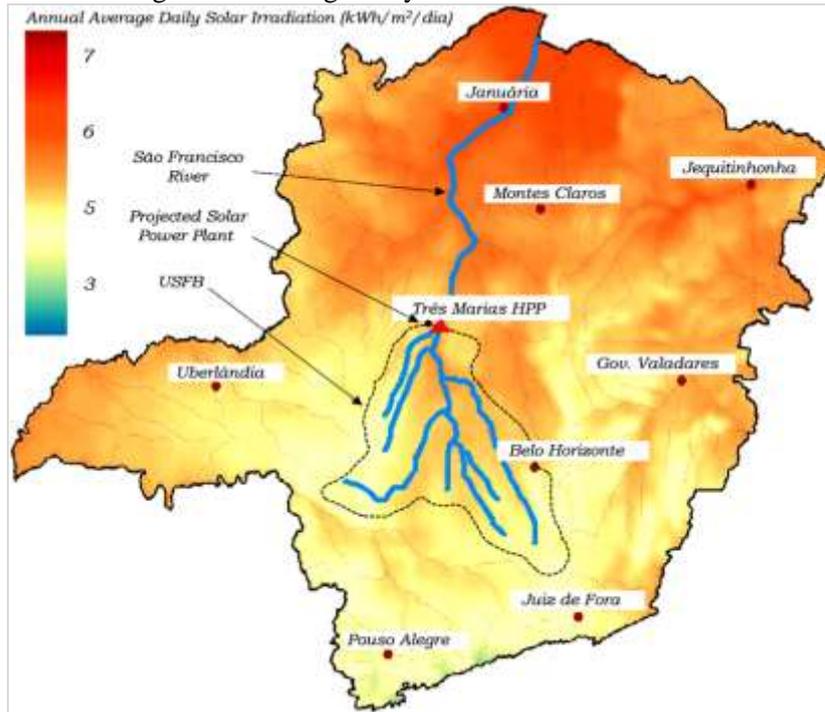
In this context, this paper aims to evaluate the benefits of the combined operation of a hydro-solar system at the USFB, specifically at Três Marias HPP, in order to raise its reservoir level. A projected Photovoltaic Plant (PVP) is dimensioned to complement the generation of Três Marias HPP, taking into account the minimum water outflow, the electricity demand, and the operation limits.

Figure 1 - Schematic diagram of the main HPPs in SFRB



Source: ANA (2020).

Figure 2 - Average daily solar radiation for USFB



Source: CEMIG (2020).

II. METHODOLOGY

The hydrological-hydroelectric model of Três Marias HPP in USFB is developed on RS-Minerve simulation platform (HERNÁNDEZ *et al.*, 2020). It is characterized as object-oriented software. Due to the size of USFB, in this research, it is divided into three hydrologically homogeneous regions that correspond to Paraopeba, Pará and São Francisco, mentioned in Section I (EUCLYDES *et al.*, 2001; MENDIETA & HIDALGO, 2020).

2.1 – Hydrological part

For hydrological part, *Hydrologiska Byrans Vattenbalansavdelning* (HBV) model, embedded in RS-Minerve, is employed (BERGSTROM, 1992). It is a deterministic-conceptual model that estimates runoff (m^3/s), using input data of precipitation (mm/d) and temperature ($^{\circ}C$) or evapotranspiration (mm/d).

Precipitation data are provided by National Water Agency (*in Portuguese*, ANA) through the Hidroweb software (ANA, 2020). They are available for 49 measurement stations, in daily time-step, from 1987. Evapotranspiration data come from National Institute of Meteorology (*in Portuguese*, INMET) by BDMEP database (INMET, 2020). They are presented for 10 measurement stations, in monthly time-step, from 1961. The monthly data are converted to daily data, considering a constant evapotranspiration throughout the month. In order to evaluate the performance of the hydrological model simulated water inflows are compared to recorded water inflows. Recorded water inflow data are also provided by ANA through the Hidroweb software (ANA, 2020).

HBV model contemplates fifteen parameters, listed in Table 1. The fifteen parameters of each sub-basin (Paraopeba, Pará and São Francisco) are calibrated, utilizing the Shuffled Complex Evolution – University of Arizona (SCE-UA) optimization algorithm, also embedded in RS-Minerve.

SCE-UA is a global optimization method based on several existing algorithms, including genetic algorithm. In RS-Minerve, the calibration module employs the flexible objective function defined in Equation (1). It searches to maximize five indicators: Nash coefficient (Nash), Nash coefficient for logarithm values (Nash-ln), Pearson correlation coefficient (Pearson), Kling-Gupta efficiency (KGE), and bias score (BS) since their ideal value is equal to one. At the same time, this objective function searches to minimize the value or the absolute value for three indicators: relative root mean square error (RRMSE), relative volume bias (RVB), and normalized peak error (NPE) since their ideal value corresponds to zero. Each indicator is weighted ($w_1...w_8$) with a value defined by the user. Details about the calibrator module and its performance indicators can be found in Hernández *et al.* (2020).

Table 1 - Full list of parameters for the HBV model ((HERNÁNDEZ *et al.*, 2020)

Parameter	Unit	Description	Range
A	m ²	Surface of the basin	> 0
CFMax	mm/°C/day	Melting factor	0.5 to 20
CFR	–	Refreezing factor	0.05
CWH	–	Critical relative water content of the snow pack	0.1
TT	°C	Threshold temperature of rain/snow	0 to 3
TTInt	°C	Temperature interval for rain/snow mixing	0 to 3
TTSM	°C	Threshold temperature for snow melt	0
Beta	–	Model parameter (shape coefficient)	1 to 5
FC	m	Maximum soil storage capacity	0.050 to 0.65
PWP	–	Soil permanent wilting point threshold	0.030 to 1
SUMax	m	Upper reservoir water level threshold	0 to 0.10
Kr	1/d	Near surface flow storage coefficient	0.05 to 0.5
Ku	1/d	Interflow storage coefficient	0.01 to 0.4
Kl	1/d	Baseflow storage coefficient	0 to 0.15
Kperc	1/d	Percolation storage coefficient	0 to 0.8

$$\max (Nash.w_1 + Nash\text{-}ln.w_2 + Pearson.w_3 + KGE.w_4 + BS.w_5 - RRMSE.w_6 - |RVB.w_7| - |NPE.w_8|) \quad (1)$$

The parameters of the hydrological part were calibrated and validated. Table 2 shows the performance indicator values at the end of USFB, i.e. near to Três Marias reservoir. According to Hernández *et al.* (2020), for the first five indicators, the closer to “1” the better; and for the last three indicators, values close to “0” indicate a good performance. In addition, Moriasi *et al.* (2007) established guidelines for the evaluation of hydrological models that show: hydrological models can be considered satisfactory if $0.50 < Nash \leq 0.65$ and $0.60 < RRMSE \leq 0.70$ (ROCHA *et al.*, 2020). All performance indicators are within the ranges established by the mentioned references.

Table 2 - Performance indicators after calibrating processes for Três Marias HPP

#	Indicator	Validation Value	Ideal Value
1	Nash	0.72818	1
2	Nash-ln	0.90479	1
3	Pearson	0.85618	1
4	KGE	0.80077	1
5	BS	0.99527	1
6	RRMSE	0.55515	0
7	RVB	-0.06437	0
8	NPE	-0.33886	0

2.2 – Hydroelectric part

Hydroelectric part represents Três Marias HPP. It uses as input data the reservoir initial level (m) and the runoff (m³/s), both are output data of the hydrological model. From these data, the hydroelectric model calculates water stored (hm³) and energy generated (MW). The hydroelectric model is based on the production function, Equation (2). The goal of the production function is to quantify the power generation of a HPP, considering the efficiency of the turbine-generator sets, net head, and water discharge.

$$p = k \cdot n_t \cdot n_g \cdot [h_{fb}(x) - h_{tr}(u) - h_{pl}] \cdot q \quad (2)$$

where:

- p is the instantaneous power obtained in the conversion process of the potential energy to electrical energy (MW);
- k is the gravity constant, multiplied by the water specific weight and divided by 10⁶. Its value is 0.00981 (MW/(m³/s)/m);
- $\eta_t \cdot \eta_g$ is the efficiency of the turbine-generator set in the conversion process of the mechanical energy to electrical energy;
- x is the water stored in the reservoir of the plant (hm³);
- $h_{fb}(x)$ is the forebay elevation which is function of the water stored x (m);
- u is the total water release of the plant, that is, the sum of the water discharged and the water spillaged (m³/s);
- $h_{tr}(u)$ is the tailrace elevation which is function of the water release u (m);
- h_{pl} is the penstock head loss which is function of the water discharge (m);
- q is the water discharge by the turbines in the powerhouse (m³/s).

The operation data related with the hydroelectric model are the reservoir level (m), water inflow/outflow (m³/s), and energy generated (MW). They were provided by the energy company responsible for the operation in Três Marias HPP, also in daily time-step, for the last 20 years (CEMIG, 2020). The functions that describe the plant's physical characteristics come from ONS. They are available in the official file named Hidr.xls (ONS, 2020).

2.3 – Photovoltaic part

From the results obtained of the hydrological- hydroelectric model, a Photovoltaic Plant (PVP) is dimensioned in the next section. This PVP is not part of the hydrological-hydroelectric model. Then, it is not included as an object in RS-Minerve platform.

The solar irradiation to project the PVP also comes from INMET by BDMEP database (INMET, 2020). They are presented for 11 measurement stations, with daily time-step. These stations have solar irradiation data from 1961.

III. RESULTS

In this section, the hydro-solar complementarity in the USFB is evaluated. The hydrological-hydroelectric model is employed to simulate the water stored and energy generated in Três Marias HPP. The water discharged is reduced, setting up an

emergency situation of reservoir low-level. Three constraints are considered: (1) maximum operating volume, (2) minimum water outflow, and (3) energy demand.

For Três Marias HPP, the maximum operating volume is fixed in 19,528 hm³ and the minimum water outflow in 300 m³/s. The energy demand values are obtained from CEMIG records. The studied scenario considers a reservoir initial level of 558.31 m. Also, the turbines are planned to start and stop the generation units with a reservoir level of 550.1 m and 549.2 m, respectively.

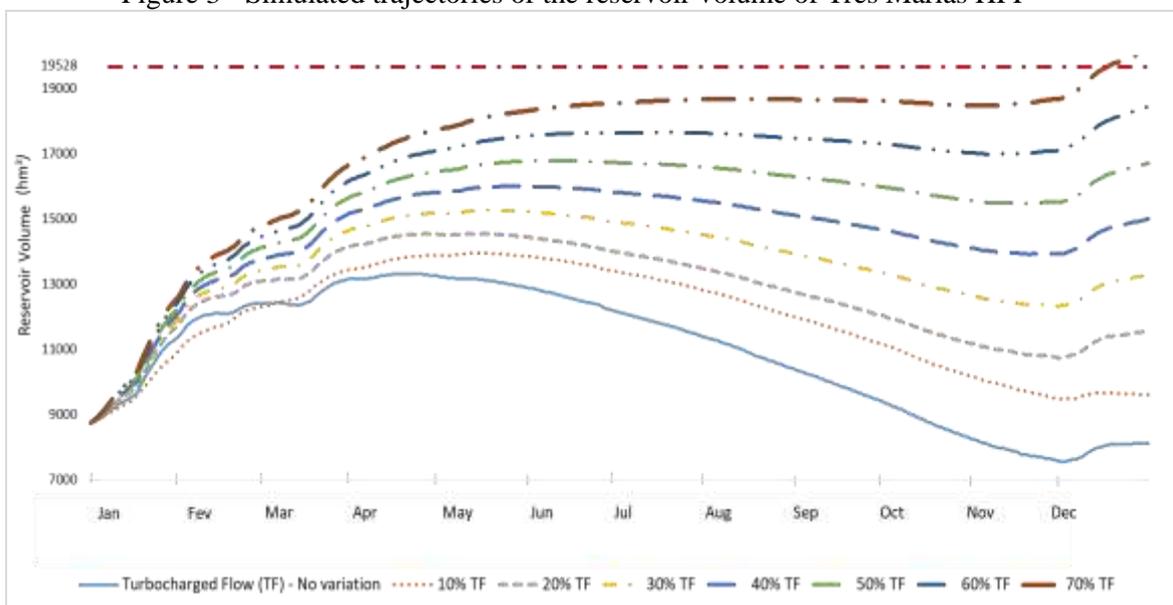
3.1 – Projecting PVP

Figure 3 shows the simulated trajectories of the reservoir volume of Três Marias HPP, after the simulation with reductions of the water discharged from 10% to 70%. In this figure, the maximum operating volume of the plant is also highlighted. The results indicate that, by decreasing 70% of the water discharged, the reservoir volume approaches the maximum operating volume.

It is also important to analyze the water outflow for this scenario. Figure 4 presents the water outflow by decreasing the water discharged from 10% to 60%. As can be seen in this figure, for a decrease of 60%, the simulated water discharged is below the minimum water outflow (300 m³/s). On the other hand, by decreasing for example 10% of the water discharged, the water outflow is at the limit allowed. Thus, the PVP is projected considering a 10% reduction in turbine water flow.

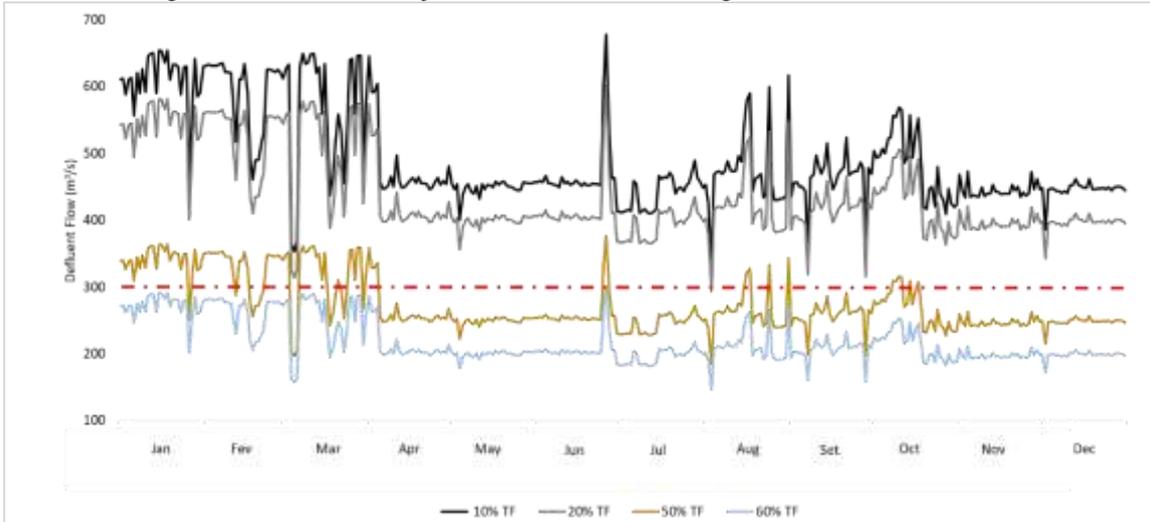
In order to show how much energy the PVP must produce to complement the HPP generation, Figure 5 is presented. This figure illustrates, the daily energy demand (daily goal) and the energy generated by Três Marias HPP, decreasing 10% of the turbine water flow (simulated daily goal). The difference between these two trajectories must be supplemented by the PVP.

Figure 3 - Simulated trajectories of the reservoir volume of Três Marias HPP



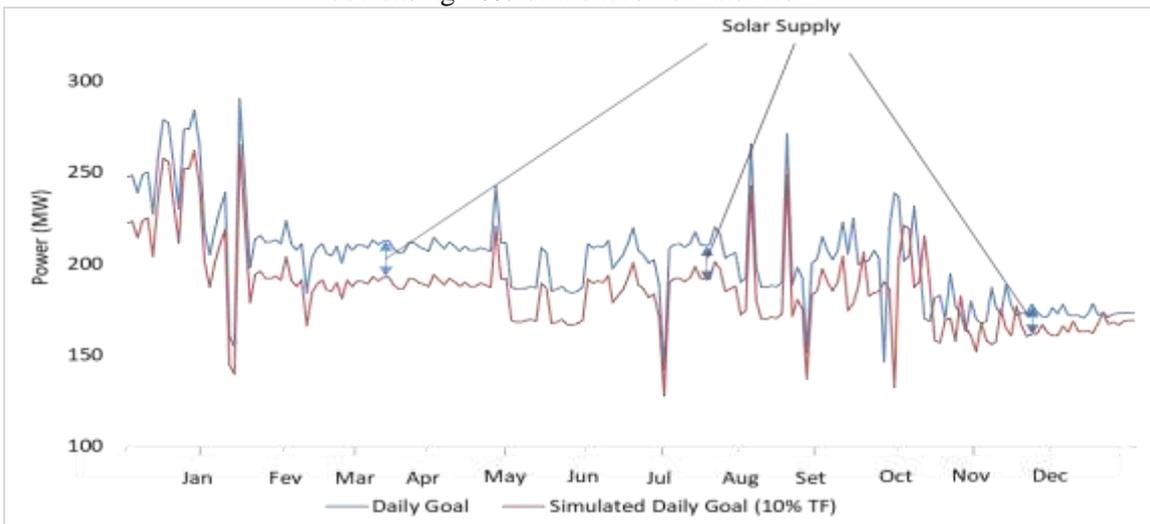
Source: Elaborated by the authors.

Figure 4 - Simulated trajectories of water discharged of Três Marias HPP



Source: Elaborated by the authors.

Figure 5 - In blue, energy demand, in red, energy generated by Três Marias HPP decreasing 10% of the turbine water flow



Source: Elaborated by the authors.

3.2 – Hydro-Solar System

The projected PVP considers the days with greater solar utilization in the simulation period (VILLALVA, 2018). The energy demand target was met throughout the period.

Table 3 shows the energy demand fulfilled by the hidro-solar system, the energy generated specifically by the HPP, and the energy generated specifically by the PVP, in the twelve months of the simulation period.

For the same simulation, Table 4 presents the reservoir volume reached by the combined operation. This table list the monthly final volume, initial volume and accumulated volume, considering the HPP and the PVP working together.

Finally, Figure 6 illustrates the accumulated water volume in Três Marias reservoir, for each month of the simulation period. This variable is showed as percentage of the useful volume in the hydro-solar complementarity.

Table 3 - Energy generated (MW) by the hydro-solar system in the simulation period

Month	Energy Demand	HPP Energy	PVP Energy
1	257.96	245.33	12.33
2	269.20	256.48	12.72
3	246.42	234.87	11.55
4	222.92	212.83	10.09
5	208.17	198.81	9.36
6	215.94	206.86	9.08
7	198.45	190.29	8.16
8	210.18	202.18	8.00
9	200.95	193.86	7.09
10	199.17	194.22	4.95
11	173.51	170.12	3.39
12	173.18	170.65	2.53

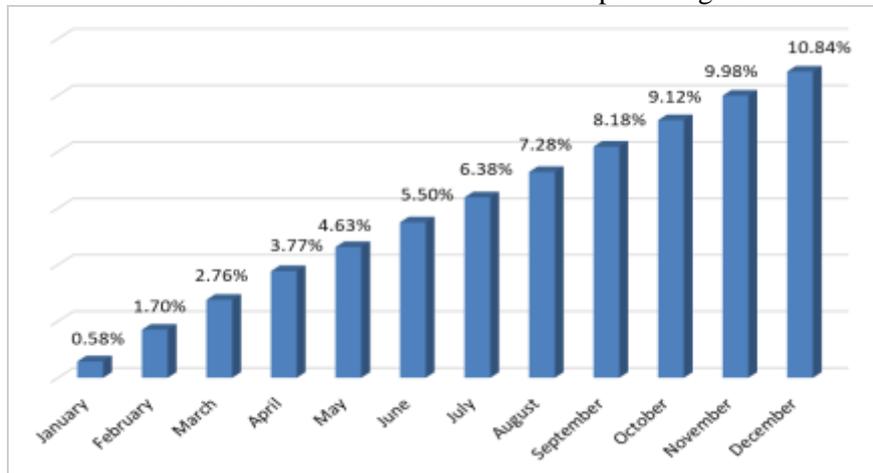
Source: Elaborated by the authors.

Table 4 - Reservoir volume (hm³) reached by the hydro-solar system in the simulation period

Month	Final Volume	Initial Volume	ΔV
1	9672.21	9583.73	88.48
2	11737.84	11477.90	259.94
3	12808.56	12387.21	421.35
4	13714.78	13138.38	576.40
5	13909.50	13202.67	706.83
6	13654.22	12813.90	840.32
7	13114.44	12138.95	975.49
8	12399.81	11287.25	1112.56
9	11574.33	10324.15	1250.18
10	10626.10	9233.43	1392.67
11	9787.91	8262.42	1525.49
12	9592.62	7936.90	1655.72

Source: Elaborated by the authors.

Figure 6 - Accumulated water in Três Marias reservoir in percentage of the useful volume



Source: Elaborated by the authors.

IV. DISCUSSIONS

The main contribution of this work is to evaluate the impact of the solar complementarity for the operation in Três Marias HPP. Therefore, the impact is analyzed in terms of the water stored and energy generated by the plant with the hybrid model, for the simulation period.

The proposed photovoltaic system can be installed as a floating plant. In this case, the photovoltaic modules are grouped on the surface of the reservoir. This type of installation has been growing in recent years and can be applied for centralized

generation, that is, for the production of large amounts of energy. Countries such as China, Singapore, Japan and United Kingdom stand out in relation to the floating solar plant. In Brazil Porto Primavera, Balbina and Sobradinho HPPs are pioneers in this matter.

The installation of a photovoltaic plant integrated with Três Marias HPP imposes a series of challenges. Social, environmental, technical and economic issues must be evaluated.

A floating solar plant has social benefits, as the space on land that would be used for the modules can be used for agriculture or occupation of the riverside population. It also has environmental benefits, since it does not require the removal of trees and vegetation to install the system or to avoid shading the modules. Finally, the technical benefits, in terms of energy efficiency, can be mentioned, both for the hydroelectric system (due to the reduction of water evaporation from the reservoir) and for the photovoltaic system (because the lower temperatures on the water surface contribute for better performance of the modules).

Although the economic and financial viability of the proposed solar plant is not within the scope of this work, it is important to mention that floating systems use a relatively new technology. Costs of installation and maintenance are expensive and are expected to drop as technology advances. These costs involve the structures that support the modules over the water, the mooring lines to anchor the floating platform and the cables connecting the network that can be over or under the water.

Finally, it is important to highlight the local and national impact of the proposed system. Since Três Marias HPP is on the beginning of the basin, her operation affects the entire SFRB. In addition, SFRB plays an important role in hydropower generation, with more than 10,000 MW of installed capacity, which corresponds to more than 5% of the national electrical matrix (ANEEL, 2021).

V. CONCLUSION

This research analyzed the benefits of a hybrid system, hydro-solar, in order to meet the energy demand and, at the same time, to keep a good reservoir level even in dry periods. The methodology included the development of a hydrological-hydroelectric model and of a projected PVP to simulate the consequences of the combined operation. It was applied to Três Marias HPP in the upper SFRB. As expected, the decrease in the turbine water flow makes it possible to increase the reservoir level although, in this case, the energy generated by the HPP is reduced. In this context the PVP complementarity is needed.

The results show that the projected PVP must be able to produce around 12.72 MW of energy (Table 3). This installed capacity corresponds to 10% of reduction in the turbine water flow. More than that is not allowed because of the restriction for minimum water outflow in 300 m³/s (Figure 4). It is important to highlight that this projected PVP can be installed as a floating solar plant, avoiding deforestation in the region.

In addition, the growing increase in the reservoir level brings some benefits (Figure 6). For example, meeting energy demand spending less water, due to the solar complementarity, means better use of the system's water and energy resources. Also, according to Equation (2), if the forebay level increases, then the power output also increases. That happens because the higher the gross head, the higher the plant's productivity.

As future work the authors have five suggestions. First, RS-Minerve platform was used to this research, others tools can be employed. Second, in addition to HBV,

RS-Minerve offers several embedded hydrological models, such as: GSM, GR4J, SOCONT, and SAC-SMA; some of them can also be applied. Third, an economic viability study of the solar complementation would be interesting in the context of this research. Fourth, three hydrological homogeneous regions were considered for USFB, in the next time a detailed model can be developed. Fifth, other renewable sources, such as wind can also complement the Três Marias HPP operation.

VI. REFERENCES

- ANA (2020). **Vazão defluente do reservatório de Três Marias sobe para 500 m³/s**. Available at: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/vazapso-defluente-do-reservata3rio-de-traas-marias.2019-03-15.9145499514>. Access in 07/2021.
- ANEEL (2021). **Sistema de informações de geração da ANEEL - Siga**. Available at: <https://www.aneel.gov.br/siga>. Access in 07/2021.
- BERGSTROM, S. (1992). **The HBV model - its structure and applications**. Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Norrköping, 4(4), pp. 1–33. Available at: http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.83589!/Menu/general/extGroup/attachmentColHold/mainColl/file/RH_4.pdf. Access in 07/2021.
- CEMIG (2020). **Usina Hidrelétrica de Três Marias**. Available at: <https://www.cemig.com.br/usina/tres-marias/> Access in 07/2021.
- EUCLYDES, H. P.; RUBERT, O. A. V.; FERREIRA, P. A.; SANTOS, R. M. (2001). Regionalização hidrológica na Bacia do Alto São Francisco à montante da barragem de Três Marias, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 6(2), pp. 81–105. DOI: [10.21168/rbrh.v6n2.p81-105](https://doi.org/10.21168/rbrh.v6n2.p81-105).
- HERNANDÉZ, J. G.; FOEHN, A.; SANMARTIN, J. F.; ROQUIER, B.; BRAUCHLI, T.; PAREDES-ARQUIOLA, J.; CESARE, G. (2020). RS-Minerve - **Technical Manual**. Crealp, p. 156. Available at: <https://www.crealp.ch>. Access in 07/2021.
- INMET (2020). **Dados Históricos**. Available at: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Access in 07/2020.
- MENDIETA, J. D. P. (2018). **Operação integrada hidro/solar na bacia do Alto São Francisco**. Master thesis, UNICAMP. Available at: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/331524>. Access in 07/2021.
- MENDIETA, J. D. P. & HIDALGO, I. G. (2020). Feasibility of the use of homogeneous hydrologic regions in the modeling of a Brazilian basin. **Revista Sodebras [online]**, 15(180), pp. 106-111. DOI: <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.15.2020.180.106>.
- MORIASI, D. N.; ARNOLD, J. G.; LIEW, M. W. V.; BINGNER, R. L.; HARMEL, R. D.; VEITH, T. L. (2007). Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, 50(3), pp. 885–900. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/16b6/295e724297b7cd79bcb05541eddfb47aae0.pdf>. Access in 07/2021.
- ONS (2020). **Histórico da operação**. Available at: <http://www.ons.org.br/paginas/resultados-da-operacao/historico-da-operacao>. Access in 07/2021.

ROCHA, T.; ANGELIS, A. F.; LOPES, J. E. G; HIDALGO, I. G. (2020). Conceptual model of inflow forecasting for measurement stations at São Paulo. **Revista Sodebras** [online], 15(180), pp. 117-122. DOI: <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.15.2020.180.117>.

TIBA, C.; REIS e REIS, R.; COSTA, J. C. E. da; ABREU, J. F.; AMONI, M.; GUIMARAES, D. P.; PORTO, M. A. D. (1999). On the development of spatial/temporal solar radiation maps: a Minas Gerais (Brazilian) case study. **Renewable Energy**, 18(3), pp. 393–408. DOI: [10.4236/jgis.2014.63024](https://doi.org/10.4236/jgis.2014.63024).

VILLALVA, M. G. (2018). **Energia Solar Fotovoltaica**. Second edition - Editora Érica.

VII. ACKNOWLEDGMENT

This research was supported by São Paulo Research Foundation (FAPESP – grant #2018-00016-8) and National Council for Scientific and Technological Development (CNPq). The authors thank Companhia Energética de Minas Gerais S.A. (CEMIG), Agência Nacional de Águas (ANA), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), and Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) for providing the data needed to carry out this work. The authors also thank the developers of RS-Minerve.

VIII. COPYRIGHT

Authors are solely responsible for the material included in the article.



Artigo recebido em 28/07/2021.
Publicado em 28/10/2021.

Revista SODEBRAS – Volume 16
Nº 190 – OUTUBRO/ 2021

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO, EM TERMOS DE PERTURBAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS CONDUZIDAS, EM CONJUNTOS DE LÂMPADAS LED

CONDUCT ANALYSIS, IN TERMS OF CONDUCTED ELECTROMAGNETIC DISTURBANCES, IN LED LAMP GROUPS

Eduardo Lourenço de Sousa¹
Keyla Rezende Cardoso²
Marcio Zamboti Fortes³
Adriano Pinheiros Fragoso⁴

Resumo – A atual preocupação com a conservação energética levou as sociedades a criarem novas tecnologias voltadas à eficiência no consumo de energia elétrica, contudo com a eclosão dessas inovações outros problemas surgiram, como o crescimento do uso de diversas cargas não-lineares que trazem consigo casos de incompatibilidade eletromagnética, fazendo com que estudos sobre o tema sejam importantes para controlar os níveis da qualidade energética. A iluminação artificial faz parte do cotidiano da população e é responsável por 20% da energia consumida mundialmente, por conseguinte a aquisição de conhecimento referente às atuais tecnologias de iluminação é o caminho para a evolução tecnológica. Nesse artigo está presente um estudo de compatibilidade eletromagnética com conjuntos de lâmpadas LED, verificando os efeitos de atenuação no espectro da frequência das perturbações eletromagnéticas conduzida nessas associações de lâmpadas LED.

Palavras-chave: Lâmpada LED. Iluminação. EMC. Atenuação.

Abstract – The current concern with energy conservation has led societies to create new technologies aimed at efficiency in electricity consumption, however, with the emergence of these innovations, other problems have arisen, such as the growth in the use of various non-linear loads that bring with them cases of incompatibility electromagnetic, making studies on the subject important to control the levels of energy quality. Artificial lighting is part of the population's daily life and is responsible for 20% of the energy consumed worldwide, therefore the acquisition of knowledge regarding current lighting technologies is the path to technological evolution. This article presents a study of electromagnetic compatibility with sets of LED lamps, verifying the effects of attenuation in the frequency spectrum of electromagnetic disturbances conducted in these associations of LED lamps.

Keywords: LED Lamp. Lighting. EMC. Attenuation.

¹ Universidade Federal Fluminense. Contato: eduardo_lourenco@id.uff.br.

² Universidade Federal Fluminense. Contato: keylarezendec@gmail.com.

³ Universidade Federal Fluminense. Contato: mzamboti@id.uff.br.

⁴ Universidade Federal Fluminense. Contato: adrianofragoso@id.uff.br.

I. INTRODUÇÃO

A energia destinada à iluminação representa aproximadamente 20% de toda energia usada ao redor do mundo. Com o intuito de conservar energia muitos governos criaram iniciativas e regulamentações proibindo o uso das lâmpadas de filamentos incandescentes e assim substituindo-as por outro tipo de tecnologia, de forma a tornar o sistema de iluminação mais eficiente. Existem diversos estudos focados na avaliação do comportamento das diversas tecnologias como apresentado por Fortes e outros (2013). A tecnologia LED (*Light-Emitting Diode*) hoje é considerada a mais eficiente em comparação com filamento incandescente e com as fluorescentes compactas. As lâmpadas LED são consideradas lâmpadas economizadoras de energia, pois estas requerem uma menor quantidade de potência ativa para produzir um maior fluxo luminoso, contudo esses tipos de lâmpadas apresentam característica não-linear e comutações de alta frequências que implicam no aumento da ocorrência de perturbações eletromagnéticas, podendo assim afetar a compatibilidade eletromagnética (EMC – do inglês *Electromagnetic Compatibility*), dentre outros problemas envolvendo cargas não-lineares (UDDIN, 2013), (ČUK, 2010), (KARIM, 2019).

EMC é a capacidade de um sistema eletrônico de funcionar adequadamente no ambiente de operação sem que seja uma fonte ou/e sofra degradação em seu funcionamento com interferências eletromagnéticas do ambiente. Com desígnio de produzir um ambiente eletromagneticamente compatível, visando eliminar o problema de interferência, é cobiçável ter um controle nas emissões e limitar as perturbações eletromagnéticas emitidas. Com finalidade de assegurar que exista um valor aceitável da emissão gerada por esses dispositivos com característica de operação não-linear diversos países criaram documentos regulamentadores adotados para o uso interno, contudo existem os padrões internacionais de EMC conveniados pela União Europeia que se baseia nas diretrizes do *Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques* (CISPR), que por diversas vezes são adaptados para se tornar padrões nacionais (OTT, 2009).

Uma das normas utilizadas para avaliação da conformidade de EMC em lâmpadas LED é a norma internacional IEC CISPR 15 (ABNT, 2019), onde são apresentados os requisitos mínimos para realização dos ensaios, bem como, os limites máximos de emissão para o âmbito de EMC. Dentre os requisitos há a obrigatoriedade da realização dos ensaios das amostras de lâmpadas individualmente quando assim elas forem comercializadas, avaliando o comportamento particular das mesmas, não levando em consideração o desempenho de conjuntos de lâmpadas LED ligadas na mesma rede simultaneamente (ABNT, 2019). Até o momento previsões teóricas dos efeitos acumulativos das emissões de dispositivos não foram totalmente bem-sucedidas para estudar o comportamento dos efeitos gerados pela associação de cargas não-lineares (THOMAS, 2013).

Na análise do conjunto de cargas não-lineares pode ser investigado um possível efeito de atenuação, que seria a diminuição das emissões geradas pelas cargas em decorrência do acoplamento de componentes externos, como exemplo, filtros de interferências eletromagnéticas (EMI), que diversos dispositivos que foram fabricados tendo como preocupação os níveis de EMI já têm incluído na sua construção (AKAGI, 2008). Outro fator que influenciaria uma análise de EMC em um conjunto de amostras seria, possivelmente, o efeito da diversidade de amostras, onde amostras com diferentes tipos topológicos nas suas construções influenciariam o nível das perturbações eletromagnéticas observadas em um conjunto. Como mostrado em (UDDIN, 2012), por exemplo, observa-se que a presença do fator diversidade, do inglês *Diversity Factor* (DF) é evidente na análise de distorções harmônicas, onde o cálculo é dado por:

$$F_n = \frac{\sum_{i=1}^N I_h^i}{\sum_{i=1}^N |I_h^i|} \quad (1)$$

Na equação (1) percebe-se que o fator diversidade DF_n é a divisão da soma vetorial das correntes harmônicas I de ordem h (obtidas através de medições experimentais) com a soma algébrica das mesmas corrente (obtidas através de cálculos).

Das conclusões tomadas nessa análise tem-se que, quanto maior a diversidade de amostras existe uma tendência à redução das distorções harmônicas, todavia percebe-se que, se o conjunto tiver essas amostras com as mesmas características construtivas, existe uma tendência de elevação da distorção harmônica.

Por conseguinte, o intuito deste artigo concerne na análise da EMI das lâmpadas LED em alguns cenários, englobando conjuntos de lâmpadas com características construtivas iguais como também diferentes. Essa análise consiste no estudo do comportamento do espectro gerado nas medições, verificando efeitos de atenuação e elevação de perturbações eletromagnéticas.

II. METODOLOGIA PROPOSTA

Os ensaios apresentados neste trabalho foram realizados no Laboratório de Luminotécnica da Universidade Federal Fluminense – LABLUX/UFF, acreditado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) e pertencente ao Departamento de Engenharia Elétrica da UFF. Para os ensaios que visam a certificação de lâmpadas LED em EMC, realizados pelo laboratório, é utilizada a norma ABNT NBR IEC CISPR 15 (ABNT, 2019) correspondendo à norma internacional adaptada para o uso nacional.

O presente estudo consiste na análise do espectro das emissões de EMI de conjuntos de lâmpadas LED, com o objetivo de avaliar seu comportamento em termos de amplitude das perturbações emitidas. Para isso foram escolhidas amostras para a realização dos ensaios considerando aspectos construtivos e níveis de perturbação. Na Tabela 1 encontram-se apresentados os grupos diferenciados por 4 tipos de características. O grupo A apresenta amostras do mesmo fabricante e possuem mesma topologia e características construtivas, contudo com baixos níveis de perturbações eletromagnéticas; o grupo B é similar ao grupo A se diferenciando por ter altos níveis de perturbações eletromagnéticas; o grupo C são amostras diferentes entre si, com diferentes características, fabricantes e topologias construtivas e apresentam altos níveis de perturbações eletromagnéticas e o grupo D se difere do grupo C por terem baixos níveis de perturbações eletromagnéticas. Na Tabela 1 também apresenta as especificações de cada amostra com a referência usada.

Tabela 1 – Grupos de amostras ensaiadas

Grupo	Característica	Especificações	Fab.	Ref
A	Mesmas características construtivas com baixo nível de emissão	A60 9W BIVOLT	Fab. 1	A1
		A60 9W BIVOLT		A2
		A60 9W BIVOLT		A3
		A60 9W BIVOLT		A4
		A60 9W BIVOLT		A5
		A60 9W BIVOLT		A6
		A60 9W BIVOLT		A7
B	Mesmas características construtivas com alto nível de emissão	A60 7W BIVOLT	Fab. 2	B1
		A60 7W BIVOLT		B2
		A60 7W BIVOLT		B3
		A60 7W BIVOLT		B4
		A60 7W BIVOLT		B5
		A60 7W BIVOLT		B6
		A60 7W BIVOLT		B7
C	Diferentes características construtivas com alto nível de emissão	T 20W BIVOLT	Fab. 3	C1
		A60 9W BIVOLT	Fab. 4	C2
		T 20W BIVOLT	Fab.5	C3
		4U 15W BIVOLT	Fab. 6	C4
		4U 20W BIVOLT	Fab. 7	C5
		A65 9W BIVOLT	Fab. 8	C6
		A60 12W BIVOLT	Fab. 9	C7
D	Diferentes características construtivas com baixo nível de emissão	A60 12W BIVOLT	Fab.10	D1
		A60 7W BIVOLT	Fab.11	D2
		G45L 4,5W BIVOLT	Fab. 12	D3
		MR11 3,5 BIVOLT	Fab. 13	D4
		A65 12W BIVOLT	Fab. 14	D5
		A65 6W BIVOLT	Fab.15	D6
		PAR30 10W BIVOLT	Fab. 16	D7

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Para os ensaios de conformidade a norma (ABNT, 2019) implica que devem ser realizadas medições de emissões de EMI radiadas e conduzidas para a faixa de tensão nominal da amostra, entretanto, para as amostras apresentadas, apesar de definidas como bivolt, para fins de análise do comportamento espectral das emissões, os ensaios foram limitados à tensão de alimentação de 127 V e somente realizadas as medições de perturbações conduzidas no terminal fase da fonte de alimentação elétrica de corrente alternada (CA).

A seguir encontram-se discriminados os equipamentos utilizados para os ensaios realizados neste artigo:

1. *Line Impedance Stabilization Network* (LISN);
2. Pré-seletor;
3. Pré-amplificador;
4. Analisador de espectro;
5. Fonte de tensão CA.

A LISN apresenta três funções principais: Proporcionar uma impedância estável para manter a impedância especificada do equipamento sobre ensaio, do inglês, *Equipment Under Test* (EUT); outra função é atenuar interferências eletromagnéticas conduzidas pela rede de distribuição de energia, tendo assim uma função de filtro passa-baixa diminuindo perturbações de altas frequências; é função da LISN, também, funcionar com acoplamento das perturbações eletromagnéticas geradas pelo EUT, para o processamento pelo dispositivo receptor.

O pré-seletor é construído por diversos filtros passa-banda que permite a passagem de sinais na faixa de frequência em que está sendo realizado o ensaio no momento, bloqueando as demais faixas para evitar que essas interfiram com o resultado do espectro que se deseja analisar.

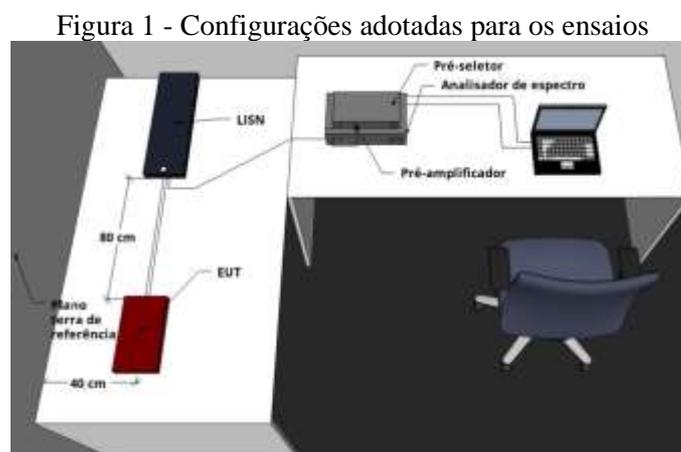
O pré-amplificador é necessário para a realização dos ensaios pois o uso da LISN ocasiona uma atenuação de 30 dB no sinal original emitido pelo EUT. O pré-amplificador visa amplificar em 30 dB o sinal recebido para compensar a atenuação ocorrida com o uso da LISN. O valor da atenuação da LISN varia de fabricante para fabricante.

O analisador de espectro processa os sinais alternados no domínio da frequência, onde ele recebe um sinal eletromagnético e o exibe em sua interface gráfica de forma a permitir a medição e análise desse sinal.

A fonte de tensão CA é um dispositivo eletrônico que possibilita programar a tensão de saída e ajustar diversos parâmetros na alimentação do EUT, tendo maior confiabilidade e maior estabilidade para fazer os ensaios. (IEC, 2014)

Os ensaios foram realizados no interior de uma sala blindada, com dimensões 3,4 m x 5,3 m x 3,1 m tendo como finalidade reduzir interferências eletromagnéticas irradiadas de fonte externas atenuando os níveis em frequências abaixo de 300 MHz. A temperatura ambiente mantida no valor de 25 ± 1 °C. Todas as configurações do ensaio estão conforme recomendações da norma internacional IEC CISPR 16-2-1 (IEC, 2014).

Para a exploração do comportamento do espectro foram definidos 9 cenários, contemplando diferentes conjuntos de medições. A Tabela 2 mostra esses cenários. Na Figura 1 mostra a configuração adotada para realização dos ensaios de emissão conduzida realizados.



Fonte: Cardoso, 2020.

Tabela 2 – Cenários de ensaios

CENÁRIO	DESCRIÇÃO	AMOSTRAS
1	Grupo A	A1+...+A7
2	Grupo B	B1+...+B7
3	Grupo C	C1+...+C7
4	Grupo D	D1+...+D7
5	Duas amostras do grupo C	C1+C2
6	Duas amostras do grupo D	D1+D2
7	Comportamento no acréscimo de amostras	B1; B1+A1; ... ;B1+A1+A2 +A3+A4+A5+A6+A7
8	Análise de uma amostra em conjunto com o cenário 4	B1+D1+...+D7
9	Conjunto de amostras do grupo C e D	C1+...+C7+D1+...+D7

Fonte: Autoria Própria, 2021.

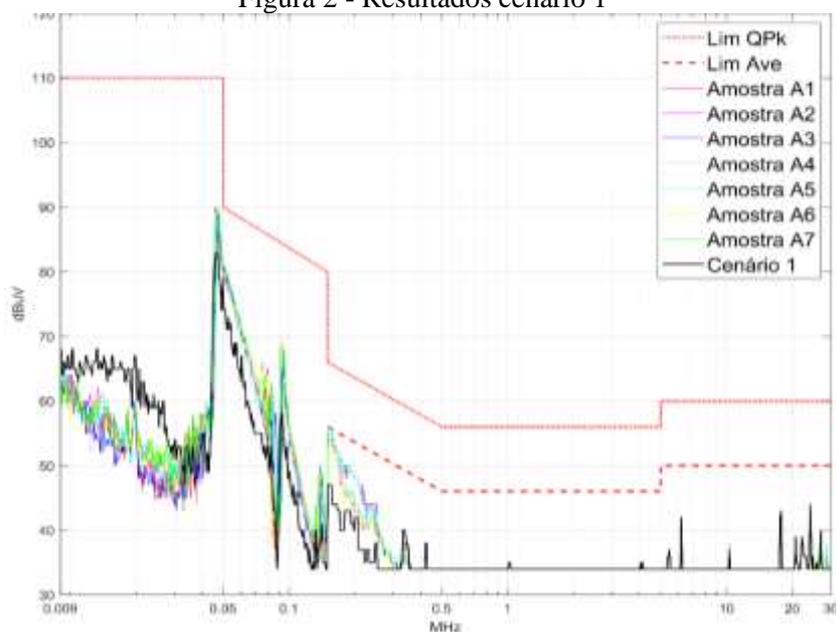
Para quantificar os níveis de emissão, foi usado o EMC *Engineer software*, que se comunica com o analisador de espectro a fim de obter a representação gráfica do espectro de frequência, assim a curva mostrada no *software* será a medição da perturbação obtida pelo conjunto de amostras ensaiado.

III. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção os ensaios realizados para cada cenário serão analisados e discutidos. Os ensaios executados no LABLUX-UFF nos fornecem o espectro de frequência do nível de tensão de perturbação do terminal fase da alimentação em 127 V de cada cenário, tais espectros serão examinados para discussões futuras. Entre a Figura 2 e Figura 10 será mostrado o espectro dos 9 cenários apresentados na Tabela 2.

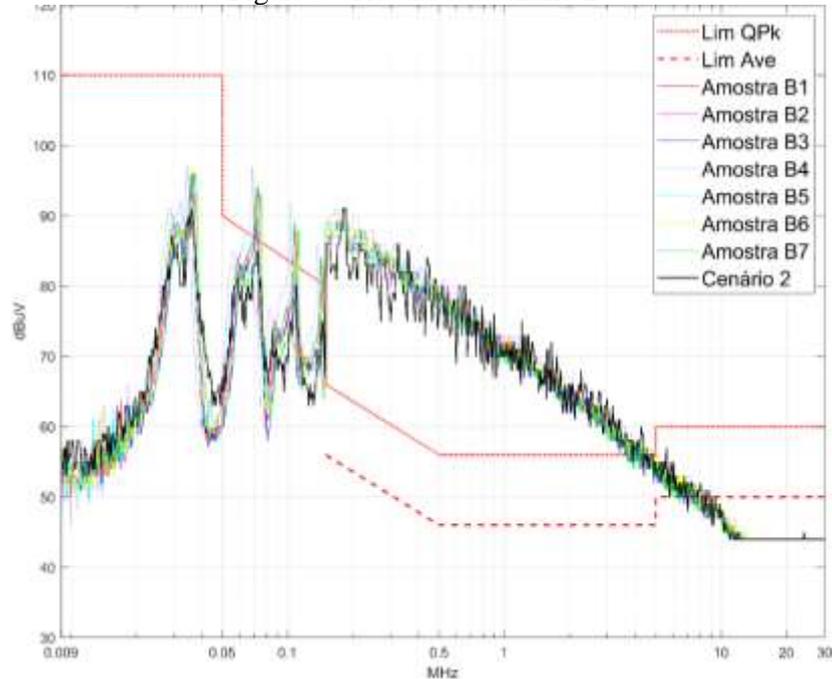
Foi utilizado o software MATLAB® para a plotagem dos gráficos com os espectros sobrepostos.

Figura 2 - Resultados cenário 1



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Figura 3 - Resultados cenário 2

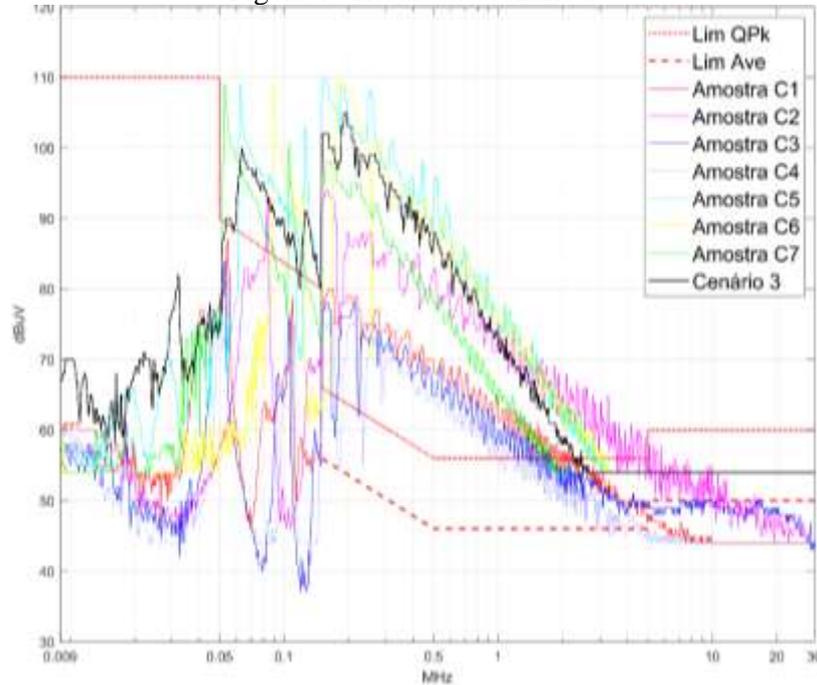


Fonte: Autoria Própria, 2021.

A Figura 2 é o resultado referente aos ensaios feitos para o cenário 1, onde foi medido o espectro individual de cada amostra e, posteriormente, a perturbação com o conjunto de todas as amostras do Grupo A alimentadas em paralelo. Analisando o espectro individual de cada amostra percebe-se que elas apresentam um comportamento similar, entre si, no decorrer da frequência, sabendo que são amostras com as mesmas características construtivas, mesmo fabricante e mesmo lote, então segundo as análises das componentes harmônicas mostrada em (UDDIN, 2012) esse tipo de conjunto teria tendência de elevação nas emissões quando medidas em conjunto, contudo mostra-se que o resultado foi similar das amostras medidas individualmente. Quando examinado o comportamento do espectro obtido para o cenário 1 observa-se que o nível de perturbação se mostrou elevado até aproximadamente 0,03 MHz, após esse ponto ocorre uma leve atenuação na amplitude do sinal, em comparação com a medição individual.

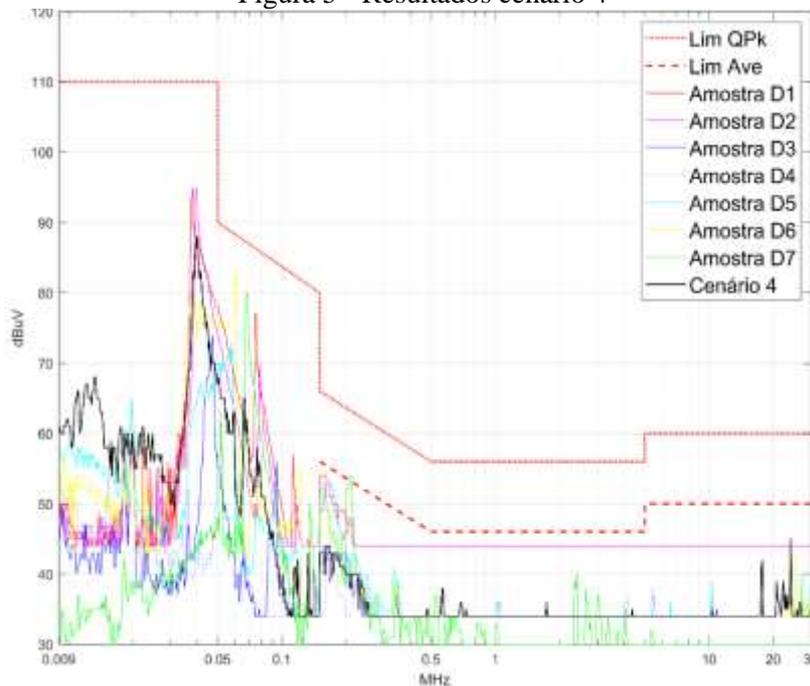
Quando analisada a Figura 3, onde a diferença para o cenário 1 é somente o fato de cada amostra ter um nível de ruído elevado, o suficiente para a ocorrência de não conformidade para os requisitos de EMC segundo especificações da norma ABNT NBR IEC CISPR 15, mostra-se o espectro individual de cada amostra, bem como o espectro gerado pelo conjunto das mesmas amostras ligadas concomitantemente em paralelo; tal sistema é identificado como cenário 2. Observa-se que o comportamento do cenário 2 se mostra similar ao que é obtido para cada medição individual do seu conjunto de amostras, percebe-se inclusive um nível de perturbação mais elevado até a frequência de 0,03 MHz; entre 0,03MHz e 0,15MHz segue uma propensão de elevação dos vales e atenuação dos picos das curvas, após 0,15 MHz um comportamento sem padronização é observado, contudo o comportamento do conjunto segue os modelos das curvas das amostras individuais após essa frequência.

Figura 4 - Resultados cenário 3



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Figura 5 - Resultados cenário 4

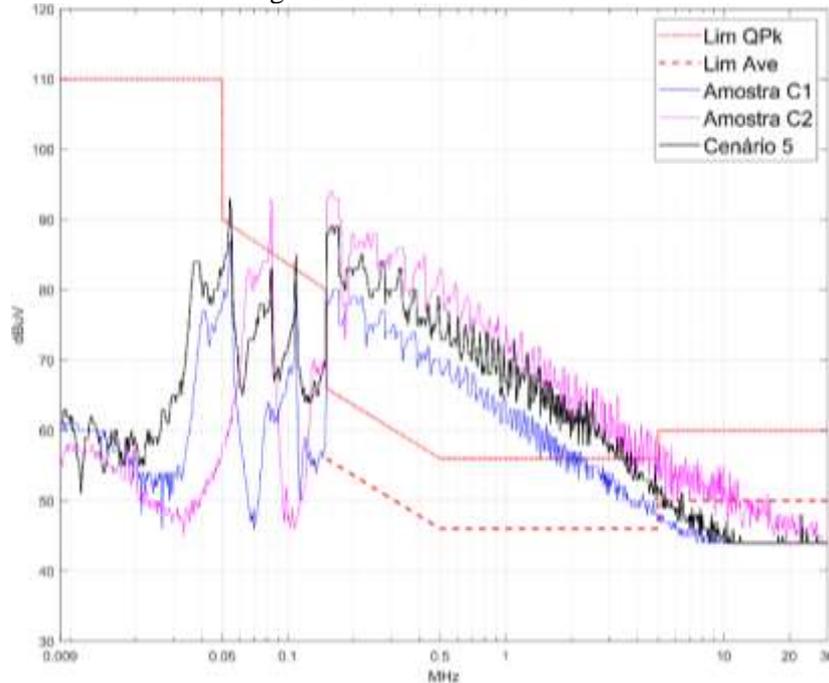


Fonte: Autoria Própria, 2021.

Na Figura 5 são apresentados os espectros individuais de cada amostra do Grupo C, bem como o efeito da combinação em paralelo de tais amostras, classificado como cenário 3. Cada amostra tem características construtivas, fabricantes e lotes de fabricação diferentes entre si. O espectro do cenário 3 apresenta diversidade de amostras e percebe-se a propensão a uma leve elevação na amplitude da perturbação até a frequência de aproximadamente 0,03 MHz, para as demais frequências há uma tendência de atenuação em relação às amostras com maior nível de emissão.

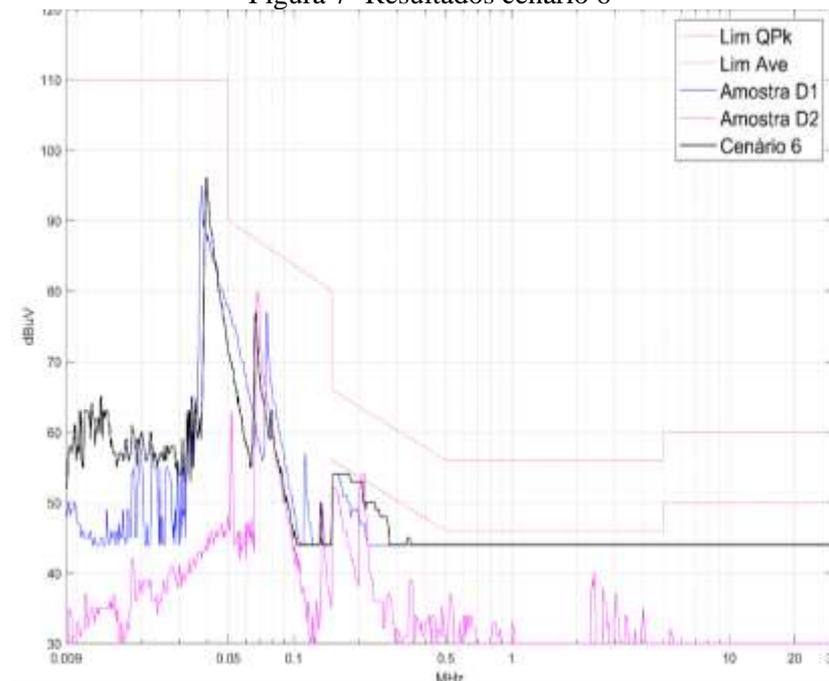
Seguindo o raciocínio da análise do cenário 3, pode se observar que o comportamento do cenário 4, Figura 5 é similar. O conjunto analisado no cenário 4 tem como principal diferença do cenário 3 o fato de os níveis de ruído estarem em conformidade com os limites definidos em (ABNT, 2019), nesse cenário cada amostra tem fabricantes e topologias diferentes.

Figura 6 - Resultados cenário 5



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Figura 7- Resultados cenário 6



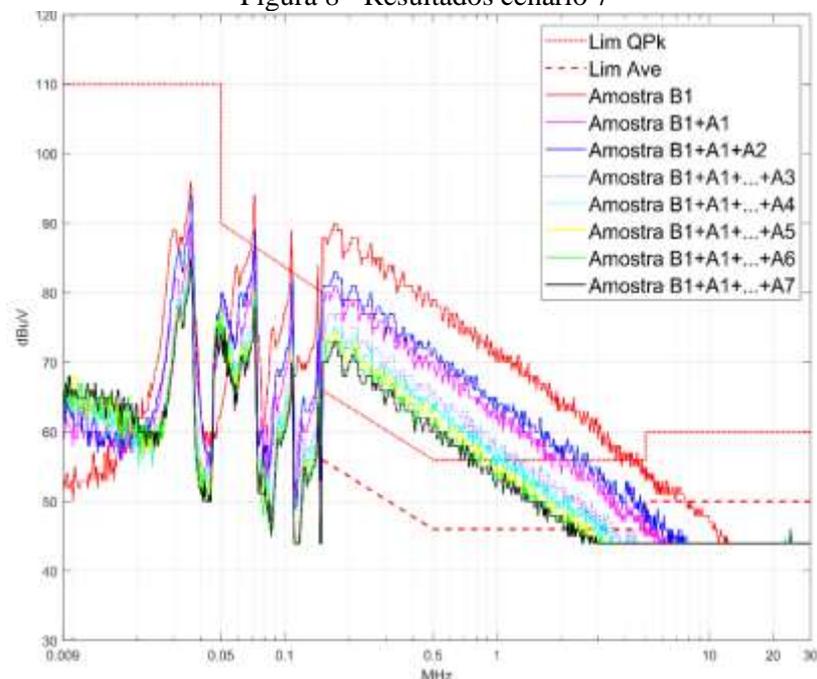
Fonte: Autoria Própria, 2021.

Na análise da Figura 7, cenário 5, observa-se que as duas amostras, C1 e C2, quando mensuradas separadamente apresentam espectros distintos entre si, nota-se que os picos nas

curvas entre elas não se correspondem em frequência e nível de perturbação, contudo, quando colocadas em paralelo na rede de alimentação o espectro medido tende a ser homólogo em frequência das duas curvas, diferenciando-se em amplitude. Até a frequência de aproximadamente 0,05 MHz percebe-se que existe uma elevação na magnitude e após 0,15 MHz é notória a atenuação nos níveis de perturbação do conjunto em relação à amostra C2 e a elevação em relação à amostra C1, então percebe-se que os efeitos da amostra C1 na amostra C2 são positivos, ou seja, com o agrupamento das duas amostras, ocorre uma atenuação no nível de perturbação em relação à amostra mais ruidosa (C2).

Analisando o cenário 6, duas amostras com características construtivas diferentes e baixa emissão de perturbação conduzida, resultado mostrado na Figura 7, percebe-se o mesmo comportamento observado no cenário 5, onde o espectro tende a se comportar conforme o que tenha amplitude superior entre os demais. Até a frequência de 0,03 MHz aproximadamente, observou-se que existe uma elevação no nível da perturbação, que se repete na faixa de 0,15 MHz a 0,3 MHz aproximadamente.

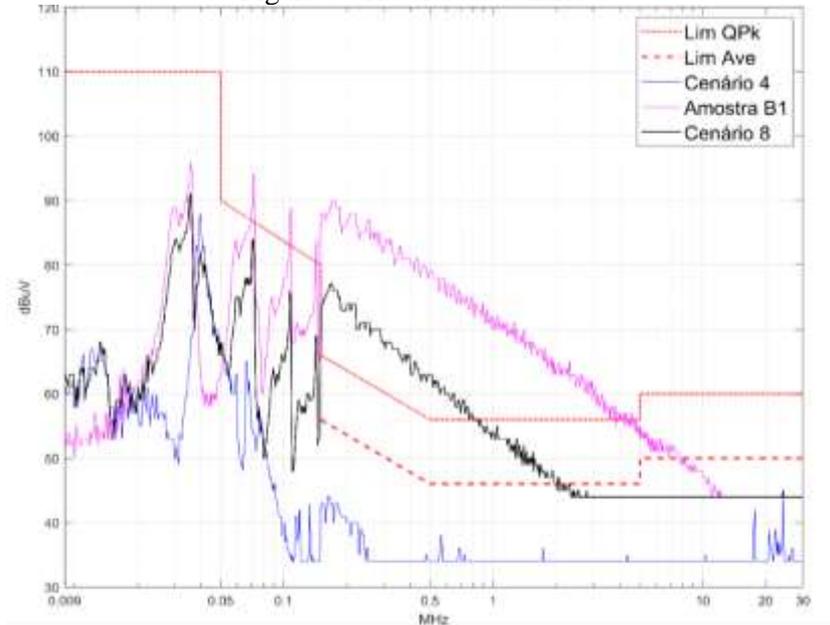
Figura 8 - Resultados cenário 7



Fonte: Autoria Própria, 2021.

O cenário 7, apresentado na Figura 8, exhibe o comportamento do espectro com os acréscimos unitários de amostras dos Grupos A e B. A primeira amostra ensaiada (B1) é uma lâmpada com características diferente, em relação ao fabricante e componentes, das demais inseridas em seguida, além de ter um ruído elevado. Da segunda amostra em diante foram inseridas as amostras do grupo A sucessivamente, onde todas possuem as mesmas características construtivas, fabricante e lote de fabricação, como mostrado na Figura 2, em que o espectro de perturbação do grupo A se mostra reduzido quando comparado com a amostra B1. Sondando o comportamento do espectro ao acréscimo de cada amostra observou-se que: até 0,03 MHz aproximadamente, existe uma tendência a elevação na magnitude da perturbação medida e nas frequências seguintes a tendência foi de redução nos níveis de perturbação.

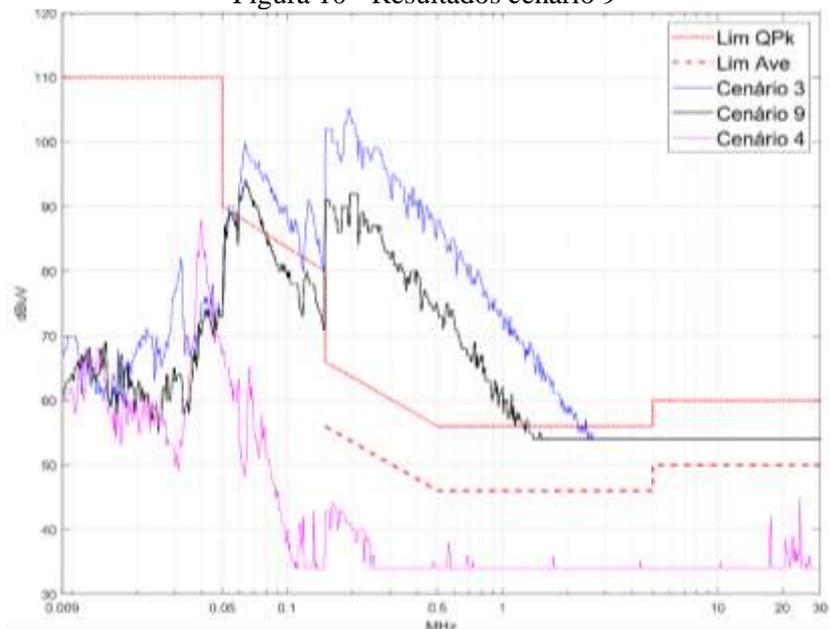
Figura 9 - Resultados cenário 8



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Na Figura 9 é apresentado o resultado das medições do cenário 8 em que foi estudado o comportamento de uma amostra com ruído elevado (B1) em conjunto com diversas amostras com baixos de ruído; com características construtiva e fabricantes diferentes, ou seja, o cenário 4 mostrado na Figura 5. Observou-se que o espectro resultante tende a seguir o comportamento da amostra B1 como também do cenário 4. Nas frequências mais baixas da faixa de análise, percebe-se que a curva do cenário 8 não apresenta elevação ou atenuação significativa, contudo após a frequência de 0,05 MHz observa-se que existe uma redução no nível de perturbação de tal conjunto.

Figura 10 - Resultados cenário 9



Fonte: Autoria Própria, 2021.

No cenário 9, mostrado na Figura 10, foram ensaiadas 14 amostras, sendo elas as referidas no grupo C e D que correspondem aos cenários 3 e 4, respectivamente. Observa-

se que, diferente do que ocorre no cenário 8, a atenuação existente não foi tão expressiva, isso pode ser devido ao fato que nesse cenário existe um número considerável de amostras com o ruído elevado (Grupo C), enquanto no cenário 8 há somente uma amostra de espectro ruidoso elevado (B1). Nesse cenário todas as amostras são diferentes entre si.

IV. CONCLUSÃO

Este trabalho apresenta o comportamento do espectro da frequência das emissões conduzidas de lâmpadas LED, sendo esse tipo de tecnologia escolhida para o estudo por ser a que tem mais propensão a serem a mais vendidas no mercado, devido suas vantagens em termos de eficiência energética.

Com as análises das amostras ensaiadas para este artigo pode-se concluir que existem efeitos de atenuação quando mais de uma amostra é ensaiada em conjunto, contudo não é absoluto em todo o espectro, tendo faixas de frequência com elevação nos efeitos e outras faixas com efeitos não significativos.

Observou-se que, quando o conjunto é formado por amostras de mesmas características construtivas, fabricantes e lotes, o espectro tende a sofrer poucas alterações em relação ao espectro individual, isso podendo existir em função da pouca diversidade de amostras. Verificou-se que a atenuação é mais expressiva quando existem mais amostras com baixa amplitude de perturbações emitidas em relação às amostras com elevados níveis das perturbações emitidas.

A partir dos gráficos apresentados, foi possível verificar padrões nos espectros resultantes dos cenários, como ele segue algumas características das curvas das amostras ensaiadas; em frequências mais baixas da faixa de espectro estudada (9 kHz – 30 MHz) é comumente presente efeitos de elevação nos níveis de emissão e em frequências mais altas são mais presentes os efeitos de atenuação.

Concluindo o artigo, para uma análise inicial, percebe-se que o comportamento dos cenários estudados não é simplesmente a soma algébrica dos seus respectivos espectros e que existem outros fatores que contribuem para o resultado do espectro de um conjunto de amostras operando em paralelo. Sendo assim, torna-se interessante novos estudos no referido tema para que seja possível fazer previsões do comportamento de um sistema quando inserida diferentes cargas que vise antever os problemas de EMI decorrente desse fator.

V. REFERÊNCIAS

AKAGI, H. *et al.* Attenuation of Conducted EMI Emissions from an Inverter-Driven Motor. IEEE, **IEEE Transactions on Power Electronics**, [s. l.], v. 23, ed. 1, p. 282 - 290, 4 jan. 2008. doi: 10.1109/TPEL.2007.911878.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **ABNT NBR IEC/CISPR: Limites e métodos de medição das características de radio perturbação dos equipamentos elétricos de iluminação e similares**, 2019.

CARDOSO, K.R. **Análise de interferência eletromagnética conduzida provocada por inversor de sistema fotovoltaico operando com baixa geração**. 2020. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Fluminense, [S. l.], 2020.

ČUK, V. *et al.* An analysis of diversity factors applied to harmonic emission limits for energy saving lamps. IEEE, **Proceedings of 14th International Conference on Harmonics and Quality of Power - ICHQP 2010**, 9 nov. 2010. doi: 10.1109/ICHQP.2010.5625406.

FORTES, M.Z. *et al.* Análise sobre a qualidade das LFC's disponíveis no Mercado Brasileiro, **Revista Sodebras [on line]**, v.8, n. 92, Ag./2013, ISSN 1809-3957, p.63-66, 2013.

International Electrotechnical Commission – IEC. **CISPR 16-2-1 - Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity - Conducted disturbance measurements**, 2014.

KARIM, F.A. *et al.* Low pass filter installation for reducing harmonic current emissions from LED lamps based on EMC standard. IEEE, **2016 International Conference on Control, Electronics, Renewable Energy and Communications (ICCEREC)**, 16 jan. 2019. doi: 10.1109/ICCEREC.2016.7814966.

OTT, H.W. **Electromagnetic Compatibility Engineering**. [S. l.]: WILEY, 2009.

THOMAS, D. *et al.* Conducted emissions in distribution systems (1 kHz–1 MHz). IEEE, **IEEE Electromagnetic Compatibility Magazine**, v. 2, ed. 2, 2 jul. 2013. doi: 10.1109/MEMC.2013.6550941.

UDDIN, S. *et al.* An analysis of harmonic diversity factors applied to LED lamps. IEEE, **2012 IEEE International Conference on Power System Technology (POWERCON)**, p. 1-5, 2 nov. 2012. doi: 10.1109/PowerCon.2012.6401285.

UDDIN, S. *et al.* **Power quality performance of energy-efficient low-wattage LED lamps**. Elsevier, Measurement, [s. l.], v. 46, ed. 10, p. 1 - 13, dez. 2013. doi: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2013.07.022>.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.



Artigo recebido em 30/08/2021.
Publicado em 28/10/2021.

Revista SODEBRAS – Volume 16
Nº 190 – OUTUBRO/ 2021

AUMENTO DA DISPONIBILIDADE DE PONTES ROLANTES ATRAVÉS DO USO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE

INCREASING THE AVAILABILITY OF CRANE THROUGH THE USE OF QUALITY TOOLS

Etelinda de Deus Araújo¹
Luis Manuel Pio de Sousa²
Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes³
Rômulo Fernandes da Silva⁴
Marcos Ronaldo Albertin⁵

Resumo – Equipamentos como pontes rolantes têm fundamental importância na movimentação de materiais e ferramentas nos sistemas produtivos. Esse tipo de equipamento requer um adequado planejamento de manutenção, sempre visando a segurança das pessoas envolvidas na manutenção e no processo produtivo. Dessa forma, este trabalho foi desenvolvido em uma indústria de grande porte que utiliza pontes rolantes como parte fundamental da produção e tem como objetivo identificar pontos de melhoria nos processos de manutenção com o auxílio das ferramentas da qualidade, para diminuir o tempo de reparo em manutenções planejadas e não planejadas. Foi proposto um modelo com base no ciclo PDCA e aplicado as ferramentas da qualidade. Verificou-se assim uma redução de 18,7%, de modo geral, nos tempos médios de execução das atividades.

Palavras-chave: Pontes Rolantes. Manutenção. Ferramentas da Qualidade.

Abstract – Equipment such as overhead cranes are of fundamental importance in the movement of materials and tools in production systems. This type of equipment requires an adequate maintenance planning, always aiming at the safety of the people involved in the maintenance and production process. This work was developed in a large industry that uses overhead cranes as a fundamental part of production and aims to identify points of improvement in maintenance processes with the help of quality tools, to reduce repair time in maintenance planned and unplanned. A model to be followed based on the PDCA cycle was proposed and the quality tools applied. There was thus a reduction of 18.7%, in general, in the average execution times of activities.

Keywords: Cranes. Maintenance. Quality Tools.

¹ Universidade de Fortaleza. Contato: etelindadeus@hotmail.com.

² Universidade de Fortaleza. Contato: luissousa42@gmail.com.

³ Universidade Federal do Ceará. Contato: hjaguaribe@ufc.br.

⁴ Federal de Ciência Tecnológica do Ceará. Contato:romulosilva96@gmail.com.

⁵ Universidade Federal do Ceará. Contato: albertin@ufc.br.

I. INTRODUÇÃO

A competição entre as indústrias exige cada vez mais qualidade, flexibilidade e rapidez nos sistemas produtivos a partir do uso de equipamentos tecnológicos. De acordo com Vergara *et al.* (2021), o poder de competição de uma indústria depende de contínuos aprimoramentos dos níveis de produtividade, qualidade e eficiência em todos os processos produtivos.

Nesse aspecto, o setor de manutenção de uma empresa tem a grande responsabilidade de garantir a disponibilidade e confiabilidade das máquinas. Segundo Almeida (2014, p.16), a manutenção pode ser entendida como “o conjunto de cuidados e procedimentos técnicos necessários ao bom funcionamento e ao reparo de máquinas, equipamentos, peças, moldes e ferramentas”.

Para que haja a garantia que os equipamentos estão aptos para realizar as funções as quais foram desenvolvidos, atendendo as demandas da produção, os requisitos dos clientes e zelando pela segurança das pessoas envolvidas é fundamental que exista um planejamento de manutenção compatível com a realidade na qual as máquinas estão inseridas, seus parâmetros e condições de uso. Dessa forma, é primordial para as empresas manterem um nível de excelência que seja feito uma revisão nos processos de manutenção, a fim de identificar pontos de melhoria.

A melhoria contínua, ou *kaizen*, é comumente realizado por meio do método PDCA, sigla que do inglês significa planejar, fazer, checar e agir, juntamente com o auxílio das ferramentas da qualidade. Segundo Pezzatto *et al.* (2018), as ferramentas da qualidade apoiam o processo de tomada de decisão e solução de problemas, contribuindo para a elaboração de planos de ação e melhoria contínua dos processos.

Nesse contexto, as pontes rolantes são equipamentos largamente usados no transporte e movimentação de cargas e exigem uma atenção especial para o planejamento de suas manutenções. Por se tratar de máquinas de grande porte, é essencial que os processos de manutenção visem a segurança de todos, evitem qualquer tipo de acidente e garantam a confiabilidade e disponibilidade das pontes que devem atender as demandas do setor produtivo.

Nesse aspecto, a indústria de grande porte estudada possui pontes rolantes que impactam diretamente no seu processo produtivo. Tendo sido recorrente a necessidade de grande quantidade de tempo para a realização de intervenções programadas e não programadas (tempo para reparo), desde o início do processo de manutenção até a conclusão, foi realizado um trabalho a fim de detectar pontos de melhoria no processo de manutenção mecânica desses equipamentos, garantindo uma maior disponibilidade e confiabilidade para o setor produtivo. De acordo com Fogliatto e Ribeiro (2009), um bom desempenho do sistema produtivo está relacionado as paradas do processo. Um aumento no tempo de vida e no melhor rendimento de equipamentos resulta na redução da probabilidade de falhas e paradas.

Por isso, é importante que o método PDCA seja aplicado em conjunto com as ferramentas da qualidade, objetivando a melhoria contínua dos processos de manutenção das pontes rolantes para garantir um trabalho seguro, eficaz e eficiente. Cada etapa desse método é devidamente seccionada e estruturada para que as metas almejadas sejam alcançadas, a melhoria seja feita e o ciclo possa recomeçar, passando novamente pelas etapas de planejamento, execução, checagem e ação, buscando-se continuamente aprimorar o sistema avaliado.

Dessa maneira, este trabalho tem como objetivo analisar a situação atual da manutenção de pontes rolantes de uma indústria de grande porte e por meio das ferramentas da qualidade propor melhorias ao processo de manutenção. Esse estudo foi

desenvolvido com base no método PDCA no qual cada etapa do ciclo representa uma etapa no projeto.

O artigo está dividido em cinco seções: inicialmente tem-se a introdução do trabalho com sua contextualização, justificativa e objetivo. A segunda seção é a revisão bibliográfica onde será explanado sobre manutenção, as ferramentas e o método que foram utilizados. Na terceira seção a metodologia é apresentada e é realizado o detalhamento de cada etapa do ciclo que foi executado. Na quarta seção, os resultados e discussões, foi coleta e análise de dados, bem como os resultados obtidos e sua discussão. Na quinta seção, apresenta-se as considerações finais e sugestões de trabalhos futuros.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 – *Manutenção industrial, conceitos e definições*

Na indústria, a manutenção tem a função de garantir a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos, com o intuito de atender as demandas dos seus clientes internos e externos. Segundo Gregório e Silveira (2018, p. 16) a

“confiabilidade é a capacidade que um item tem de desempenhar, de forma satisfatória, uma função requerida sob condições especificadas durante um dado intervalo de tempo [...]” e “disponibilidade ocorre quando um item está em condições de executar uma certa função em um determinado instante ou durante um intervalo de tempo preestabelecido”.

Ao longo da sua história, o conceito de manutenção amadureceu e foram desenvolvidos tipos de manutenção que, combinadas, suprem as necessidades das indústrias. Branco Filho (2008), apresenta três tipos básicos de manutenção: corretiva, preventiva e preditiva e suas variações.

As manutenções corretivas podem ser planejadas ou não e são realizados após uma falha, que de acordo com a norma ABNT 5.462 é o “término da capacidade de um item desempenhar a função requerida” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p. 3). A manutenção corretiva não é planejada quando deve ser feita de maneira imediata, emergencial e não puder ser adiada (BRANCO FILHO, 2008). Portanto, a máquina está parada e conseqüentemente a fábrica não está produzindo. Por outro lado, a manutenção corretiva planejada ocorre quando “um equipamento pode ser mantido em serviço apesar de não mais satisfazer a plenitude de suas funções” (BRANCO FILHO, 2008, p. 35), ou seja, é possível aguardar para realizar a intervenção na máquina em um momento oportuno, pois o problema apresentado não é grave a ponto de prejudicar severamente a produção.

A manutenção preventiva tem o intuito de prevenir que ocorram os prejuízos que as falhas e as paradas inesperadas geram, sendo então realizadas antes das falhas, quando a máquina está em condição de operação. São programadas com base na vida útil das peças utilizadas na máquina, estudo dos registros das ocorrências de manutenções corretivas e conhecimento das particularidades dos equipamentos (ALMEIDA, 2014). A manutenção preventiva pode ser baseada nas condições, cujo gatilho é a detecção de que algum parâmetro da máquina não está conforme o padrão determinado para o bom funcionamento, ou pode ser sistemática, é realizado de forma periódica baseado em alguma medida, como horas de funcionamento, tempo transcorrido e quilômetros rodados (BRANCO FILHO, 2008).

Por fim, a manutenção preditiva tem:

“a finalidade de verificar as reais condições das peças e dos componentes de uma determinada máquina [...] e com isso acompanhar os fenômenos decorrentes dos defeitos e planejar uma operação de manutenção [...]” (ALMEIDA, 2015, p. 23).

Defeito, pela norma ABNT 5.462 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (1994, p. 3) é “qualquer desvio de uma característica de um item em relação aos seus requisitos”. Dessa forma, Branco Filho (2008) diz que as operações de manutenção que serão planejadas após uma manutenção preditiva poderão ser classificadas como manutenção preventiva baseada na condição ou manutenção corretiva, dependendo se já houve a falha ou não. Exemplos de manutenções preditivas são as inspeções periódicas.

Desses três tipos de manutenção surgem as Ordens de Serviço (OS) e os planos de manutenção. Chaves (2019), explica que a OS contém informações importantes sobre o serviço executado, quem executou, quando executou e em qual máquina foi feita a intervenção. A OS pode surgir a partir de um plano de manutenção, preventivo ou preditivo, ou da necessidade de ação corretiva no equipamento. Para Viana (2020), o que diferencia a OS do plano de manutenção é a periodicidade e enfatiza que os seguintes elementos são fundamentais: as atividades que serão realizadas, os materiais que serão utilizados, o tempo previsto para cada atividade e a periodicidade.

2.2 – Pontes rolantes

Segundo Soares (2011, p. 5):

“pontes rolantes são equipamentos utilizados para içar objetos, através de um guincho que é montado numa estrutura móvel, conhecido como carro guincho, o que lhe garante a capacidade de se mover horizontalmente sob carris montados numa ou duas vigas”.

A escolha do tipo de ponte rolante que será utilizado na indústria depende da aplicação.

Silva (2017) explica que as pontes rolantes variam de acordo com o trilho e quantidade de vigas principais. Em relação ao trilho as pontes rolantes podem ser suspensas ou apoiadas, no trilho suspenso a viga principal se desloca por baixo do trilho, quando a ponte é apoiada, o deslocamento da viga principal é feito sob o trilho. Em relação ao número de vigas, as pontes podem ser univigas, apenas uma viga principal, ou bivigas, duas vigas principais, e a diferença está nas pontes rolantes bivigas poderem transportar cargas de peso elevado.

Ainda segundo Silva (2017), os principais componentes das pontes rolantes são: viga principal, cabeceiras, carro guincho, *trolley* e talha.

Viga principal: O carro guincho e a talha são fixados na viga principal. Responsável pela movimentação para frente e para trás.

Cabeceira: Responsável pelo movimento de translação da viga. É formado por conjunto de rodas, caixa de engrenagem e motores elétricos.

Carro guincho: Realiza o deslocamento sobre a viga principal e é onde está fixado a talha. É formado por conjunto de rodas, caixa de engrenagem e motores elétricos.

Trolley: Realiza o deslocamento sobre a viga principal, geralmente utilizado em pontes rolantes do tipo univiga em substituição do carro guincho. Contém motor elétrico e caixa de engrenagem.

Talha: Responsável pela elevação da carga. Contém motor elétrico no qual é enrolado o cabo de aço.

2.3 – Ferramentas da qualidade

Conforme Sampaio *et al.* (2020), atualmente, as empresas tomaram consciência de que a qualidade é uma vantagem competitiva, uma vez que as empresas passaram a fornecer seus produtos e serviços em qualquer parte do mundo, com o advento da globalização.

Dentre as ferramentas, as que são comumente usadas para a resolução de problemas são: ciclo PDCA, brainstorming, 5S, carta de controle, diagrama de causa e efeito, listas de verificações, histograma, diagrama de dispersão, fluxogramas e 5W2H (LOBO; LIMEIRA; MARQUES, 2015).

2.3.1 – Ciclo PDCA

O ciclo PDCA é um método da gestão da qualidade e de acordo com Carpinetti e Gerolamo (2019, p.13) “é um método iterativo para a condução de atividades de melhoria, que consiste em quatro grandes fases: planejar (*plan*), executar (*do*), avaliar (*check*) e agir (*act*)”. O método PDCA deve ser aplicado continuamente, como o ciclo que normalmente é utilizado para representá-lo, ele permite “identificar e alterar as partes de um projeto que necessitam de melhorias (LOBO; LIMEIRA; MARQUES, 2015, p. 111).

Segundo Lobo (2010, p. 40) “a utilização correta dessa ferramenta permite à empresa crescer sempre com uma base sólida, promovendo assim uma melhoria contínua [...]”. As etapas do ciclo PDCA são assim definidas por Sampaio (2020):

Planejamento (P) – Onde as metas são definidas e os métodos que serão utilizados para alcançá-las;

Execução (D) – Onde as atividades são realizadas de acordo com o planejamento feito na etapa passada. Nessa etapa é importante fazer o treinamento das pessoas envolvidas do projeto de melhoria. Também é feito a coletas de dados que serão utilizados na próxima etapa;

Verificação (C) – Ondes os dados coletados são compilados e o resultado obtido é comparado com o resultado almejado, a meta que foi planejada na primeira etapa;

Atuação corretiva (A) – Com base nos resultados obtidos, caso a meta tenha sido alcançada o plano proposto deve ser adotado como padrão, caso a meta não tenha sido alcançada deve-se agir corretivamente e identificar as causas do não atingimento das metas estipuladas.

2.3.2 – Brainstorming

O *Brainstorming* traduzido do inglês significa tempestade cerebral, é uma técnica de criatividade em grupo onde os membros do grupo colocam em pauta o maior número possível de ideias sobre um determinado assunto e não há julgamentos se as ideias são válidas ou não. Após esse momento as ideias são filtradas, sendo as repetidas descartadas juntamente com as ideias que não aplicam àquela situação discutida, as ideias restantes são juntadas e, se for possível, complementadas (LOBO; LIMEIRA; MARQUES, 2015).

Paladini (2019, p. 214) diz que:

“[...] as reuniões começam sem roteiro e acabam estruturadas e organizadas, após certo tempo de uso da técnica [...]. Os participantes vão descobrindo formas de melhorar sua eficiência e, com isso, as ideias acabam crescendo em qualidade”.

2.3.3 – Programa 5S

O programa 5S surgiu no Japão e contém 5 palavras iniciadas com S que traduzido do japonês significam senso de utilização (*seire*), senso de ordenação (*seiton*),

senso de limpeza (*seiso*), senso de saúde e segurança (*seiketsu*) e senso de autodisciplina (*shitsuke*) (YEMAL; GUERREIRO; MOREIRA FILHO, 2018). Segundo Lobo, Limeira e Marques (2015), cada senso pode ser assim explicado:

Senso de utilização: avaliar se os itens que estão naquele local de trabalho são realmente necessários e eliminar os itens desnecessários;

Senso de ordenação: organizar os itens de trabalho para que eles sejam facilmente encontrados;

Senso de limpeza: limpar o local de trabalho;

Senso de saúde e segurança: manter os padrões de limpeza e organização, tudo deve estar no seu devido lugar;

Senso de autodisciplina: todas as pessoas devem estar envolvidas e comprometidas com o programa, deve-se fazer o certo sem ser dito.

Souza (2018, p. 110) afirma que “o objetivo desta ferramenta é a busca de mudança no comportamento e nos hábitos das pessoas, para criar um ambiente de qualidade no trabalho e melhorar a qualidade de vida de todos”. Com essa mudança de comportamento o ambiente de trabalho fica mais organizado, torna-se mais fácil, por exemplo, encontrar as ferramentas e peças de trabalho quando são necessárias, diminuindo o tempo entre o início e a conclusão de uma atividade (*lead time*). Por isso é importante a prática de todos os sentidos, em especial o senso de autodisciplina, que garante que os outros quatro sentidos serão realizados de forma autônoma.

2.3.4 – Diagrama de causa e efeito

O diagrama de causa e efeito, também conhecido como diagrama de Ishikawa, diagrama de espinha de peixe ou diagrama 6M é uma ferramenta que relaciona o efeito, ou resultado de um processo, e as causas, ou fatores que influenciaram nesse resultado. O nome 6M se dá por causa dos aspectos que são avaliados: mão de obra, materiais, máquinas, métodos, meio ambiente e medição.

A vantagem de se utilizar essa ferramenta é explicada por Kirchner, Kaufmann e Schmid (2008, p. 88) que diz que “o diagrama de Ishikawa dá uma visão global ordenada de todas as influências sobre um problema”, ou seja, é possível visualizar todos os fatores (causas) que influenciaram e culminaram na ocorrência daquele problema (efeito). Kirchner, Kaufmann e Schmid (2008) ainda indicam o passo a passo para elaboração do diagrama de causa e efeito:

1º passo: Descrever o problema estudado no lado direito do diagrama.

2º passo: As possíveis causas são discutidas em um *brainstorming*.

3º passo: As causas relevantes são classificadas de acordo com os aspectos do diagrama.

2.3.5 – 5W2H

A sigla 5W2H vem do inglês e significa o que (*what*), quem (*who*), onde (*where*), quando (*when*), como (*how*) e quanto (*how much*).

É interessante utilizar essa ferramenta pois é uma forma de organizar o plano de ação para a resolução de problemas. Esse documento registra as ações e as pessoas ou áreas responsáveis e permite o direcionamento para se atingir o planejado. Souza (2018, p. 110) afirma essa vantagem do uso dessa ferramenta, pois ela:

“permite que um processo em execução seja dividido em etapas, estruturadas a partir das perguntas, com o intuito de serem encontradas falhas que impedem o término adequado do processo. O 5W2H também pode ser utilizado para criar um plano de ação para atingimento das metas e para a busca constante da melhoria contínua”.

2.3.6 – 5 por quês

Uma forma simples de solucionar problemas e encontrar a causa raiz é a ferramenta chama 5 por quês. Essa ferramenta consiste em perguntar “por quê?” repetidas vezes até a causa raiz ser encontradas. Fonseca e Miyake (2006, p. 7) explicam que:

“embora esta abordagem seja chamada de 5 Por Quês, o número cinco não importa, mas sim a prática de ir repetindo a pergunta “por quê” até que a causa raiz seja identificada”.

2.3.7 – Gráfico de Pareto

O gráfico de Pareto, também chamado de diagrama de Pareto, é construído por um gráfico de barras verticais, no qual os dados estão organizados em ordem decrescente e há uma curva cumulativa em porcentagem. Para Pezzatto (2018, p. 96) por meio do diagrama de Pareto:

“é possível identificar quais problemas devem ser resolvidos e a prioridade de resolução, bem como classificar as causas dos defeitos ou não conformidades por ordem de frequência”.

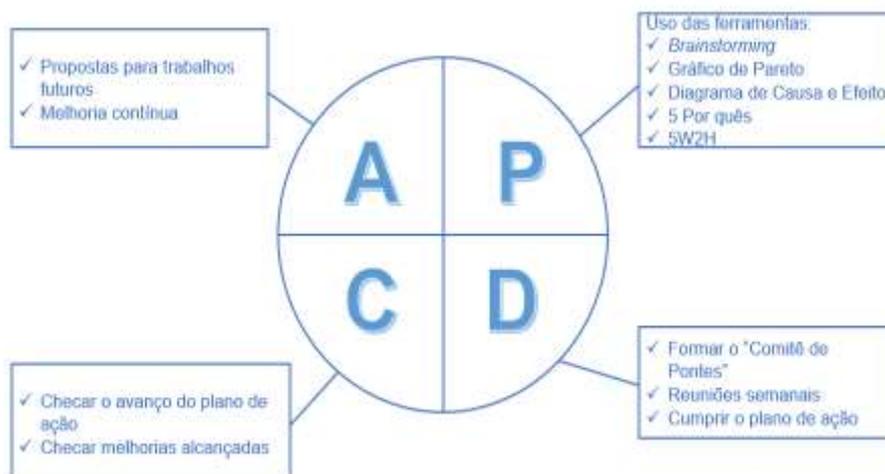
Dessa forma, é uma ferramenta de priorização que fornece um ponto de partida para o início da resolução de problemas. É uma ferramenta interessante pois tem como base que 80% dos problemas são causados por apenas 20% das causas. Por isso, com a curva cumulativa em porcentagem, o ideal é selecionar os itens do eixo x que somados representam 80% dos problemas avaliados e propor tratativas para os mesmos.

III. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho tem natureza descritiva, de abordagem qualitativa e quantitativa, sendo um estudo de caso sobre a utilização do ciclo PDCA e das ferramentas da qualidade nos processos de manutenção em uma indústria de grande porte que utiliza pontes rolantes para movimentação interna tanto de matéria prima, produto semiacabado, produto acabado e de outros maquinários.

Para atingir o objetivo de detectar pontos de melhoria nos procedimentos de manutenção das pontes rolantes e implementá-los foi necessário, primeiramente, propor um modelo a ser seguido com base no ciclo PDCA, no qual cada etapa do ciclo é uma etapa do projeto, como pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 – Modelo proposto com base no PDCA



Fonte: Adaptado de Lobo 2010.

Dessa forma a primeira etapa de planejamento foi iniciada com um *brainstorming* com toda equipe da manutenção mecânica, elétrica e planejamento e controle da manutenção (PCM). No *brainstorming* foi colocado em pauta todos os aspectos que podem influenciar na demora para o reparo e retomada da produção (*lead time*) em atividades programadas e não programadas.

Foi verificada a quantidade em minutos de parada para manutenção preventiva (cumprimento do plano preventivo e corretivas planejadas) e paradas emergenciais (corretivas não programadas) e com o intuito de concentrar as ações nos sistemas das pontes rolantes mais representativos no aspecto tempo de reparo foi feito um gráfico de Pareto com as informações do sistema de manutenção utilizado pela empresa. Para isso os dados de julho a dezembro de 2020 foram compilados e os 20% das causas que são responsáveis por 80% dos problemas foram identificados.

Posteriormente foi feito um diagrama de causa e efeito para identificar quais aspectos dos 6M influenciavam mais no aumento do *lead time* de manutenção. Para os principais itens identificados no gráfico de Pareto, foi utilizada a ferramenta dos 5 por quês para detectar a causa raiz. Para cada causa raiz foi elaborado um plano de ação 5W2H com os respectivos responsáveis e prazos.

Com o plano de ação elaborado, seguiu-se para etapa de execução do PDCA. Foi formado um grupo dedicado às ações de pontes, chamado “comitê de pontes”. O grupo é composto por uma analista, um técnico de mecânica e um técnico de elétrica e teve o apoio de líderes, coordenadores e gerentes da manutenção. Esse comitê se reunia semanalmente para apresentar os indicadores de desempenho com foco nas atividades de manutenção das pontes rolantes, bem como para discutir sobre o planejamento semanal e visualizar as operações para os próximos 6 meses que estavam previstas para ocorrer.

A fabricante das pontes rolantes foi acionada e uma equipe de terceiros foi instalada dentro da indústria para realizar inspeções periódicas e fazer a coleta de dados da caixa preta do equipamento que contém informações sobre o número de elevações, impulsos, horas de elevação e sobrecargas, que ajudam na medição da vida útil das máquinas.

O comitê, que era responsável por sincronizar as manutenções preventivas e corretivas com as inspeções programadas da equipe de terceiros, foi responsável por revisar os planos de manutenção das pontes rolantes, revendo as atividades, periodicidade, tempo e material. Também foi responsável pela elaboração de uma lista de ferramentas especiais que são necessárias na manutenção desse tipo de equipamento e pela realização do 5S na oficina que foi disponibilizada para as peças de pontes rolantes.

Essas ações geraram os dados para esse estudo de caso, que foram coletados entre fevereiro a junho de 2021 e utilizados na etapa de verificação. Os dados foram analisados com o auxílio de planilhas do programa Excel e gráficos do programa Power BI e os resultados obtidos foram comparados com os resultados esperados.

Na última etapa de ação do PDCA, com base nos resultados obtidos, foi verificado o atingimento do objetivo inicial proposto, e então, novas ações para a melhoria contínua dos processos de manutenção de pontes rolantes foram planejadas, recomeçando o PDCA.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 – Primeira etapa: Planejamento

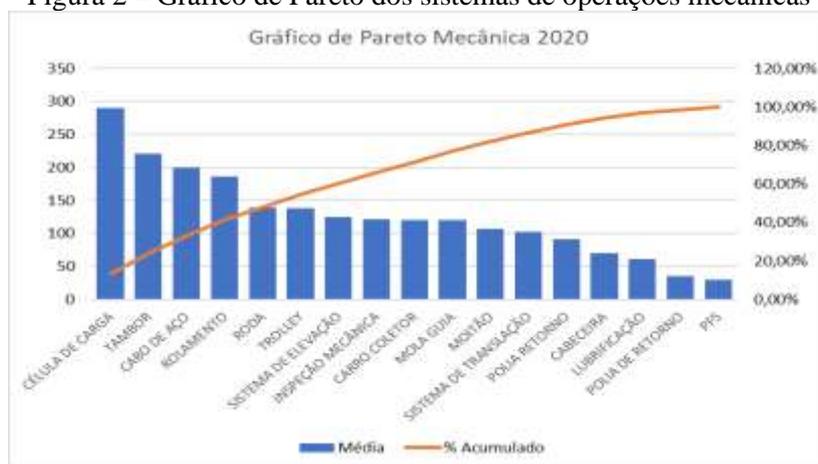
Na etapa de planejamento foi feita uma reunião com os representantes da manutenção mecânica, elétrica e PCM nas qual foi abordada a atual situação do processo de manutenção de pontes rolantes. A questão com maior impacto na produção, colocada em pauta, foi a necessidade de grande intervalo de tempo para reparo em operações planejadas e não planejadas.

Após a reunião foi feita uma análise estatística dos tempos de parada de manutenção preventiva e emergencial com os seguintes valores médios:

- a) para o time de mecânica eram necessários 114 minutos para realizar uma manutenção preventiva e 395 minutos para uma manutenção emergencial;
- b) para o time de elétrica eram necessários 126 minutos para manutenção preventiva e 152 minutos para manutenção emergencial;
- c) de forma geral elétrica e mecânica necessitam em média 124 minutos para realizar os reparos.

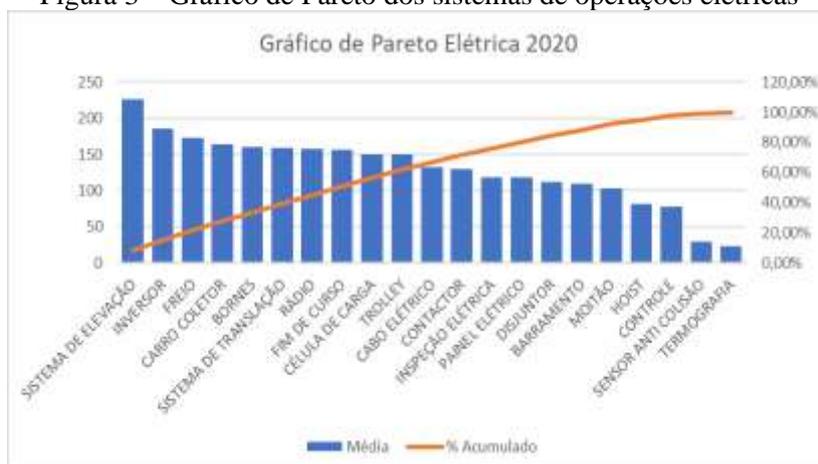
Com o objetivo de identificar quais os sistemas das pontes rolantes exigem maior tempo de manutenção foi feito um levantamento com as OS finalizadas no período de julho e dezembro de 2020. Foi utilizado o tempo médio de execução, dessa forma o valor em minutos significa a quantidade de tempo que uma OS fica aberta, para cada tipo de sistema das pontes rolantes, até ser finalizada. Foram feitos dois gráficos, um para as atividades que foram atendidas pela manutenção mecânica e outro para a manutenção elétrica. Os gráficos feitos e os dados foram tratados com o auxílio do Excel e podem ser vistos nas Figuras 2 e 3.

Figura 2 – Gráfico de Pareto dos sistemas de operações mecânicas



Fonte: Elaborada pelos autores 2021.

Figura 3 – Gráfico de Pareto dos sistemas de operações elétricas



Fonte: Elaborada pelos autores 2021.

No gráfico da Figura 2 é possível ver que os sistemas das operações classificadas como manutenção mecânica que representam aproximadamente 80% do tempo médio

das atividades realizadas no segundo semestre de 2020 são célula de carga, tambor, cabo de aço, rolamento, roda, *trolley*, sistema de elevação, inspeção mecânica, carro coletor, mola guia e moitão.

No gráfico da Figura 3 os sistemas da manutenção elétrica que representam aproximadamente 80% do tempo de duração das atividades são: sistema de elevação, inversos, freio, carro coletor, bornes, sistema de translação, rádio, fim de curso, célula de carga, *trolley*, cabo elétrico, contactor, inspeção elétrica e painel elétrico.

Essa etapa de construção do gráfico de Pareto foi importante para definir quais sistemas precisavam ser tratados como prioridade, pois para realizar as manutenções planejadas tanto da equipe mecânica quanto da equipe elétrica as pontes precisam estar parada e algumas vezes desenergizadas. Como as pontes rolantes são equipamentos fundamentais para o processo produtivo, quando há uma parada planejada, e, no pior cenário, uma parada não planejada, significa que a indústria não está produzindo.

Posteriormente, iniciou-se o uso das ferramentas da qualidade com a realização de um brainstorming para levantar todas as possíveis causas da demora para o reparo e da lista de sugestões foram selecionadas as causas mais coerentes e elaborado um diagrama de causa e efeito com a finalidade de encontrar as causas que deveriam ser tratadas.

Com base no diagrama de causa e efeito foi utilizada a ferramenta dos 5 por quês para se obter as causas raiz de cada item preenchido no diagrama. O último por quê encontrado trata-se da causa raiz do problema abordado.

Subsequentemente foi preenchida a tabela do 5W2H para a elaboração do plano de ação para tratar cada causa raiz encontrada. Optou-se por preencher até o quinto “W” (*when*), traduzido do inglês significa “quando”, pois todo o plano de ação foi realizado pelos funcionários da empresa dentro do local de trabalho.

Com essas informações foi possível estabelecer as metas e objetivos que norteiam esse trabalho e quais ferramentas e métodos serão utilizados na etapa de execução. Dessa forma, estabeleceu-se a meta de diminuir o tempo médio necessário para as atividades em 15%.

4.2 – Segunda etapa: Execução

Na etapa de execução o plano de ação foi realizado e ao longo do processo outras ações de melhorias foram feitas. O Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) contratou o serviço da empresa fabricante das pontes rolantes e dois técnicos em eletromecânica foram designados para atender a indústria, realizar manutenções preventivas e inspeções detalhadas e completas sobre o atual estado das pontes rolantes. O intuito desse contrato era que os técnicos da fabricante compartilhassem os conhecimentos específicos sobre as pontes rolantes que ajudassem na manutenção e diminuísse o tempo que os técnicos da indústria estudada precisavam para detectar algum problema ou executar alguma atividade. Dessa forma, toda vez que era necessário realizar alguma intervenção programada ou não programada nos equipamentos as operações eram designadas para os técnicos da indústria e da empresa fabricantes realizarem juntos. O contrato foi firmado até o final de 2021.

Uma equipe chamada Comitê de Pontes foi formada para atendimento exclusivo para as atividades de pontes rolantes. Essa equipe foi constituída por um analista de manutenção, um técnico de mecânica, um técnico de elétrica e contava com o apoio de líderes, coordenadores e gerentes das áreas de manutenção. Essa equipe ficou responsável pelo planejamento, programação e acompanhamentos das manutenções preventivas e corretivas, planejadas e não planejadas. Semanalmente essa equipe se reunia com os coordenadores de manutenção para apresentar o planejamento da

próxima semana e programar as paradas de máquina com os responsáveis da área produtiva.

Essa mesma equipe realizou a revisão dos planos de manutenção e algumas inconsistências foram encontradas, como material alocado errado no sistema de manutenção, ordens com frequência incorreta, operações alocadas em uma ordem que não são capazes de serem realizadas em uma única parada por necessitarem de mais de 8 horas de paradas, sendo o ideal separa em várias ordens. Um exemplo é uma ordem de manutenção preventiva para trocar as 8 rodas de translação da ponte rolante. É uma atividade que necessita de pelo menos 8 horas de parada. Foi sugerido ao PCM dividir essa ordem de troca de 8 rodas em várias ordens de troca de 2 rodas, que é uma quantidade possível de ser trocada em uma parada de 2 horas.

O comitê também elaborou uma lista com ferramentas que deveriam ser compradas ou alugadas e que auxiliariam na diminuição do tempo para reparo das atividades. Uma ferramenta que contribuiu bastante foi o macaco hidráulico utilizado para a troca das rodas. Antes era utilizado o macaco hidráulico tipo garrafa e agora é usado o tipo unha. A diferença é que o macaco hidráulico tipo unha com capacidade de levantar as pontes rolantes para a troca das rodas é menos robusto e mais fácil de utilizar que o macaco hidráulico tipo garrafa, que para conseguir levantar a ponte rolante deveria ser muito robusto, logo ser muito pesado e inviável de se trabalhar em altura. Outro exemplo que foi implantado é o uso do caminhão munk para as atividades de substituição de peças pesadas, antes era feita uma amarração de cordas, o que demandava muito tempo para realização.

Foi criado um *dashboard* com o auxílio do Power BI e Excel no qual os indicadores de realizado x planejado, ordens abertas e tempo de parada eram semanalmente apresentados e acompanhados. O *dashboard* foi apresentado para a gerência de manutenção, gerência de segurança e saúde e diretoria da fábrica. Como pontes rolantes são equipamentos robustos e de alta criticidade elas são consideradas itens de segurança.

Foi criado um documento no Google *Forms* para registrar os momentos em que as pontes não são liberadas para realizar a manutenção por parte da produção, mesmo tendo sido planejado e acordado com os responsáveis da área. Para realizar a manutenção nesse equipamento é necessário uma plataforma elevatória e toda equipe é preparada para trabalhar em altura. Quando uma manutenção que é programada não é realizada é possível que o prazo para a execução vença, perde-se a oportunidade de verificar problemas de funcionamento e na próxima manutenção mais atividades deverão ser feitas, pois houve o acúmulo. Além da questão da segurança, pois a falha que levou a uma manutenção corretiva poderia ter sido identificada caso a programação tivesse sido cumprida.

Por fim, foi designado um local para armazenar as peças de reposição e que estão aguardando reparo. Nesse local foi feito um 5S e foi criado uma bancada para testes com a finalidade de identificar anomalias, especialmente para testes em redutores, pois dessa forma qualquer problema com o redutor seria identificado antes de realizar a sua montagem na ponte, assim um redutor reserva que foi previamente testado é colocado na ponte e o redutor que apresentou problema é consertado na bancada. Para os redutores, rodas e roldanas foram criados cartões de identificação, para facilitar e agilizar a manutenção, pois nos cartões já é possível verificar as características das peças e para quais modelos de pontes rolantes podem ser usados.

4.3 – Terceira etapa: Verificação

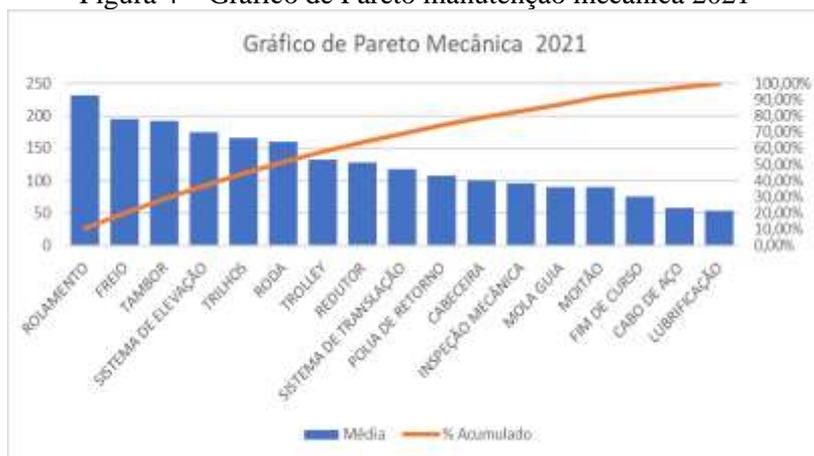
Após o cumprimento do plano de ação e da aplicação das melhorias propostas foi feito o acompanhamento do tempo de execução das atividades, uma nova análise estatística do tempo de parada para atividades programada e emergenciais foi realizada

e novos gráficos de Pareto para as atividades mecânica e elétricas foram feitos e o resultado final foi comparado com o inicial e com a meta proposta.

Com a nova análise estatística foi verificado que para o primeiro semestre de 2021 o time de mecânica necessitou em média de 104 minutos para manutenções programadas e 234 minutos para manutenções emergenciais e o time de elétrica necessitou de 96 minutos para manutenções programadas e 119 minutos para manutenções emergenciais, totalizando 100 minutos em média para as duas equipes realizarem uma manutenção nas pontes rolantes.

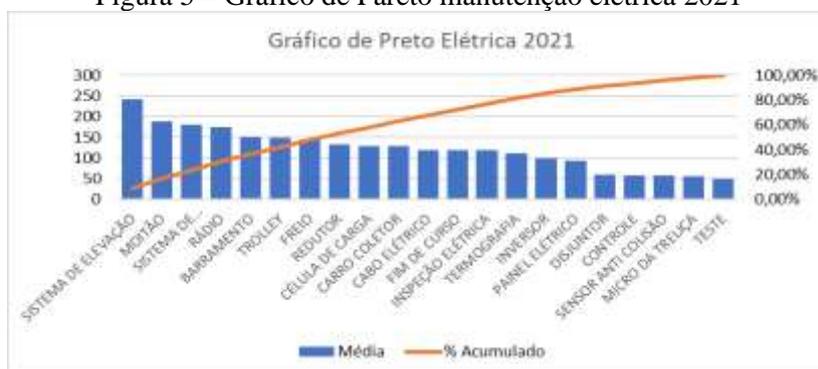
O gráfico de Pareto das atividades mecânicas pode ser visto na Figura 4 e das atividades elétricas pode ser visto na Figura 5.

Figura 4 – Gráfico de Pareto manutenção mecânica 2021



Fonte: Elaborada pelos autores 2021.

Figura 5 – Gráfico de Pareto manutenção elétrica 2021

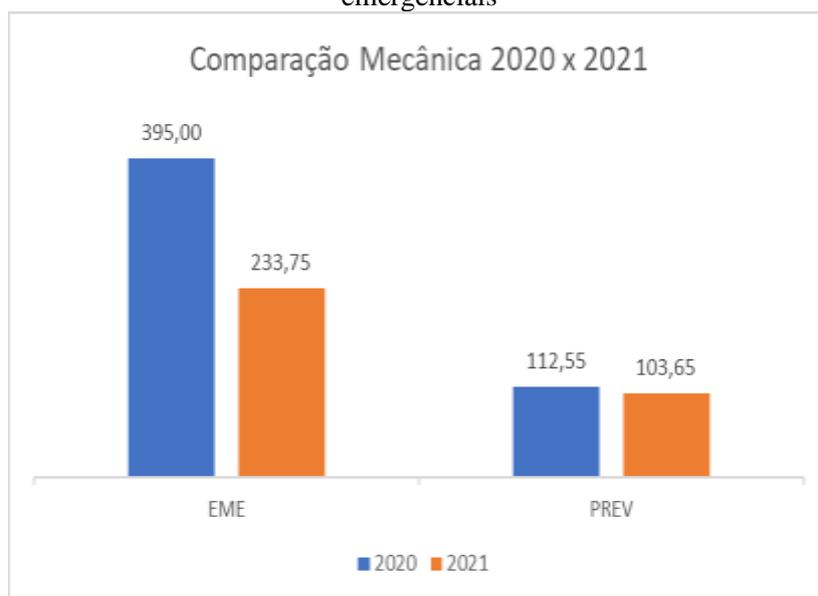


Fonte: Elaborada pelos autores 2021.

Dessa forma é possível verificar houve redução do tempo de intervenção nos sistemas que configuravam os 80% dos gráficos de Pareto da manutenção mecânica e elétrica do segundo semestre de 2020 quando comparado com os gráficos de Pareto do primeiro semestre de 2021.

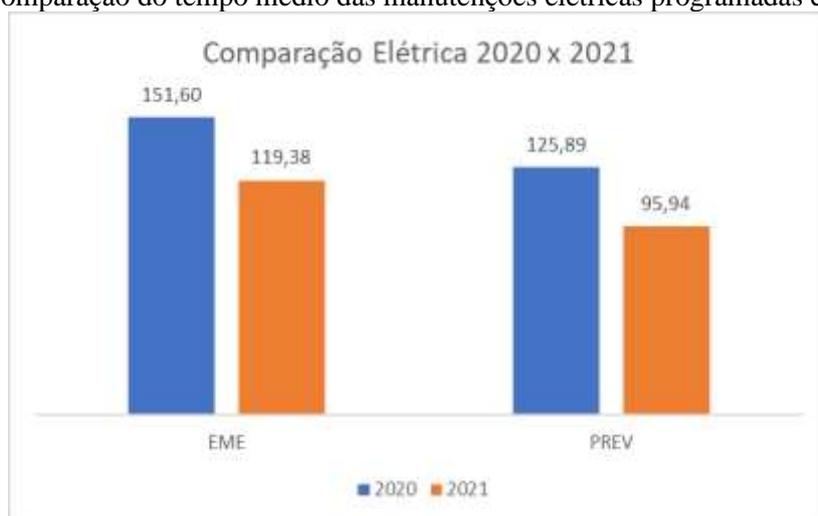
Além disso, observando de forma generalizada, o tempo necessário para realização de manutenções programadas e corretivas diminuiu, como pode ser visto na Figura 6 e Figura 7.

Figura 6 – Comparação do tempo médio das manutenções mecânicas programadas e emergenciais



Fonte: Elaborada pelos autores 2021.

Figura 7 – Comparação do tempo médio das manutenções elétricas programadas e emergenciais



Fonte: Elaborada pelos autores 2021.

Dessa maneira, com a conclusão do plano de ação foi possível realizar uma redução de 18,7% no tempo médio de intervenção mecânica e elétrica, tanto manutenção programada quanto emergencial. De forma mais detalhada, na manutenção mecânica houve uma redução de 7,9% nas atividades programadas e 40,8% nas atividades emergenciais, na manutenção elétrica houve uma redução de 23,8% nas atividades programadas e de 21,3% nas atividades emergenciais.

4.4 – Quarta etapa: Ação corretiva

Na última etapa do ciclo PDCA foi verificado que a meta de diminuição de 15% no tempo de intervenção programa e emergência nas pontes rolantes foi atingida, dessa forma o plano de ação foi tornado padrão e as boas práticas adotadas durante a execução deste trabalho também foram padronizadas e aplicadas para as manutenções futuras, tanto preventivas como corretivas.

V. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O atual mercado global exige que as empresas sejam cada vez mais eficientes e competitivas. Na área industrial a eficiência dos sistemas produtivos está diretamente ligada à disponibilidade dos seus equipamentos. Isso torna a manutenção uma área essencial e estratégica para empresa. Este estudo de caso objetivou reduzir os tempos médios de manutenção das pontes rolantes através do uso de ferramentas da qualidade como PDCA, Diagrama de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, *Brainstorming*, Programa 5S, 5 Porquês e Plano de Ação.

A metodologia seguiu a lógica do ciclo PDCA. Na primeira etapa, “Planejamento”, foram identificados os problemas com a manutenção, em específicos os tempos para realização de manutenções preventivas e emergenciais em duas áreas, elétrica e mecânica, da empresa estudada. Com auxílio de ferramentas como gráfico de Pareto, diagrama de Ishikawa e método dos 5 porquês foram encontradas as causas, resultando num plano de ação moldado pelo 5W2H. Na segunda etapa “Execução”, foram realizadas algumas tarefas na empresa destinadas às melhorias das manutenções das pontes rolantes, como o compartilhamento do conhecimento da empresa fabricante dos equipamentos, revisão dos planos de manutenção, elaboração de processos mais detalhados de controle através de ferramentas computacionais.

Na terceira etapa “Verificação” foram analisados os resultados das ações tomadas, observando as reduções consideráveis nos tempos médios para manutenção dos equipamentos. Na área da mecânica, houve redução de 7,9% do tempo de realização para atividades programadas e 40,8% em atividades emergenciais. Já na elétrica a redução nas atividades programadas foi de 23,8% e nas emergenciais de 21,3%. De forma geral houve uma redução de 18,7% do tempo médio de manutenção, valor este que na última etapa, “Ação Corretiva”, foi verificado ter atingido a meta especificada no plano de ação.

Dessa forma pode-se considerar que o trabalho documentado foi positivo, mostrando assim a eficácia de um uso estruturada das ferramentas da qualidade. Foi possível a redução nos tempos médios de manutenção, elevando assim a disponibilidade dos equipamentos de forma a garantir uma maior disponibilidade das pontes rolantes.

Para trabalhos futuros é sugerido uma pesquisa dedica á rodas, pois foi verificado que entre os componentes das pontes rolantes, esse era o que mais apresentava falha sem motivo aparente. Pode-se analisar essa situação com base nas normas regulamentadores e no manual do equipamento.

VI. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Manutenção mecânica industrial**: conceitos básicos e tecnologia aplicada. São Paulo: Érica, 2014. E-book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536519791/cfi/2!/4/4@0.00:0.434>. Acesso em: 20 fev. 2021.

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Manutenção mecânica industrial**: princípios técnicos e operações. São Paulo: Érica, 2015. E-book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536519807/cfi/2!/4/4@0.00:3.94>. Acesso em: 20 fev. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462**: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.

BRANCO FILHO, Gil. **A organização, o planejamento e o controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2008.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro; GEROLAMO, Mateus Cecílio. **Gestão da qualidade ISO 9001:2015: requisitos e integração com a ISSO 14001:2015**. São Paulo: Atlas, 2019. E-book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597007046/cfi/6/10!/4/2@0:0>. Acesso em: 18 mar. 2021.

CHAVES, André Rodrigues. **Plano de manutenção preventiva aplicado a uma plataforma elevatória de acessibilidade**. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. Disponível em: <https://monografias.ufrn.br/jspui/handle/123456789/8975>. Acesso em: 27 fev. 2021.

FOGLIATTO, Flavio Sanson.; RIBEIRO, José Luís Duarte. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. São Paulo: Campus; Elsevier, 2009.

FONSECA, Augusto V. M.; MIYAKE, Dario Ikuo. **Uma análise sobre o Ciclo PDCA como um método para solução de problemas da qualidade**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 26, 2006, Fortaleza. Anais eletrônicos [...]. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2006. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR470319_8411.pdf. Acesso em: 09 mar. 2021.

GREGÓRIO, Gabriela Fonseca Pereira; SILVEIRA, Aline Morais da. **Manutenção industrial**. Porto Alegre: Sagah, 2018. E-book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595026971/cfi/1!/4/4@0.00:49.2>. Acesso em: 20 fev. 2021.

KIRCHNER, Arndt; KAUFMANN, Hans; SCHMID, Dietmar. **Gestão da qualidade: segurança do trabalho e gestão ambiental**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2008. E-book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521215615/cfi/87!/4/2@100:0.00>. Acesso em: 13 mar. 2021.

LOBO, Renato Nogueirol. **Gestão da Qualidade**. São Paulo: Érica, 2010. E-book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536517797/cfi/4!/4/2@100:0.00>. Acesso em: 27 fev. 2021.

LOBO, Renato Nogueirol; LIMEIRA, Erika Thalita Navas Pires; MARQUES, Rosiane do Nascimento. **Controle da qualidade: princípios, inspeção e ferramentas de apoio na produção de vestuário**. São Paulo: Érica, 2015. E-book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536517773/cfi/2!/4/2@100:0.00>. Acesso em: 20 fev. 2021.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2019. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597022032/cfi/6/10!/4/10@0:0.00>. Acesso em: 27 fev. 2021.

PEZZATTO, Alan Thomas *et al.* **Sistemas de controle da qualidade**. Porto Alegre: Sagah, 2018. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595026155/cfi/1!/4/4@0.00:54.2>. Acesso em: 20 fev. 2021.

SAMPAIO, Nilo Antonio de Souza *et al.* Avaliação do sistema de gestão da qualidade para o mercado atual. **Revista Sodebras [on line]**. v.15 n.171, Mar./2020,

p. 34–45. ISSN 1809-3957. Disponível em: <<http://www.sodebras.com.br>>. Acesso em: 19 ago. 2021.

SILVA, João Paulo Weselovski da. **Dimensionamento da viga principal de uma ponte rolantes**. 2017. Dissertação (Mestrado). Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Panambi, 2017. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/4800/Jo%20Paulo%20Weselovski%20da%20Silva.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 27 fev. 2021.

SOARES, João Oliveira. **Projecto e optimização de pontes rolantes**. 2011. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade do Minho, [S. l.], 2011. Disponível em: <https://cutt.ly/flpx0Wn>. Acesso em: 20 fev. 2021.

SOUZA, Stefania Márcia de Oliveira. **Gestão da qualidade e produtividade**. Porto Alegre: Sagah, 2018. E-book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595025561/cfi/109!/4/2@100:0.0>. Acesso em: 13 mar. 2021.

VERGARA, Walter Roberto Hernández.; YAMANARI, Juliana Suemi; BARBOSA, Fábio Alves. **Gestão da Qualidade: Redução de Custos e uma Usina Sucroenergética**. **Revista Sodebras [on line]**, v. 14, n.168, Dez./2019, p. 48-52. ISSN 1809-3957. Disponível em: <<http://www.sodebras.com.br/edicoes/N168.pdf>>. Acesso em 19 go. 2021.

VIANA, Herbert. **Manual de Gestão da Manutenção**. Brasília: Engeteles Editora, 2020.

YEMAL, José Alberto; GUERREIRO, Evandro Prestes; MOREIRA FILHO, Ulysses Martins. **Metamorfose da filosofia 5s e seus desdobramentos no contexto brasileiro**. **Revista Sodebras, [on line]**, v. 13, n. 156, p. 14-18, dez. 2018. Disponível em: <http://www.sodebras.com.br/edicoes/N156.pdf>. Acesso em: 23 set. 2021.

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.



Artigo recebido em 18/08/2021.
Publicado em 28/10/2021.

Revista SODEBRAS – Volume 16
Nº 190 – OUTUBRO/ 2021

DESAFIOS E INICIATIVAS PARA INIBIR AS BARREIRAS DE PENETRAÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO MERCADO BRASILEIRO

CHALLENGE AND INITIATIVES TO INHIBIT ELECTRIC VEHICLE PENETRATION BARRIERS IN THE BRAZILIAN MARKET

Gabrielle dos Santos Marques¹
Marcos Ronaldo Albertin²
Marcos Charles Pinheiro Baltazar³
Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes⁴

Resumo – A eletrificação do setor de transportes é uma das várias trajetórias tecnológicas que podem corrigir algumas das questões ambientais associadas ao crescimento da demanda de mobilidade urbana e às mudanças climáticas. Este trabalho objetiva identificar os principais desafios para a mobilidade elétrica no Brasil e apresentar iniciativas já existentes para viabilizar a disseminação de veículos elétricos no país. Utilizando-se de pesquisa bibliográfica foram identificadas diversas de iniciativas para disseminação de veículos elétricos no Brasil relacionados a custo de aquisição, autonomia das baterias, infraestrutura de recarga, rede elétrica de distribuição e capacitação técnica. Conclui-se que há várias barreiras que inibem uma maior penetração no mercado de veículos elétricos no Brasil, dentre estas a autonomia do veículo.

Palavras-chave: Mobilidade Elétrica. Veículos Elétricos. Iniciativas.

Abstract - The electrification of the transport sector is one of several technological trajectories that can correct some of the environmental issues associated with the growing demand for urban mobility and climate change. This work aims to identify the main challenges for electric mobility in Brazil and present existing initiatives to enable the dissemination of electric vehicles in the country. Using bibliographic research, several initiatives were identified for the dissemination of electric vehicles in Brazil related to acquisition cost, battery autonomy, charging infrastructure, electric distribution network, and technical training. It is concluded that several barriers inhibit a greater penetration in the electric vehicle market in Brazil, among them vehicle autonomy.

Keywords: Electric Mobility. Electric Vehicles. Initiatives.

¹ Universidade Federal do Ceará. Contato: gabriellemarquesgm@gmail.com.

² Universidade Federal do Ceará. Contato: albertin@ot.ufc.br.

³ Instituto Federal de Alagoas. Contato: marcos.charles@ifal.edu.br.

⁴ Universidade Federal do Ceará. Contato: hjaguaribe@ufc.br.

I. INTRODUÇÃO

A eletrificação do setor de transportes é uma das várias trajetórias tecnológicas que podem corrigir algumas das questões ambientais associadas ao crescimento da demanda de mobilidade urbana, às mudanças climáticas, à qualidade do ar e à poluição sonora. Para Delgado (2017, p.11), “a transição de veículos convencionais à combustão para veículos elétricos é um caminho natural de desenvolvimento da tecnologia veicular”.

De acordo com Scherf e Wolter (2016), a tecnologia dos motores a combustão internos está atingindo seu limite em termos de redução do consumo de combustíveis, níveis de poluentes e aderência às necessidades de mobilidade urbana nas grandes cidades. Os veículos elétricos foram considerados uma tecnologia promissora em intervalos repetidos ao longo do século passado, mas essa promessa não foi cumprida. E, para que seja possível projetar uma visão de futuro em mobilidade elétrica no Brasil, é necessário conhecer as condições atuais do país nesse contexto.

Este trabalho objetiva identificar os principais desafios para a mobilidade elétrica no Brasil e apresentar iniciativas já existentes para viabilizar a disseminação de veículos elétricos no país. Esta pesquisa aborda fatores relevantes como investimento em infraestrutura, incentivos de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) e incentivos ao consumidor.

II. METODOLOGIA

Para a execução desta pesquisa foi utilizada pesquisa bibliográfica (GIL, 2002) que visou o levantamento, seleção e documentação dos principais desafios para a mobilidade elétrica no Brasil e as iniciativas já existentes para viabilizar a disseminação de carros elétricos no país. Assim, utilizou-se de pesquisa básica, que objetiva gerar conhecimento sem aplicação prática prevista (SILVA; MENEZES, 2005), em artigos científicos, livros, enciclopédias, revistas, jornais, monografias, teses, dissertações, destacando-se: (a) Veículos Elétricos: aspectos básicos, perspectivas e oportunidades (CASTRO, 2010); (b) Carros elétricos (DELGADO, 2017); (c) Sistematização de Iniciativas de Mobilidade Elétrica no Brasil (FONTES, 2018); (d) Eletromobilidade: Visão Geral, Exemplos, Abordagens (SCHERF; WOLTER, 2016); (e) A ascensão dos elétricos (VASCONCELOS, 2017).

Utilizou-se abordagem qualitativa onde vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números (SILVA; MENEZES, 2005).

III. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 – Mobilidade Elétrica

Segundo Grauers, Sarasani e Karlstrom (2013), a eletromobilidade ou mobilidade elétrica, pode ser definida como um sistema de transporte baseado em veículos movidos a eletricidade. O autor ainda acrescenta que alguns desses veículos são equipados com tecnologias que, ou os tornam capazes de produzir sua própria eletricidade, ou usam energia fornecida por uma fonte de eletricidade fora do veículo, geralmente a rede elétrica.

Furtado e Pascoal (2018, p. 3) definem a eletromobilidade como “[...] meio de transporte (individual ou coletivo) com motores elétricos que usam diversas formas de abastecimento de energia”. Enquanto Byrne e Pedro (2015), acreditam que

“[...] mobilidade elétrica vai muito além da tecnologia do veículo elétrico, tendo o potencial para se tornar numa das principais respostas estratégicas à tendência de crescente urbanização e consequente pressão sobre o meio ambiente [...] (BYRNE; PEDRO, 2015, p. 10).”

É essencial a análise da contribuição que a eletromobilidade pode dar para resolver problemas de muitas cidades em expansão ao redor do mundo, relacionados à poluição atmosférica nas cidades, ao aumento constante nos registros de veículos motorizados, ao crescimento dos desafios financeiros e aos transportes nos sistemas de mobilidade (SCHERF; WOLTER, 2016). Grauers, Sarasani e Karlstrom (2013) acrescentam que a eletromobilidade pode melhorar a flexibilidade e robustez do setor de transporte, pois os veículos eletrificados podem utilizar diferentes tipos de fontes de energia.

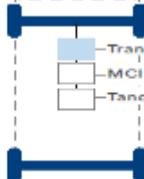
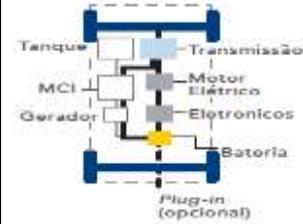
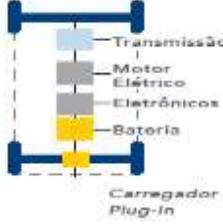
3.2 – Veículos Elétricos

Veículos elétricos (VE ou EV, da sigla em inglês *electric vehicles*), para Delgado (2017, p. 17), são aqueles que utilizam um ou mais motores elétricos, em parte ou completamente, para propulsão. O combustível utilizado, a eletricidade, é armazenada em baterias químicas que alimentam o motor elétrico (DELGADO, 2017).

A eletricidade utilizada pelo veículo pode ser obtida (a) conectando diretamente à fonte externa de eletricidade, por meio de plugs ou utilizando cabos aéreos; (b) por sistema de indução eletromagnética; (c) a partir da reação do hidrogênio e oxigênio em uma célula de combustíveis; ou (d) por meio da energia mecânica de frenagem.

O Quadro 1, apresenta um comparativo entre veículos a combustão interna (Toyota Corolla com potência de 148cv), veículo híbrido (Chevrolet Volt modelo 2016 com potência de 149cv) e veículo elétrico puro (Nissan Leaf modelo 2016 com potência de 120cv).

Quadro 1 - Comparativo entre veículos a combustão interna, veículos híbridos e veículos elétricos puros

Tipo de veículo	Veículo à combustão interna	Veículo elétrico híbrido	Veículo elétrico à bateria
Tipo de motor	Motor à combustão interna 	Motor à combustão é o principal para mover o veículo, com auxílio de um pequeno motor elétrico 	Motor 100% elétrico 
Tipo de combustível	Fóssil ou biocombustível, com alto consumo de combustíveis e emissões de escape	Fóssil, biocombustível ou eletricidade, com melhor economia de combustível se comparado a um modelo similar à combustão interna	Eletricidade
Tipo de armazenamento elétrico	Bateria que não depende de infraestrutura elétrica	Bateria carregada através do motor à combustão interna ou por eletricidade	Bateria de íons de lítio com grande capacidade, recarregada por fonte externa elétrica
Autonomia	Grande autonomia proporcionada pelo combustível fóssil/biocombustível	Pouca autonomia elétrica, que é complementada pela autonomia proporcionada pelo combustível fóssil/biocombustível	Autonomia elétrica de pequena a média
Emissões	0,23 kg CO ₂ /Km	0,062 kg CO ₂ /km	Zero

Fonte: Elaborado a partir de Delgado (2017).

O cenário para os veículos elétricos está mudando e quase um século após serem superados por modelos propulsionados por motores a combustão, os veículos elétricos reapareceram no cenário automotivo mundial. Castro (2010, p.3) diz que:

“[...] esse movimento deverá ser responsável pela substituição parcial dos motores a combustão interna por motores elétricos como fonte de força motriz veicular em parcela significativa da frota nas próximas décadas”.

Segundo Fontes (2018), a difusão dos veículos elétricos leves no Brasil ainda está em um estágio inicial. Em todo o país, de 2011 a 2016, cerca de 3.500 veículos elétricos leves foram registrados, sendo a maioria em projetos de pesquisa. Entretanto, em 2020 houve um crescimento de 66% nas vendas em relação a 2019 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS, 2021). O Quadro 2 apresenta os cenários vivenciados pelos veículos elétricos.

Quadro 2 – Cenários vivenciados pelos VE

1ª fase (1801-1896)	2ª fase (1897-1965)	3ª fase (1966-2000)	4ª fase (2001-atual):
Invenção da bateria; Produção do primeiro VE	Produção em grande escala; Um terço da participação no mercado; Idade do Ouro dos carros a gasolina Quase extinção do VE; Ônibus elétrico no Rio de Janeiro (1917); Trolebus (1949).	Preocupação com meio ambiente; Crise do petróleo; Interesse renovado em VE; Carro híbrido em 1982; Programas de produção totalmente elétrica das principais montadoras descontinuados; Primeiro VE produzido pelo Gurgel Motores (1974); Produção em larga escala do VE E-400 (1981).	Baixa qualidade do ar; Economia circular; Redução da dependência combustíveis fósseis; Foco na diversificação das fontes de energia Crescimento renovado de VE produção em massa.

Fonte: Elaborado a partir de Bak (2003), Brandão & Martins (2017), Costa (2019), Dijk *et al.* (2013), Eletra (2018), *Energy Information* (2007), Enoshita (2018), Geels *et al.* (2017), Kokowski (2006), *New World Encyclopedia* (2018), Paine & Confidential (2006), Schwedes, Kettner & Tiedtke (2013) e Steinhilber, Wells & Thankappan (2013).

3.3 – Mobilidade elétrica no Brasil

Segundo Fontes (2018), o Brasil está se concentrando cada vez mais em sistemas de propulsão eficientes em energia, especialmente no transporte público local e no transporte municipal, para atender às suas exigências de redução de emissões. No entanto, o mercado de veículos elétricos e híbridos *plug-in* ainda é pequeno e tem baixas projeções de crescimento no Brasil, uma vez que não há bases políticas, normativas e estruturais para o uso amplo de sistemas de propulsão eficiente em energia.

Mesmo diante desse cenário, é possível elencar situações potenciais que justificam o investimento em políticas públicas e o empenho de outros atores em participar da construção de um novo segmento econômico com base em mobilidade elétrica. Para Consoni *et al.* (2018), há quatro situações a serem consideradas, apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Situações que justificam o investimento em mobilidade elétrica

<p>Matriz energética baseada em fontes renováveis</p>	<p>O fato de o Brasil ter uma matriz elétrica majoritariamente limpa e alcançar suas metas de emissões acordadas internacionalmente por outras ações, não deve ser interpretado como um impeditivo aos VE, e sim como uma potencialidade, pois a descarbonização e o baixo impacto ambiental com essa nova tecnologia introduzida no sistema de transporte ampliam ainda mais a sustentabilidade da economia nacional e da sociedade brasileira.</p>
<p>Redução da poluição em grandes centros urbanos</p>	<p>O processo de urbanização no Brasil criou grandes cidades e, com elas, diversos problemas que incidem diretamente na maneira e na qualidade do deslocamento das pessoas e das mercadorias pelo espaço urbano. Os VEs podem contribuir decisivamente para amenizar alguns efeitos desse processo no transporte individual, nas frotas e, principalmente, no transporte público. Assim, contribuem com a redução das emissões de particulados, a redução da poluição sonora e a promoção de transportes mais silenciosos e confortáveis, melhorando a qualidade do traslado pelas grandes cidades;</p>
<p>Uso de veículos híbridos no processo de transição</p>	<p>Os VEs devem ser vistos como uma possibilidade de ampliar a eficiência dos veículos e das tecnologias já existentes na indústria automotiva nacional. Uma rota possível inclui os motores flex integrados aos motores elétricos, permitindo ao Brasil ser pioneiro nessa tecnologia, desenvolvendo veículos híbridos flex fuel a partir do uso do etanol. De tal modo, desenvolvem-se competências e aprimoram-se as capacidades tecnológicas nacionais, ao passo que se acompanham as tendências internacionais – os híbridos são interpretados como uma tecnologia de transição, que está na base da eletrificação total do setor de transportes.</p>
<p>Oportunidade de industrialização da economia</p>	<p>Implementar ações na direção dos VEs é acompanhar e buscar se posicionar na nova indústria automobilística em gestação. A indústria mundial vem se reposicionando na direção da eletrificação, então cabe ao Brasil, como um dos principais mercados automobilísticos do mundo e um importante produtor de veículos e autopeças, acompanhar as mudanças radicais que se avizinham, com o intuito de aproveitar janelas de oportunidade.</p>

Fonte: Elaborado pela autora com base Consoni *et al.* (2018).

De acordo com Azevedo (2018), o país vai tentando se encaixar a passos curtos dentro dos bons costumes para um crescimento sustentável através de leis fiscais de estímulo, mas a infraestrutura extremamente escassa e os altos impostos que encarecem os veículos são grandes degraus ao objetivo, que é uma frota minimamente aceitável deste tipo de automóvel.

Para Delgado (2017), o formato do ecossistema urbano de mobilidade que se estabelecerá com a inserção de propulsão elétrica no setor automotivo ainda é incerto. No Brasil, a indústria de transformação, de combustíveis e o próprio setor elétrico deverão passar por mudanças relevantes para se acomodar a esta nova realidade. O mais provável é que gradualmente cada região adote soluções que equilibrem vantagens e restrições impostas por seus contextos culturais, econômicos, de transporte, ambientais e industriais.

IV. RESULTADOS

Esta seção apresenta e discute as principais iniciativas e desafios para a disseminação de veículos elétricos no Brasil. Destacam-se os desafios: (a) custo de aquisição dos veículos elétricos; (b) autonomia das baterias; (c) infraestrutura de recarga; (d) rede elétrica de distribuição e (e) capacitação técnica.

4.1 – Principais iniciativas

No Brasil há duas Associações de Classe voltadas para o tema de mobilidade elétrica. A Associação Brasileira de Veículos Elétricos (ABVE), que organiza o Congresso e Salão Latino-Americano de Veículos Elétricos, atua no cadastramento das

empresas do segmento dos veículos elétricos, com o objetivo de formar uma rede integrada de parcerias de negócios entre as empresas. Há também a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA) que realiza o *lobby* geral do segmento das montadoras com o Brasil (VOLAN *et al.*, 2019).

Outra iniciativa voltada para a promoção da mobilidade elétrica no Brasil, como o Sistemas de Propulsão Eficiente (PROMOB-e), é um projeto de cooperação técnica executado pelo Ministério da Economia em parceria com o Ministério Alemão de Cooperação Econômica e para Desenvolvimento por meio da *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ) GmbH. De acordo com o PROMOB-e (2020), o projeto surgiu como forma de apoiar o Brasil a alcançar sua meta global de redução de emissão de gases de efeito estufa.

Destaca-se também o programa de P&D da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que compreende a aplicação anual de um percentual mínimo da Receita Operacional Líquida (ROL) de empresas do setor elétrico em projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). O tema Mobilidade Elétrica está em estudo pela equipe técnica de P&D da ANEEL desde 2017.

Segundo a ANEEL (2019), em setembro de 2019, a Diretoria Colegiada da Aneel aprovou 30 propostas do Projeto Estratégico de Pesquisa e Desenvolvimento de Soluções em Mobilidade Elétrica Eficiente, perfazendo um total de R\$ 463,8 milhões em investimentos para os projetos, dos quais R\$ 391,6 milhões serão providos pelo Programa de P&D da Agência e contrapartida de R\$ 72,2 milhões das empresas envolvidas.

De acordo com Fontes (2018), a principal iniciativa de financiamento no Brasil é o Plano de Ação Conjunta Inova Energia. Essa iniciativa visa a coordenação das ações de fomento à inovação e ao aprimoramento da integração dos instrumentos de apoio disponibilizados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), pela ANEEL e pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep).

O Plano de Ação Conjunta Inova Energia tem as seguintes finalidades: (a) apoiar o desenvolvimento e a difusão de dispositivos eletrônicos, microeletrônicos, sistemas, soluções integradas e padrões para implementação de redes elétricas inteligentes (*smart grids*) no Brasil; (b) apoiar as empresas brasileiras no desenvolvimento e domínio tecnológico das cadeias produtivas das seguintes energias renováveis alternativas: solar fotovoltaica, termossolar e eólica para geração de energia elétrica; (c) apoiar iniciativas que promovam o desenvolvimento de integradores e adensamento da cadeia de componentes na produção de veículos elétricos e híbridos a etanol, e melhoria de eficiência energética de veículos automotores no País; (d) aumentar a coordenação das ações de fomento e aprimorar a integração dos instrumentos de apoio financeiro disponíveis (BNDES, 2021).

4.2 – Custo de aquisição de veículos elétricos

A Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos (Anfavea) reportou no Anuário da Indústria Automobilística Brasileira (2020), um total de 11.858 veículos elétricos emplacados no ano de 2019. Este quantitativo representa crescimento de 33,48% em relação ao ano de 2018 no país.

Em 2019 foram introduzidos no mercado brasileiro 20 modelos eletrificados. Incluindo-se o primeiro híbrido produzido no Brasil, uma versão do novo Toyota Corolla e o primeiro veículo hibridizado do mundo com motor flex, bicomcombustível etanol-gasolina. Apesar de ter mercado muito mais restrito, os carros elétricos puros também começam a ganhar as ruas brasileiras (QUINTANILHA, 2019).

Mundialmente, veículos com mais eficiência energética e menos poluentes tendem a ter impostos reduzidos ou até isenção de impostos. No entanto, as iniciativas

de produção e comercialização de veículos elétricos no Brasil ainda são prejudicadas pela tributação atual. Os impostos incidentes sobre os veículos elétricos tornam o preço de comercialização proibitivo para o consumidor brasileiro.

Alguns governos estabeleceram subsídios, reduções e isenções fiscais. Sete estados brasileiros isentam Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA) de veículos elétricos – Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Sergipe e Rio Grande do Sul – e três disponibilizam tarifas diferenciadas – São Paulo, Rio de Janeiro e Mato Grosso do Sul. As iniciativas que estimulam a aquisição de veículos elétricos no Brasil estão listadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Iniciativas de redução do custo de aquisição e manutenção de veículos elétricos no Brasil

Nome	Objetivo
Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores – Inovar-Auto	Criar as condições para o aumento da competitividade no setor automotivo, produzir veículos mais econômicos e seguros, e investir na cadeia de fornecedores, em engenharia, em tecnologia industrial básica, em P&D e na capacitação de fornecedores.
Resoluções Camex no 86, de 18 de setembro de 2014, nº 97, de 27 de outubro de 2015, e no 27, de 24 de março de 2016	Isentar ou reduzir a alíquota do Imposto sobre Importação (II) de VE e híbridos de passeio (capacidade máxima de 6 passageiros) e de veículos puramente elétricos de transporte de mercadorias.
Grupo de Trabalho 7 – Veículos Híbridos e Elétricos	Discutir o tema da mobilidade elétrica no Brasil com os diversos atores do setor a fim de elaborar um plano nacional para a mobilidade elétrica.
Rota 2030	Apoiar o desenvolvimento tecnológico, a competitividade, a inovação, a segurança veicular, a proteção ao meio ambiente, a eficiência energética e a qualidade de automóveis, caminhões, ônibus, chassis com motor e autopeças.
Isenção e alíquota diferenciada de IPVA nos estados	Estimular a utilização de veículos que não agridam o meio ambiente (elétricos) através da redução da carga tributária.
Lei Municipal nº 14.826, de 25 de abril de 2016	Estabelecer a política municipal de incentivo ao uso de carros elétricos ou movidos a hidrogênio.
Isenção e alíquota diferenciada de IPVA em cidades	Estimular a utilização de veículos que não agridam o meio ambiente (elétricos) através da redução da carga tributária.
Fábrica de chassis da BYD	Produzir chassis para ônibus elétricos no Brasil.

Fonte: Elaborado pela autora com base em Fontes (2018).

É fundamental perceber que a demanda por veículos elétricos ainda é dependente da presença de incentivos governamentais.

4.3 – Autonomia das baterias

A maior limitação tecnológica dos veículos elétricos é o sistema de armazenamento de energia. Busca-se pelo desenvolvimento de baterias com maior densidade energética, maior vida útil, menor custo e mais seguras. As baterias de íons de lítio tem sido as mais adotadas devido a seu custo reduzido e melhor desempenho.

Assim, o desenvolvimento tecnológico das baterias é fundamental para viabilizar a disseminação dos veículos elétricos. Ampliar a densidade energética - redução do peso e o aumento da energia armazenada nas baterias - aumentam a autonomia do veículo, o que constitui um dos atributos fundamentais de um meio de transporte (CASTRO, 2010).

Conforme Delgado (2017, p.39):

“[...] em média, aproximadamente 1/3 do preço total de um veículo elétrico é atribuído à bateria; a redução dos seus custos se torna essencial para a maior penetração de mercado dos modelos eletrificados.”

Segundo Zapparoli (2019), a Electrocell, empresa abrigada no Centro de Inovação, Empreendedorismo e Tecnologia (Cietec) da Universidade de São Paulo (USP), trabalha no desenvolvimento de baterias de lítio-íon veicular desde 2007. Esta tecnologia é oriunda de projeto relacionado a células combustíveis apoiados pelo programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe) da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

O Quadro 5 apresenta algumas iniciativas voltadas para o desenvolvimento de tecnologias associadas às baterias de lítio, com destaque para os projetos realizados pela Electrocell apoiados pelo programa Pipe da FAPESP.

Quadro 5 - Iniciativas de desenvolvimento tecnológico de baterias para veículos elétricos no Brasil

Nome	Objetivo
Sistema Brasileiro de Tecnologia – Sibratec	Apoiar o desenvolvimento tecnológico do setor empresarial nacional.
Programa de P&D Aneel – Projetos em Mobilidade Elétrica	Busca-se promover a cultura da inovação, estimulando a P&D no setor elétrico brasileiro, criando equipamentos e aprimorando a prestação de serviços que contribuam para a segurança do fornecimento de energia elétrica e a modicidade tarifária, bem como a diminuição do impacto ambiental do setor e da dependência tecnológica do país.
Seleção pública MCT/Finep/FNDCT – Subvenção Econômica à Inovação – 01/2010	Apoiar o desenvolvimento por empresas brasileiras de produtos, processos e serviços inovadores, visando ao desenvolvimento das áreas consideradas estratégicas nas políticas públicas federais.
Grupo de Trabalho 7 – Veículos Híbridos e Elétricos	Discutir o tema da mobilidade elétrica no Brasil com os diversos atores do setor a fim de elaborar um plano nacional para a mobilidade elétrica.
Conjunto de Normas ABNT NBR IEC 62660	Especificar os ensaios de desempenho e vida de células de lítio-íon secundárias.
Electrocell: Desenvolvimento de bateria de íon-lítio para aplicação veicular	Propiciar o desenvolvimento tecnológico integrado de baterias de lítio-íon com unidade autônoma de carregamento por meio de células a combustível para propulsão de veículos urbanos.
Plano de Ação Conjunta Inova Energia	Coordenação das ações de fomento à inovação e ao aprimoramento da integração dos instrumentos de apoio disponibilizados pelo BNDES, pela Aneel e pela Finep.
Desenvolvimento e construção de uma linha de montagem semiautomática para célula a combustível	A empresa Electrocell, propõe o desenvolvimento do projeto de uma linha de montagem semi-automática para produção em escala de stacks. A validação deste desenvolvimento deverá proporcionar a capacitação da empresa e da equipe envolvida para o início de uma produção em escala concomitante com desenvolvimento de novos produtos e novas tecnologias na área de célula a combustível.
Desenvolvimento de células a combustível integrado com software e hardware de monitoração, diagnóstico, controle e periféricos	A Electrocell tem o propósito de estabelecer a consolidação tecnológica de um pacote completo de desenvolvimento de célula a combustível com a aplicação do conceito de sistema inteligente, incorporando software e hardware de monitoração, diagnóstico, controle e software de simulação, assegurando maior confiabilidade e segurança de operação.

Fonte: Elaborado pela autora com base em Fontes (2018).

Visto que a tecnologia de baterias é a chave para melhorar o desempenho dos veículos elétricos, é estratégico que haja a nacionalização das baterias. As montadoras precisam colaborar estreitamente com os fabricantes de baterias para gerar ou fortalecer as competências necessárias ao aperfeiçoamento dessa tecnologia.

4.4 – Infraestrutura de recarga

A principal preocupação dos consumidores que compram veículos elétricos puros é que sua autonomia seja inferior à dos veículos tradicionais. Assim, para atrair o

interesse dos consumidores para os veículos elétricos, será necessário um grande investimento em infraestrutura.

A autonomia encontrada nos veículos elétricos atualmente já atende às necessidades de transporte da grande maioria da população, porém, ainda é extremamente desvantajoso quando há uma demanda por viagens mais longas. Essa limitação é intensificada pela inexistência de estações de recarga ao longo de vários trechos no Brasil.

Para carregar um veículo elétrico são necessários equipamentos específicos para fornecer energia nos padrões do veículo, as quais são chamadas de estações de recarga ou eletropostos (SCHWERTNER, 2017).

De acordo com a ANEEL (2017), basicamente, as recargas podem ser rápidas (30 minutos), semirrápidas (2 horas) ou lentas (8 horas). Para tornar o sistema eficiente, a lógica é que eletropostos de recarga rápida e semirrápida sejam instalados em locais públicos, como *shopping centers*, para que o usuário reabasteça o carro enquanto faz compras. Já os pontos de recarga lentas devem ficar em residências, para recarregar as baterias de madrugada (VASCONCELOS, 2017).

No intuito de viabilizar as recargas em locais públicos, o site *Plug Share* permite que os usuários encontrem estações de recarga em qualquer parte do mundo. O site estima que haja 500 pontos de recarga instalados no Brasil. Esses pontos estão concentrados nas regiões Sul e Sudeste do país.

O Quadro 6 lista algumas iniciativas voltadas para o desenvolvimento de infraestruturas de recarga para suportar a disseminação de veículos elétricos no Brasil.

Quadro 6 - Iniciativas de infraestrutura de recarga de veículos elétricos no Brasil

Nome	Objetivo
Programa de P&D Aneel – Projetos em Mobilidade Elétrica	Busca-se promover a cultura da inovação, estimulando a P&D no setor elétrico brasileiro, criando equipamentos e aprimorando a prestação de serviços que contribuam para a segurança do fornecimento de energia elétrica e a modicidade tarifária, bem como a diminuição do impacto ambiental do setor e da dependência tecnológica do país.
Projeto de Lei da Câmara nº 65/2014	Instituir a obrigatoriedade de instalação de pontos de recarga para VEs em vias públicas e em ambientes residenciais e comerciais.
Audiência Pública (AP) nº 029, de 25 de maio de 2017	Obter subsídios para o aprimoramento da regulamentação de aspectos relativos ao fornecimento de energia elétrica a VEs.
Grupo de Trabalho 7 – Veículos Híbridos e Elétricos	Discutir o tema da mobilidade elétrica no Brasil com os diversos atores do setor a fim de elaborar um plano nacional para a mobilidade elétrica.
Rede de Inovação no Setor Elétrico (Rise) aplicada à Mobilidade Elétrica	Estimular pesquisas aplicadas alinhadas com o setor industrial, no ambiente atual repleto de mudanças disruptivas, identificando desafios e oportunidades de desenvolvimento tecnológico e garantindo o equilíbrio entre os agentes e a sociedade.
Resolução Normativa no 819, de 19 de junho de 2018	Estabelecer os procedimentos e as condições para a realização de atividades de recarga de VEs.
Conjunto de Normas ABNT NBR IEC 61851	Fornecer requisitos para estações de recarga para a conexão condutiva aos veículos.
Conjunto de Normas ABNT NBR IEC 62196	Norma aplicável aos plugues, às tomadas, às tomadas móveis para VEs, aos plugues fixos e aos cabos de recarga de VEs.
ABNT IEC/TR 60783:2014	Oferecer relatório técnico aplicável à fiação e aos conectores utilizados em baterias de VEs rodoviários.
Parcerias da BMW para recarga de veículos elétricos	Disponibilizar infraestrutura de recarga para VEs.
Plano de Ação Conjunta Inova Energia	Coordenação das ações de fomento à inovação e ao aprimoramento da integração dos instrumentos de apoio disponibilizados pelo BNDES, pela Aneel e pela Finep.

Fonte: Elaborado com base em Fontes (2018).

De acordo com Saragiotto (2021), os investimentos em infraestrutura se intensificaram a partir de 2018 à partir da inauguração do Corredor da Via Dutra, com estações de recarga entre as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro. O trecho conta com seis estações de recarga ao longo dos 430 km de rodovia. O corredor recebeu investimentos de cerca de R\$ 1 milhão para a instalação dos equipamentos de carregamento rápido, que estão localizados nos postos de combustível da rede Ipiranga.

Outra iniciativa relevante aconteceu em dezembro de 2018, com a abertura, pela Companhia Paranaense de Energia (Copel), da eletrovia que liga o Porto de Paranaguá até as Cataratas do Iguaçu, em Foz do Iguaçu. Ela é a eletrovia mais longa do País, com 730 quilômetros de extensão, e conta com 11 eletropostos em toda a BR-277 (SARAGIOTTO, 2021).

Segundo Delgado (2017), há uma relação direta e proporcional entre a inserção dos veículos elétricos no mercado e o tipo de infraestrutura desenvolvida: ao mesmo tempo em que não se faz necessária a infraestrutura de recarga se ainda não há tantos veículos elétricos nas ruas, estes só poderão se inserir no mercado se já existir esta infraestrutura bem desenvolvida.

Dessa forma, a infraestrutura de recarga desempenha um papel importante para evitar a estagnação na expansão dos veículos elétricos. Sem uma boa infraestrutura de suporte, há a possibilidade de que os motoristas de veículos elétricos sejam restringidos pelo alcance operacional e se tornem céticos em relação à eletromobilidade.

4.5 – Rede elétrica de distribuição

A segurança energética pode ser considerada como um fator indutor da eletromobilidade. Ela pode ser entendida como o fornecimento de energia suficiente para atender às necessidades atuais e futuras dos cidadãos, incluindo serviços e processos industriais.

Os veículos elétricos devem ser tratados como uma carga adicional no sistema e, portanto, como mais um dispositivo que irá interagir com a rede de distribuição. O principal impacto será ocasionado pela maior potência local requerida por esses veículos, enquanto o acréscimo de demanda causado pela inserção dos mesmos na rede elétrica tem um impacto agregado menor (DELGADO, 2017).

No que tange à capacidade da rede elétrica atual, caso 20% da frota fosse elétrica, o consumo de energia no Brasil cresceria 3%, o que não demandaria aumentos de capacidade na rede de distribuição. Neste caso, a infraestrutura existente no Brasil seria suficiente para suprir as demandas energéticas dos VEH (FILHO, 2009).

De acordo com Castro (2010), salvo algum evento extraordinário, a introdução dos veículos elétricos será gradual, sendo a demanda inicial acomodada pelas margens de segurança existentes em grande parte dos sistemas elétricos. No entanto, no longo prazo, a migração do padrão de uma grande parcela da frota veicular demandará a construção de novas usinas de geração de energia elétrica.

O Quadro 7 apresenta algumas iniciativas relacionada a discussão/minimização dos impactos dos veículos elétricos na capacidade da rede elétrica.

Nessa perspectiva, os VE podem ser utilizados como recurso energético distribuído ao armazenar a eletricidade gerada por fontes externas nas suas baterias e retornar essa energia para o *grid* elétrico, ou seja, carregando o veículo fora do horário de pico e despachando eletricidade do veículo no horário de pico. Combinada à tarifação dinâmica e redes inteligentes, a energia armazenada nas baterias também pode ser utilizada em mecanismos de resposta da demanda (DELGADO, 2017; CAVALI et al., 2019).

Em suma, quando associados a uma rede elétrica bem gerida, os VE agregam mais benefícios que potenciais desvantagens. A implantação de redes inteligentes no Brasil irá demandar altos investimentos, no entanto os ganhos previstos com a implantação das redes elétricas inteligentes permitirão o uso eficiente dos recursos energéticos do país.

Quadro 7 - Iniciativas de viabilização da rede elétrica de distribuição para a disseminação de veículos elétricos no Brasil

Nome	Objetivo
Programa de P&D Aneel – Projetos em Mobilidade Elétrica	Busca-se promover a cultura da inovação, estimulando a P&D no setor elétrico brasileiro, criando equipamentos e aprimorando a prestação de serviços que contribuam para a segurança do fornecimento de energia elétrica e a modicidade tarifária, bem como a diminuição do impacto ambiental do setor e da dependência tecnológica do país.
Projeto de Lei nº 3.895, de 22 de maio de 2012	Dispõe sobre a atividade de revenda varejista de eletricidade para abastecimento de veículo automotor elétrico ou híbrido.
Consulta Pública (CP) nº 002, de 22 de abril de 2016	Obter subsídios para avaliar a necessidade de regulamentação dos aspectos relativos ao fornecimento de energia elétrica para a recarga de VEs.
Grupo de Trabalho 7 – Veículos Híbridos e Elétricos	Discutir o tema da mobilidade elétrica no Brasil com os diversos atores do setor a fim de elaborar um plano nacional para a mobilidade elétrica.
Rede de Inovação no Setor Elétrico (Rise) aplicada à Mobilidade Elétrica	Estimular pesquisas aplicadas alinhadas com o setor industrial, no ambiente atual repleto de mudanças disruptivas, identificando desafios e oportunidades de desenvolvimento tecnológico e garantindo o equilíbrio entre os agentes e a sociedade.

Fonte: Elaborado pela autora com base em Fontes (2018).

4.6 – Capacidade técnica

Ao se planejar a produção e comercialização de veículos elétricos no Brasil, é preciso considerar a formação de mão-de-obra qualificada. Profissionais especializados em manutenção automotiva devem estar aptos a trabalhar com os sistemas elétricos e mecânicos presentes nos veículos elétricos, pois estes apresentam características que diferem dos veículos convencionais.

De acordo com Slowik (2018), mais de 75% das vendas globais de veículos elétricos ocorrem na mesma região em que os veículos são produzidos. O Brasil tem oportunidade de liderar o mercado sul-americano crescente. Por ser um assunto que envolve inovação tecnológica, inclusive tecnologias disruptivas, especialmente no que se refere a baterias e células a combustível, também é relevante o papel de instituições de ensino e pesquisa (SILVA *et al.*, 2018).

O desenvolvimento do conhecimento, hoje disperso em centros de pesquisa e universidades, poderia ser canalizado para um esforço comum, com ganhos dessa integração. Complementares a esses, estão os organismos nacionais e internacionais de normalização. Normas e padrões fazem parte do processo de desenvolvimento e consolidação da nova tecnologia (SLOWIK, 2018; CAVALI *et al.*, 2019).

A eletrificação dos automóveis é um processo que gera transformações na sociedade, inclusive na capacitação de técnicos para que entendam e possam trabalhar com os veículos elétricos e híbridos. Este fator precisa acompanhar o aumento da frota, que, com certeza, acontecerá nos próximos anos (SARAGIOTTO, 2021; CAVALI *et al.*, 2019).

O Quadro 8 apresenta as iniciativas para capacitação técnica desenvolvidas por institutos e laboratórios.

De acordo com Souza (2015), há uma parcela significativa de órgãos públicos e privados, diretamente envolvidos com P&D no Brasil, entretanto a maior parte desses órgãos, principalmente os governamentais, apenas participa indiretamente do desenvolvimento da tecnologia de veículos elétricos. O resultado disto pode ser o não comprometimento de todos os aspectos e dimensões necessárias para consolidar um efetivo mercado de carros elétricos.

Assim, o desenvolvimento tecnológico baseado em projetos de pesquisa, necessita de ações que tornem a introdução do carro elétrico no Brasil viável, pois o país não pode se abster de uma tecnologia que cresce no mercado automobilístico mundial, sendo esse um mercado de participação tão importante na economia do Brasil (SILVA *et al.*, 2018).

Quadro 8 - Iniciativas de capacitação técnica para suportar a disseminação de veículos elétricos no Brasil

Nome	Objetivo
Programa de P&D Aneel – Projetos em Mobilidade Elétrica	Busca-se promover a cultura da inovação, estimulando a P&D no setor elétrico brasileiro, criando equipamentos e aprimorando a prestação de serviços que contribuam para a segurança do fornecimento de energia elétrica e a modicidade tarifária, bem como a diminuição do impacto ambiental do setor e da dependência tecnológica do país.
Grupo de Trabalho 7 – Veículos Híbridos e Elétricos	Discutir o tema da mobilidade elétrica no Brasil com os diversos atores do setor a fim de elaborar um plano nacional para a mobilidade elétrica.
EVTv Brasil	Divulgar informações sobre VEs e conversão através de website, canal no Youtube e cursos.
Grupo de Estudos de Veículos Elétricos (Gruve) da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (Uerj)	Desenvolver pesquisas e promover eventos visando à difusão e ao estímulo ao uso dos VEs.
Fórmula Elétrico SAE Brasil	Ampliar o conhecimento técnico na área de motores 100% elétricos pelas novas gerações de engenheiros.
Applies Network on Automotive Research and Education (Aware)	Apoiar programas e ações de pesquisa aplicada e educação na área automotiva.
Laboratório de Estudos do Veículo Elétrico (Leve) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)	Realizar pesquisas e estudos na área da indústria automobilística, com foco nas tecnologias de propulsão veicular baseadas no baixo carbono.
Laboratório de Pesquisa e Inovação em Cidades (Lapin) e Centro de Pesquisa em Mobilidade Elétrica (CPqMEL)	Estimular o uso de VEs por meio de pesquisas científicas, considerando o impacto econômico e socioambiental, e propor novas soluções de mobilidade elétrica aplicáveis a Fortaleza e outros centros urbanos do Brasil.
Instituto de Veículos Híbridos e Elétricos	Promover cursos técnicos, de aprendizagem, capacitação, aperfeiçoamento e qualificação e apoiar o desenvolvimento de projetos de tecnologia e inovação.
Pós-Graduação em Engenharia de Veículos Híbridos e Elétricos	Formar profissionais com visão estratégica nas tecnologias de eletrificação e hibridização veicular para colaborar com ações de projetos e adequações voltadas à indústria da mobilidade, considerando aspectos de mercado, de políticas públicas, legislativos, éticos e ambientais.
Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores – Inovar-Auto	Criar as condições para o aumento da competitividade no setor automotivo, produzir veículos mais econômicos e seguros, e investir na cadeia de fornecedores, em engenharia, em tecnologia industrial básica, em P&D e na capacitação de fornecedores.

Fonte: Elaborado pela autora com base em Fontes (2018).

V. CONCLUSÃO

O rápido crescimento do mercado automobilístico, devido à crescente urbanização e ao acesso dos consumidores aos automóveis, tem contribuído para a piora dos níveis de emissão de CO₂. Portanto, investigar opções de transporte, seus desafios e iniciativas, como os veículos elétricos, é um importante tema de pesquisa.

Esta pesquisa identificou os principais desafios relacionados a custo de aquisição, autonomia das baterias, infraestrutura de recarga, rede elétrica de distribuição e capacitação técnica para a mobilidade elétrica no Brasil e apresentou as iniciativas existentes para viabilizar a disseminação de veículos elétricos no país.

Entre as iniciativas já existentes para viabilizar a disseminação de veículos elétricos no país destacam-se PROMOB-e (Sistemas de Propulsão Eficiente) e o P&D ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). Os projetos e pesquisas realizados em decorrência dessas iniciativas são relevantes para apoiar a expansão da mobilidade de baixo carbono.

Conclui-se que há várias barreiras que inibem uma maior penetração no mercado de veículos elétricos no Brasil. Uma delas é a deficiência da tecnologia de baterias que, caso estivessem num estágio avançado, possibilitariam o aumento de um dos atributos fundamentais de um meio de transporte: a autonomia do veículo.

Outras barreiras são: uma infraestrutura ausente de estações de recarga ao longo de vários trechos no Brasil; padrões e regulamentações ausentes e ceticismo dos consumidores em relação a uma tecnologia emergente; preço de comercialização de veículos elétricos proibitivos para o consumidor brasileiro;

O país possui uma das maiores indústrias automotivas do mundo e possui um mix de energia predominantemente renovável, reunindo condições básicas para alcançar uma posição entre os principais players em mobilidade elétrica global.

O potencial ambiental total dos veículos elétricos só será realizado se eles não forem simplesmente usados como um substituto para os veículos convencionais, mas também como uma ferramenta para gerenciamento de carga na rede elétrica, e como um componente em uma rede integrada de diferentes modos de transporte em um ambiente urbano.

Por fim, sugere-se que o poder público adote medidas para assegurar a entrada dos veículos elétricos como alternativa comercialmente viável. E paralelamente, estimule à redução de custos modelos elétricos, em comparação com seus similares à combustão; a implantação de infraestrutura de recarga em vários trechos no Brasil; e estímulo à integração dos projetos e iniciativas isoladas; e inclusão de subsídios e incentivos fiscais.

VI. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Spotlight:** Where does Brazil stand in the automotive energy transition? 2021. Disponível em: <<http://www.abve.org.br/wp-content/uploads/2021/01/Transi%C3%A7%C3%A3o-energ%C3%A9tica-no-setor-automotivo.pdf>>. Acesso em: 29 de setembro de 2021.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Mobilidade Elétrica – tecnologias limpas e sustentáveis**, 2017. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/mobilidade-eletrica>, 2021. Acessado em 12 de janeiro de 2021.

ANEEL. **Mobilidade elétrica:** ANEEL aprova 30 projetos com investimento de R\$ 463,8 milhões. Disponível no site: https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/mobilidade-eletrica-aneel-aprova-30-

projetos-com-investimento-de-r-463-8-milhoes/656877?inheritRedirect=false. Acessado em 15 de setembro de 2020.

Anuário da Indústria Automobilística Brasileira (ANFAVEA) - 2020. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/anuario2020/anuario.pdf>. Acessado em 15 de setembro de 2020.

AZEVEDO, Marcelo Henrique de. **Carros elétricos: viabilidade econômica e ambiental de inserção competitiva no mercado brasileiro.** 2018. 54 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Controle e Automação, Departamento de Engenharia de Controle e Automação, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

BAK, R.. **Henry and Edsel: The Creation of the Ford Empire.** Wiley Hoboken, NJ, 2003.

BNDES. **Plano Inova Energia,** 2021. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/plano-inova-empresa/plano-inova-energia>. Acessado em 13 de janeiro de 2021.

BRANDÃO, Helena Câmara Lacé; MARTINS, Angela Maria Moreira. O RIO DE JANEIRO DO SÉCULO XX: A expansão da cidade do centro para o sul. **Revista Tempo de conquista,** p. 1-10, 2017.

BYRNE, Cristovão; PEDRO, Paulo. **Vencer o desafio da mobilidade elétrica em Portugal.** 2015. Disponível em: https://www.crescimentosustentavel.org/media/Vencer_desafio_mobilidade_eletrica.pdf. Acesso em: 29 dez. 2020.

CASTRO, Bernardo; FERREIRA, Tiago. Veículos Elétricos: aspectos básicos, perspectivas e oportunidades. **BNDES Setorial 32,** p. 267-310, 2010.

CAVALI, F.V.; SOUZA, T. M. Estudo sobre tecnologias em veículos elétricos: Um Review. **Revista Sodebras [on line].** v. 15, n. 169 jan. 2019. Disponível em: <http://www.sodebras.com.br/edicoes/N169.pdf>. Acesso em: 14/02/2021.

CONSONI, F. L. et al. **Estudo de Governança e Políticas Públicas para Veículos Elétricos.** Brasília DF: Ministério da Indústria, Comercio Exterior e Serviços MDIC, 2018.

COSTA, José Evaldo Geraldo. **Mass introduction of electric passenger vehicles in Brazil: impact assessment on energy use, climate mitigation and on charging infrastructure needs for several case studies.** 2019. 277 f. Tese (Doutorado) - Curso de Speciality In Environmental Scienses, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2019.

DELGADO, Fernanda *et al.* **Carros elétricos.** 2017. Disponível em: https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/caderno_carros_eletricos-fgv-book.pdf. Acessado em 08 de janeiro de 2021.

DIJK, M. *et al.* **The emergence of an electric mobility trajectory.** Energy Policy, 52, p.135–145, 2013.

ELETRA. **Ônibus Elétrico Brasileiro.** Eletra Industrial. - 2018 Disponível em: <http://www.eletrabus.com.br>. Acessado em 16 de setembro de 2020.

ENERGY INFORMATION. **Annual Energy Review 2006 – 2007.** Disponível em: <https://www.osti.gov/servlets/purl/1212315>. Acessado em 16 de setembro de 2020.

ENOSHITA, Evandro. **Gurgel Itaipu E-400**: o primeiro carro elétrico produzido em série no Brasil. 2018. Disponível em: <https://motorshow.com.br/gurgel-itaipu-e-400-o-primeiro-carro-eletrico-produzido-em-serie-no-brasil/>. Acesso em: 29 dez. 2020.

FILHO, Marcelo. **Análise de Viabilidade Mercadológica de Automóveis Elétricos Híbridos Plug-In no Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso; Escola Politécnica da USP; 2009.

FONTES, F. A. de S. **Sistematização de Iniciativas de Mobilidade Elétrica no Brasil**, 2018. Disponível em: <http://www.promobe.com.br/library/sistematizacao-de-iniciativas-de-mobilidade-eletrica-no-brasil/>. Acessado em 08 de janeiro de 2021.

FURTADO, Anderson Elias; PASCOAL, Erik Telles; Ferreira Filho, Valter Silva; **Eletromobilidade No Brasil**: Iniciativas, Oportunidades e Desafios, p. 01-18 In: São Paulo: Blucher, 2018.

GEELS, F.W. *et al.*. The socio-technical dynamics of low-carbon transitions. **Joule**, 1(3), p.463–479, 2017.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GRAUERS, Anders, SARASINI, Steven, KARLSTROM, Magnus. Why electromobility and what is it? Systems Perspectives on Electromobility. Gotemburgo: **Chalmers University of Technology**, 2013. p.10- 21.

KOKOWSKI, Michal. **The Global and the Local**: The History of Science and the Cultural Integration of Europe. Proceedings of the 2nd International Conference of the European Society for the History of Science. Cracow, Poland, September 6-9, 2006.

NEW WORLD ENCYCLOPEDIA, Joseph Henry. **New World Encyclopedia**. Disponível em: http://web.newworldencyclopedia.org/entry/Joseph_Henry. Acessado em 16 de setembro de 2020.

PAINE, C. & CONFIDENTIAL, E. V., **Who killed the electric car?**, 2006.

PROMOB-E – **Mobilidade elétrica e propulsão eficiente**. Website Oficial 2020. Disponível em: <http://www.promobe.com.br/institucional/quem-somos/>. Acessado em 15 de setembro de 2020.

QUINTANILHA, Sérgio. Híbridos e elétricos duplicam mercado e multiplicam lançamentos. **Automotive Business**. São Paulo-SP, ano 10, n. 58, p. 14-16, dez. 2019.

SARAGIOTTO, Daniela. **Infraestrutura para carros elétricos e híbridos cresce no País**. 2021. Disponível em: <https://mobilidade.estadao.com.br/inovacao/infraestrutura-para-carros-eletricos-e-hibridos-cresce-no-pais/>. Acesso em: 14 fev. 2021.

SCHERF, C.; WOLTER, F. **Eletromobilidade**: Visão Geral, Exemplos, Abordagens. Transporte Urbano Sustentável, Documento Técnico #15. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), maio 2016.

SCHWEDES, O., KETTNER, S. & TIEDTKE, B.. E-mobility in Germany: White hope for a sustainable development or Fig leaf for particular interests? **Environmental science & policy**, 30, p.72–80, 2013.

SCHWERTNER, Christoffer Daniel. **Uma metodologia para o estudo da eficiência energética em veículos elétricos e estações de recarga em eletropostos**. Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Tecnologia. 2017.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4ª ed. Florianópolis: LED, 2005. p.138.

SILVA, M.; AIHARA, C. H.; SALVETTI, N.; FERNANDES, T. C. M.; MAURO, M. H. Modelando impactos das tecnologias de informação e comunicação na relação entre gestão do conhecimento, capacidade de inovação e eficiência organizacional. **Revista Sodebras [on line]**. v. 13, n. 147, mar. 2018, p.124-128. Disponível em: <http://www.sodebras.com.br/edicoes/N147.pdf>. Acesso em: 14/09/2020.

SLOWIK, P. et al. **Avaliação Internacional de Políticas Públicas para Eletromobilidade em Frotas Urbanas**. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, Brasília, DF, 2018.

SOUZA., M. M. de L. C. **Veículos elétricos: a rede de inovação da pesquisa e desenvolvimento no brasil**. 2015. Universidade Estadual de Campinas.

STEINHILBER, S., WELLS, P. & THANKAPPAN, S.. Socio-technical inertia: Understanding the barriers to electric vehicles. **Energy policy**, 60, p.531–539, 2013.

VASCONCELOS, Yuri. **A ascensão dos elétricos**. 2017. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2017/08/018-027_capa-carro-eletrico_258-2.pdf. Acessado em 29 de dezembro de 2020.

VOLAN, Tainara; VAZ, Caroline R.; MALDONADO, Mauricio Uriona. **Panorama do estado atual da difusão de veículos elétricos no Brasil**. In: XXII Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais. 2019.

ZAPAROLLI, Domingos. **Foco nas baterias de lítio**. 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/foco-nas-baterias-de-litio/>. Acesso em: 14 fev. 2021.

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.